



Aide humanitaire
et Protection civile

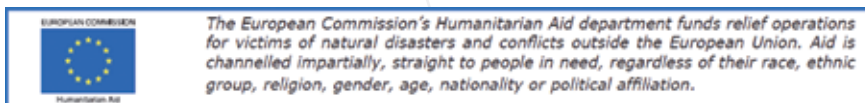


Guide de référence sur les pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion dans le département Sud d'Haïti



Alberto Bigi

Guide de référence sur les pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion dans le département Sud d'Haïti



"Ce document a été réalisé avec l'aide financière de la Commission européenne.
Les opinions exprimées ne doivent pas être prises, en aucune façon, afin de refléter l'opinion
officielle de la Commission européenne."

Remerciements

La "Guide de référence sur les pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion dans le département Sud d'Haïti" a été réalisé grâce au support de la Table Sectorielle de l'Agriculture du Sud et j'exprime ma plus sincère gratitude à :

Le Direction Départementale de l'Agriculture du Sud d'Haïti, en particulier le directeur Jean Jeacques Debalio ses adjoints et son staff;

CESVI: Stefania Cannavò (Desk Officer), Silvia Risi (Représentante pays), Carolina Simoncini (Chef de projet), Emmanuel Gaetan de Moussignac (Coordinateur de projet), Josué Candy (agronome) et tout le staff en Haïti et en Italie;

Les participants à la formation en "Pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion dans le département Sud d'Haïti";

Les intervenants aux sessions de formation:

Marie Lissa Milien (Ministère de l'Agriculture et des Ressources Naturelles et du Développement Rural), Jean Ronald Louissant (Direction Départementale de l'Agriculture du Sud), Gary Doliscar (Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire) Roger Fankap (FAO), Azzurra Lentini (Welthungerhilfe), Federico Borrelli (AVSI) et Dina Birck (CRS).

La réalisation du Guide a été financée par l'office d'aide humanitaire et de la protection civile de l'Union Européenne (ECHO).



Table des matières

4

INTRODUCTION ET CONTEXTE	6
CHAPITRE 1 : LE SOL ET L'ÉROSION	10
1. LE SOL ET LES CYCLES DES ÉLÉMENTS NUTRITIONNELS	10
2. L'ÉROSION ET SES CONSÉQUENCES	16
CHAPITRE 2 : L'AMÉNAGEMENT DES BASSINS VERSANTS ET L'ÉTUDE DE DIAGNOSTIC	20
1. LE CONCEPT ET L'APPROCHE BASSIN VERSANT	20
ÉVALUATION DE LA PENTE EN POURCENTAGE	23
2. ÉTUDE DIAGNOSTIQUE ET DU NIVEAU DE DÉGRADATION D'UN BASSIN VERSANT	28
3. ENQUÊTE SUR L'ÉROSION HYDRIQUE DU BASSIN VERSANT	35
4. AGRONOME OU INGÉNIEUR?	37
CHAPITRE 3 : TECHNIQUES DE CONSERVATION DE SOL	38
1. LES DIFFÉRENTS ASPECTS À PRENDRE EN COMPTE	38
2. TECHNIQUES TRADITIONNELLES POUR LA RÉDUCTION DE L'ÉROSION	41
LA PRATIQUE DE LA JACHÈRE	44
CONCENTRATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES BUTTES	44
LE BRÛLIS	45
3. TECHNIQUES CULTURELLES CONSERVATIVES (MESURES AGRONOMIQUES)	45
LE NON-LABOUR (OU RÉDUCTION DE LABOUR)	46
LE PAILLAGE ET LE NON-DÉCHAUMAGE	47
LES CULTURES INTERMÉDIAIRES/ENGRAIS VERT	48
LE TRAVAIL DU SOL	49
L'ENTRETIEN HUMIQUE ET CALCIQUE DES SOLS	50
LA ROTATION DES CULTURES	50
PARCELLAIRE ET ASSOLEMENT	50
4. TECHNIQUES DE CONSERVATION DU SOL (MESURES HYDRAULIQUES)	51
PIQUETAGE POUR L'IDENTIFICATION DES COURBES DE NIVEAU	51
ET PLACEMENT DES STRUCTURES ANTIÉROSIVES	54
BANDES VÉGÉTALES OU RAMPES VIVANTES	58
LES BANN MANJE	60
CLAYONNAGE ET FASCINAGE	64
LES CORDONS ET LES MURETTES EN PIERRES SÈCHES	68
LES TERRASSES	72
LES CANAUX DE CONTOUR	74
CHAPITRE 4 : L'AGROFORESTERIE	74
1. L'AGROFORESTERIE: DÉFINITION ET CLASSIFICATION	74
PRATIQUES EN ROTATION	77
PRATIQUES SPATIALES MIXTES	78
PRATIQUES ZONALES	79
2. AGROFORESTERIE ET CONSERVATION DE SOL	83



UTILISATION DES HAIES	84
FORESTERIE DE RESTAURATION ET GESTION DES BASSINS VERSANTS	86
SLOPING AGRICULTURAL LAND TECHNOLOGIES (SALT)	
3.LE CHOIX DU SYSTEME D'AGROFORESTERIE	90
MISE EN PLACE D'UNE PÉPINIÈRE	93
LA PLANTATION	94
L'ÉLAGAGE	96
4.LE CHOIX DES ESPECES APPROPRIÉES	98
FIXATION DE L'AZOTE	98
PROSOPIS JULIFLORA (BAYWONN)	100
COLUBRINA ABORESCENS (BWA PELE, GRI-GRI, BWA KAPAB)	101
CORDIA ALLIODORA (BWA SOUMI, BWA WOZ, CHENN KAPAWO, CHENN FRAN, CHENN NWA)	102
CATALPA LONGISSIMA (CHENN, BWA CHENN, CHENN PEYI, CHENN NWA)	103
SIMAROUBA GLAUCA (FWENN, BWA FWENN, BWA BLAN, DOLIV)	104
SWIETENIA MAHAGONI/MACROPHYLLA (KAJOU, KAJOU PEYI/KAJOU ETRANJE, CAJOU VENEZWELA)	105
ROYSTONEA BORINQUENA (PALMIS)	106
CEDRELA ODOREATA	
(SÈD, KAJOU PLANCH, KAJOU FEMEL, SED BLAN, SED PANYOL)	107
COCOS NUCIFERA (KOKOYE, NWA KOKO)	108
MANGIFERA INDICA (MANGUE)	109
CITRUS (SITWOUS)	110
PERSEA AMERICANA (ZABOKA)	111
SENNA SIAMEA (KASYA)	112
LAUECENA LEUCOCEPHALA	
(LISINA, BWA BOUWO, TCHA TCHA MAWON, DELEN, DELEN PEYI)	113
AZADIRACHTA INDICA (NIM)	114
GLIRICIDIA SEPIUM (PIYON, PIYONG, LILA ETRANJE, MOTEL)	115
AUTRES ESPÈCES INTÉRESSANTES (BAMBOU, BENZOLIV, POIS CONGO, VETIVER)	116
CHAPITRE 5 : METHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE DES PROJETS DE CONSERVATION DE SOL EN HAÏTI	118
1.METHODOLOGIE DES PROJETS DE CONSERVATION DE SOL	118
APPROCHE DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES NATURELLES ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL	119
APPROCHE DE LA FAO EN HAÏTI	124
APPROCHE DES ONGS DU DÉPARTEMENT DU SUD (AVSI, CRS ET CESVI)	128
2.LA DURABILITE DES PROJETS DE CONSERVATION DE SOL	135
3.LES EXPERIENCES DU DEPARTEMENT DU SUD D'HAÏTI:	137
ANALYSE PARTICIPATIVE DES DIFFÉRENTES APPROCHES DE MISE EN ŒUVRE	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	140

Introduction

et contexte

L'érosion du sol est un phénomène naturel qui se produit quand des portions de sol se déplacent à cause de facteurs mécaniques et chimiques généralement provoqués par les agents atmosphériques. Tant que le sol enlevé par l'érosion est remplacé par la création de nouveau sol depuis la roche mère, le processus est naturel et durable. Quand la partie retirée est supérieure à celle qui est créée et concerne les couches plus superficielles et fertiles, l'évolution de la parcelle peut être très dangereuse et une perte de rendement va se produire. Évidemment l'évolution de l'érosion, surtout pour les terrains agricoles, est fortement liée aux techniques mises en œuvre par l'homme à des fins productives.

En considérant que le territoire haïtien est composé principalement par de montagnes et que la majorité des terrains haïtiens se trouve sur des pentes (63% de la superficie est constituée par des pentes supérieures au 20%), la dégradation des sols est facilitée et l'érosion est un phénomène journalier. L'érosion accélérée en Haïti est un des plus graves problèmes à résoudre et peut être la cause de nombreux phénomènes: faibles rendements agricoles, insécurité alimentaire, risques de glissements de terrain, désastres naturels. Selon des recherches réalisées par USAID, un tiers des sols haïtiens est sévèrement dégradé. L'aspect le plus effrayant du phénomène de l'érosion est le fait que celle-ci peut rendre un terrain irréversiblement infertile et instable.

Bien que dans le département du Sud, plusieurs projets ont été mis en œuvre avec l'objectif d'améliorer la gestion des ressources naturelles et en particulier le phénomène de l'érosion, très rarement les résultats escomptés ont été achevés. La réalité a démontré que très souvent les échecs auraient pu être évités avec un meilleur encadrement technique des responsables ou simplement avec la connaissance de l'historique et des leçons apprises des autres projets dans le Département.

Le présent document a été élaboré dans le cadre du projet « **projet de lutte contre la malnutrition à travers une approche multisectorielle** »

implémenté par l'ONG italienne CESVI et financé par le département d'Aide Humanitaire et de la Protection Civile de la Commission Européenne (ECHO).

Ce guide contient le matériel et les sujets présentés au cours du renforcement des capacités des techniciens agricoles sur les pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion dans le Département Sud d'Haïti réalisé du 8 mars au 13 avril 2012 en Les Cayes. Les objectifs de la formation étaient:

- Renforcer les capacités des techniciens agricoles du département du Sud sur les pratiques de prévention et de lutte contre l'érosion;
- Partager et récolter les leçons apprises dans le domaine de la prévention et la lutte contre l'érosion dans le Département du Sud.

Le renforcement des capacités participatif a été constitué par des rencontres guidées entre les principaux acteurs techniques du développement agricole du Département Sud d'Haïti regroupés par **la Table Sectorielle de l'Agriculture du Sud d'Haïti** coordonnée par la Direction Départementale de l'Agriculture. Pendant les différentes rencontres, un sujet a été introduit et présenté aux participants sous forme de formation technique et puis une discussion sur les expériences positives et négatives a été lancée et coordonnée. Sur la base des évolutions des différentes discussions, des sujets ont été proposés par les participants, des spécialistes de certains domaines spécifiques ont été invités aux débats et des visites sur le terrain ont été organisées.

Ce guide n'a pas la prétention d'être exhaustif sur les techniques et les pratiques existantes de prévention et de lutte contre l'érosion, mais plutôt d'être un important outil de référence sur les options possibles et les expériences positives et négatives déjà réalisées dans le cadre des projets de lutte contre l'érosion dans le département.

1) "Haïti: Vers Une Gestion Intégrée des Bassins Versants" Comité Interministériel d' Aménagement du Territoire (CIAT), 2011

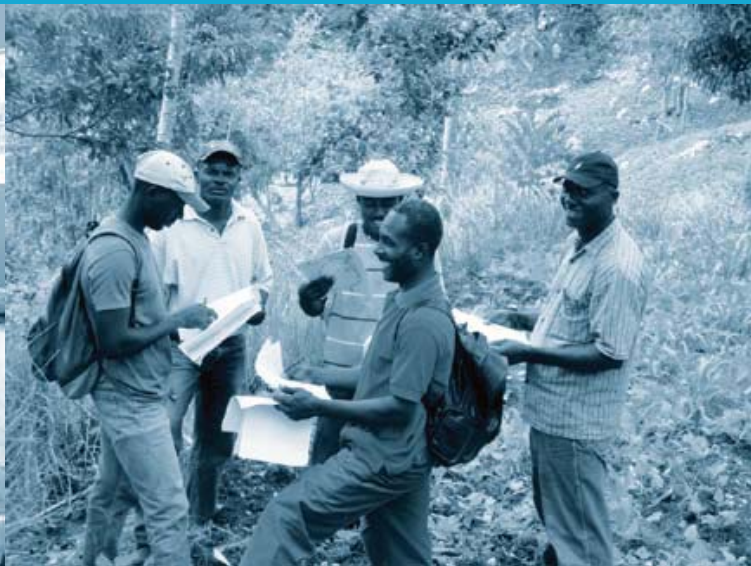
2) "Agroforestry and Sustainable Resource Conservation in Haïti: a Case Study (USAID), 2007

3) www.cesvi.eu

4) http://ec.europa.eu/echo/index_en.htm

Au delà de la Direction Départementale de l'Agriculture les organisations que ont contribué activement à la réalisation de la formation ont été:

ACLAM/World Concern Haiti, AVSI, CIAT, CRS, FAO, GRET, HEIFER, HPI Haiti, KORAL, MLFM, OPPESH, OXFAM Italie, Welthungerhilfe





Chapitre 1 :

Le sol et l'érosion

10

1. Le sol et les cycles des éléments nutritionnels

Le sol représente la couche superficielle, meuble, de la croûte terrestre, résultant de la transformation de la roche mère, enrichie par des apports organiques.

Au niveau agricole, le sol est considéré comme la partie superficielle homogénéisée par les labours et explorée par les racines des plantes. Un sol fertile est constitué d'une partie minérale et d'une partie organique.

Des processus physiques, chimiques et biologiques désagrègent et altèrent les roches mères et les particules vont constituer la composante minérale du sol. Les particules minérales qui forment un sol sont divisées en trois catégories selon leur taille: les sables, les limons et l'argile.

- Sable : Particules de plus de 50 μm .

- Limon : Particules de 2 à 50 μm .

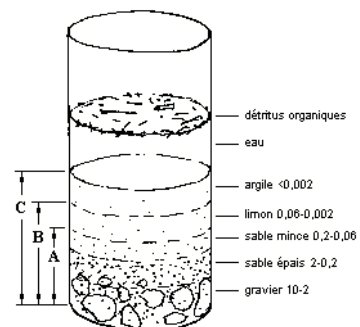
- Argile : Particules de moins de 2 μm .

La proportion des différentes tailles de particules dans un terrain donné caractérise la texture du sol selon le diagramme à triangle qui suit (fig. 1).

Suite à la récolte d'un échantillon représentatif du terrain, l'évaluation de la quantité des différentes particules peut être faite par sédimentation (fig. 2)



Figure_1



Figure_2

Pour évaluer la texture du sol, des tests à effectuer sur place sont aussi possibles. Pour chacun des tests, le spécimen de sol doit être graduellement humecté, entièrement refaçoné et pétri pour conférer au spécimen le maximum de « plasticité » et pour en retirer les mottes sèches. Évitez d'ajouter trop d'eau pour ne pas faire perdre au spécimen sa cohérence.

1. Sensation au toucher: Asséchez à fond et écrasez une petite quantité de sol en le frottant avec l'index dans la paume de votre autre main. Frottez-en une partie entre votre pouce et vos doigts pour mesurer sa teneur en sable. Plus vous sentez le sol granuleux, plus il contient de sable.
2. Poignée de terre (fig. 3 a): Comprimez une petite quantité de sol dans votre main. En ouvrant votre main, si le sol se tient (conserve sa forme), faites-le passer d'une main à l'autre; plus le sol conserve sa forme longtemps, plus il contient d'argile.
3. Ruban de terre (fig.3 b): Roulez une poignée de sol humide en forme de cigarette et compressez-la entre le pouce et l'index pour former un ruban le plus long et le plus mince possible. Le sol à forte teneur en limon formera des flocons ou laissera des empreintes de pouce plutôt qu'un ruban. Plus le ruban est long et mince, plus la proportion d'argile est élevée.



A)

B)

Figure_3

Texture	Sensation	Poignée de terre (3a)	Ruban de terre (3b)
Sable	Granuleuse	Aucune moule	Pas de ruban
Loam	Assez molle et lisse mais granuleuse	Bon moule, se manipule facilement	Épais mais très court (<2,5cm)
Limon	Très farineuse	Faible moule, se manipule avec soin	Forme des flocons plutôt qu'un ruban
Argile	Lisse	Moule très robuste	Très fin et très long >7,5cm

De façon générale, un sol argileux retient beaucoup d'eau. Il se compacte facilement ce qui le rend dur et difficile à pénétrer par les racines. Il peut se saturer d'eau ce qui risque d'étouffer les racines qui manqueraient alors d'oxygène. Sa forte capillarité peut nuire à la pénétration de l'eau dans les racines (la racine doit "attirer" l'eau plus fortement pour vaincre la capillarité qui retient l'eau dans le sol).

Un sol sablonneux est friable mais il retient mal l'eau entre les pluies. Il se dessèche rapidement et perd facilement ses engrais par lessivage.

Les végétaux et la faune qui se développent sur ces minéraux produisent de la matière organique fraîche (feuilles, fruits, cadavres d'animaux, de végétaux et excréments) qui est décomposée par une armée de bactéries et de champignons microscopiques. Au cours de la transformation de la matière organique, des minéraux solubles et gazeux sont libérés et réagissent avec d'autres molécules organiques pour former l'humus, matière organique brune à l'état de colloïdes. Le sol contient aussi des êtres vivants (bactéries, champignons, vers, protistes et autres) qui y jouent un rôle important. Un sol fertile peut contenir de 1% à 30% d'humus. Environ 0,1 % d'un sol fertile est fait d'organismes vivants. Un sol riche en humus présente de nombreuses qualités pour la croissance des plantes :

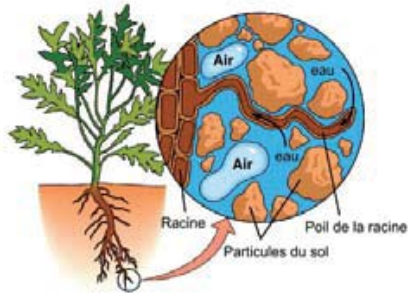
- permet au sol d'être friable et aéré;
- permet au sol de bien retenir l'eau entre les pluies (100 fois plus que l'argile) sans se compacter;
- fournit progressivement des éléments nutritifs (engrais) aux plantes;
- rend le sol favorable aux organismes du sol (l'humus, c'est de la matière organique, c'est donc de la nourriture pour les êtres vivants).

Au milieu des espaces laissés par la composante minérale et celle organique va se positionner l'oxygène (dans les espaces plus grands) et l'eau mélangée avec les éléments nutritifs des plantes (fig. 4). Le sol fournit à la plante :

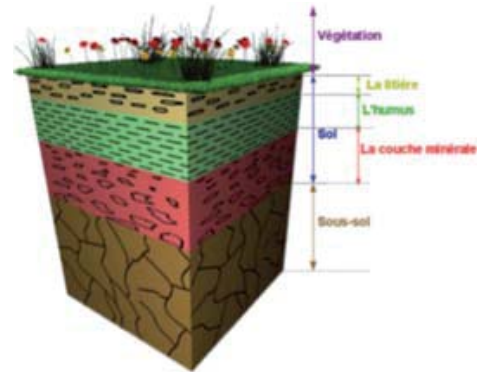
- Un support où s'enraciner
- Les éléments minéraux essentiels
- L'eau
- L'oxygène.

On considère qu'un bon sol agricole est constitué de 25 % d'eau, 25 % d'air, 45 % de matière minérale et de 5 % de matière organique.

Si vous pratiquez une coupe dans un sol fertile, vous verrez qu'il est formé de couches superposées. La surface est recouverte de débris végétaux, c'est la litière du sol. Sous la litière, le sol se divise en couches distinctes appelées horizons. L'horizon supérieur est formé d'un mélange de matière minérale et d'humus. Sous cette couche se retrouvent d'autres couches riches en minéraux lessivés à partir de l'humus qui se décompose (fig. 5).

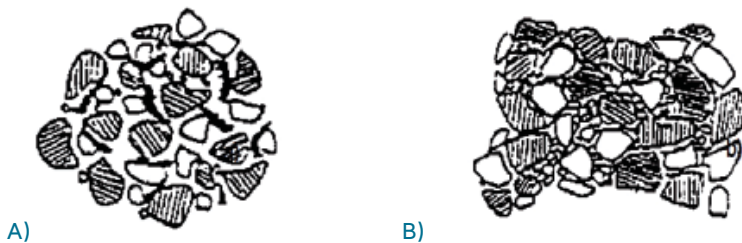


Figure_4



Figure_5

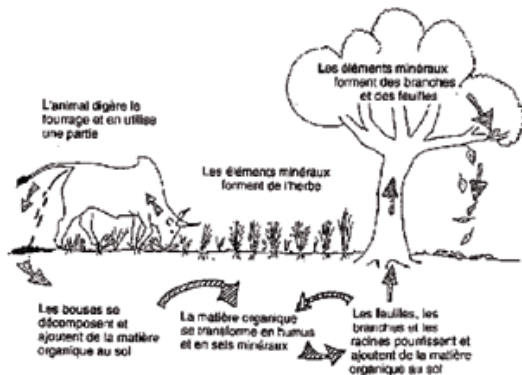
La façon dont les particules se positionnent entre elles et donnent de l'espace à l'eau et à l'oxygène du sol constitue la structure du sol. La présence d'humus et en général de substance organique dans le sol assure une bonne structure car celui-ci travaille comme un collant entre les particules en laissant l'espace pour l'eau et l'oxygène.



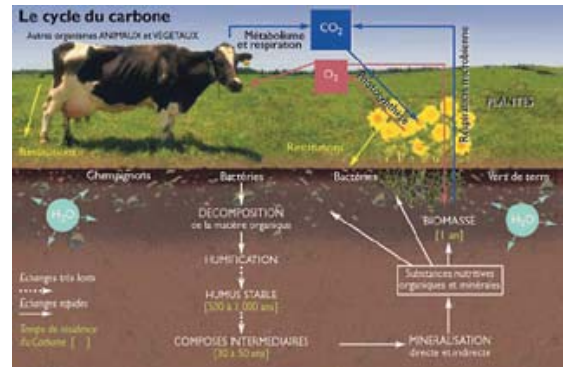
Figure_6

Si le terrain a une bonne structure, l'argile, le limon et la sable forment des petits mottes agrégées par de l'humus. L'air et l'eau circulent dans les interstices et les racines pénètrent bien dans le sol (fig. 6A). Si le terrain a une mauvaise structure, les particules minérales forment des grandes mottes dures sans interstices et les racines ont des difficultés à pénétrer le sol et à trouver assez d'eau et d'oxygène pour la survie de la plante (fig. 6B).

L'apport de substance organique au sol est très important afin de libérer lentement les éléments nutritifs nécessaires pour les plantes mais aussi pour la formation de l'humus et la création d'une bonne structure. Le cycle de la substance organique en figure 7 et 8.

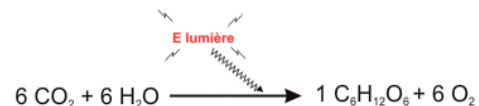


Figure_7



Figure_8

La plus grande partie de la masse sèche d'un végétal se forme par photosynthèse, une réaction au cours de laquelle le gaz carbonique de l'air se combine à l'eau pour former du glucose (avec libération d'oxygène). L'énergie nécessaire à la réaction est fournie par la lumière.



Le carbone du glucose vient du gaz carbonique (air), l'hydrogène et l'oxygène de l'eau. On divise généralement les éléments nécessaires à une plante en :

- Éléments majeurs (besoins élevés): C, O, H, N, S, P, Ca, K, Mg, Mo
- Éléments mineurs (Besoins très faibles; < 100 mg par Kg de matière végétale sèche): Fe, Cu, Cl, Mn, Mo, B, Ni, Zn

De tous les éléments majeurs essentiels à la plante, trois sont plus susceptibles de manquer dans le sol :

Azote (N)
Phosphore (P)
Potassium (K)

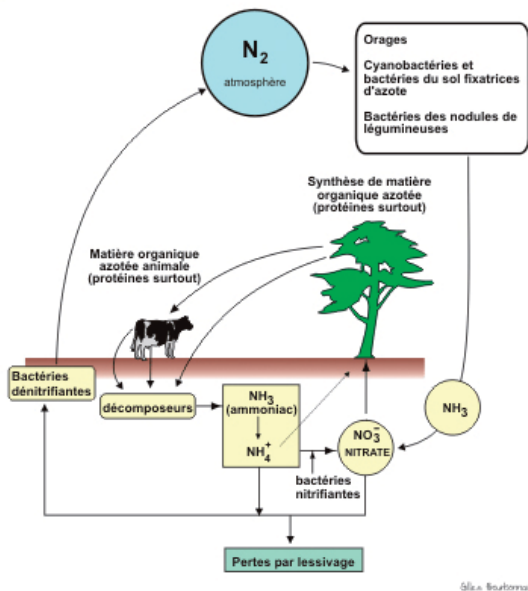
Dans la nature, ces éléments proviennent surtout de la décomposition de la matière organique. Le sol contient aussi du K et du P provenant de la dissolution par l'eau de composés minéraux de la roche mère.

En agriculture, on ne peut évidemment pas compter sur la décomposition pour fournir le sol en engrais. Les éléments minéraux du sol (les engrais) sont transformés

en matière organique (les plantes cultivées) qui est ensuite enlevée du milieu de culture. Récolte après récolte, le sol s'appauvrit. On doit donc continuellement y incorporer des engrais. Ces engrais peuvent être constitués de fumier, c'est à dire de déchets végétaux et/ou animaux qu'on incorpore au sol pour qu'ils s'y décomposent ou d'engrais commerciaux.

Les engrais commerciaux (engrais chimiques) sont surtout formés d'un mélange de N, K et P sous des formes minérales assimilables par les plantes. Les trois nombres indiqués sur l'emballage correspondent aux concentrations respectives de N, de P et de K.

L'azote est sans doute l'élément le plus important car, à la différence du Phosphore et du Potassium, il a plus de facilité à être perdu par lixiviation et érosion. En figure 9 le cycle de l'azote.



Figure_9

- **La matière végétale ou animale exportée** ne sera pas recyclée en engrais azoté. C'est le cas de l'agriculture ou lorsqu'on déboise une forêt.
- **Les plantes** produisent de la matière organique azotée à partir des sucres fabriqués par photosynthèse et d'ions NO_3^- dans le sol.
- **Les animaux** utilisent la matière organique azotée des plantes pour fabriquer leur propre matière organique

azotée (protéines).

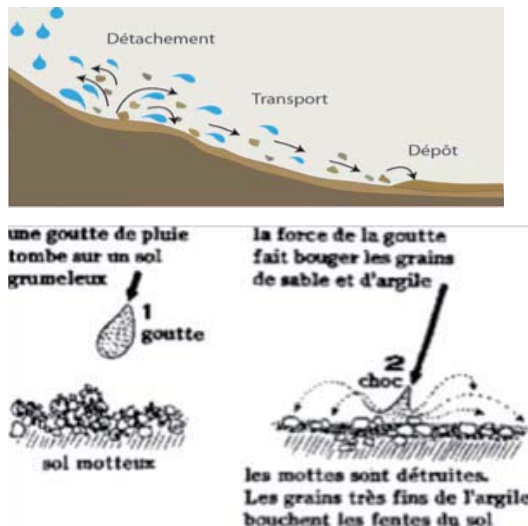
- **Les décomposeurs du sol (bactéries, mycètes)** transforment la matière organique azotée provenant des plantes ou des animaux morts en CO_2 , H_2O et ammoniac (NH_3).
- **D'autres bactéries du sol, les bactéries nitrifiantes**, transforment le NH_4^+ en nitrate (NO_3^-) qui peut être assimilé par les plantes.
- **Les orages** permettent la formation d'oxydes d'azote qui retombent au sol avec la pluie.
- **Les bactéries et cyanobactéries fixatrices d'azote du sol** pouvant transformer l'azote atmosphérique en ammoniac. Plusieurs de ces microorganismes vivent à la surface des racines des plantes (un environnement appelé la **rhizosphère**) ou même dans les tissus de certains végétaux.
- **Les bactéries des nodules de légumineuses** sont des fixatrices d'azote appartenant au genre **Rhizobium**.
- **Les bactéries dénitrifiantes** peuvent transformer l'azote minéral des sols (NO_3^-) en azote atmosphérique (N_2) inutilisable par les plantes. Leur activité dénitrifiante est inhibée par l'oxygène.
- **Lessivage de l'azote minéral** Si le sol retient mal l'eau, l'azote minéral peut être entraîné en profondeur vers les nappes d'eau souterraines ou vers les cours d'eau avoisinants.

2. L'érosion et ses conséquences

L'érosion du sol est le phénomène qui se produit quand des portions de sol se déplacent à cause des agents érosifs: comme l'eau, le vent et les êtres vivants. L'érosion peut se définir **naturelle** si la partie de sol déplacée est inférieure ou égale à la partie du sol créée à partir de la roche mère. Elle est considérée **accélérée** si elle est supérieure. La forme la plus importante d'érosion (surtout en Haïti) est celle causée par l'eau. L'érosion hydrique est composée d'un ensemble de processus complexes et interdépendants qui provoque le détachement et le transport des particules de sol. Elle se définit comme la perte de sol due à l'eau qui arrache et transporte la terre vers un lieu de dépôt. Le processus d'érosion est composé par 3 phases (fig. 10):

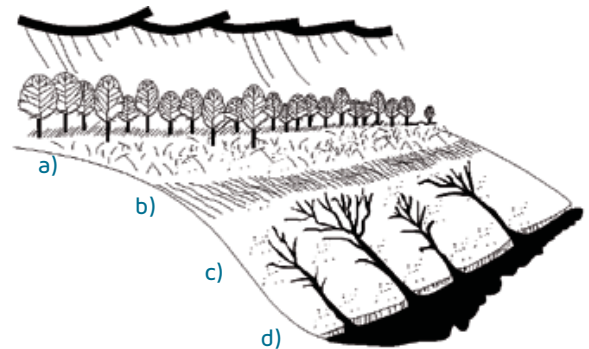
1. **Détachement** des particules de sol (effet « splash » concernant l'érosion causée par l'eau en fig. 11 et fig. 12a)
2. **Transport/ruissèlement** des particules que peut avoir lieu: **b) en forme laminaire, c) en griffes ou en rigoles, d) en ravines** (fig. 12)
3. **Déposition et sédimentation** des particules.

Figure_10



Figure_11

Les sols subissent un martèlement considérable causé par les gouttes de pluie. Les premières gouttes s'infiltrent dans le sol d'autant plus aisément qu'il est meuble et que sa porosité est élevée. Cette première phase s'accompagne d'un déplacement des particules et d'un tassement du sol. Lorsque la couche superficielle s'humidifie, trois processus se développent simultanément: la dégradation de la structure, la formation d'une pellicule de battance, l'érosion par splash ou érosion par rejaillissement. Comme les précipitations, le ruissellement agit sur le sol par des actions de détachement et de transport. Selon la nature du sol, la rugosité superficielle et la pente de terrain, l'une ou l'autre de ces actions est prépondérante. D'une manière globale, il est admis que la vitesse de l'eau est le



Figure_12

paramètre prépondérant de l'action érosive du ruissellement superficiel. Les particules arrachées aux terres se déposent entre le lieu d'origine et les mers en fonction de la dimension et la densité et capacité de transport du ruissellement ou de la rivière. Les particules se déposent en ordre de taille. Les argiles et l'humus colloïdal sont généralement transportés jusqu'à l'embouchure du cours d'eau où ils se déposent soit après évaporation de l'eau, soit après floculation. L'érosion est fonction de 2 facteurs: **érosivité et érodabilité**. L'équation universelle des pertes (Universal Soil Loss Equation: USLE) est un modèle mathématique utilisé pour décrire les processus d'érosion des sols.

USLE : $A = R \times K \times LS \times P \times C$ (ton/ha/an)

Érosivité $\Rightarrow$ énergie des pluies (intensités de pluies mm/h) $\Rightarrow R$

Érodabilité $\Rightarrow$ caractéristiques physiques du sol (texture, structure, substance organique, etc.) $\Rightarrow K$

$\Rightarrow$ gestion des terres (longueur de la pente et gradient) $\Rightarrow LS$

$\Rightarrow$ aménagement de la parcelle $\Rightarrow P$

$\Rightarrow$ gestion des cultures (couverture du sol) $\Rightarrow C$

L'érosion est favorisée par: des fortes pluies, une texture fine du sol, une mauvaise structure du sol, des fortes et longues pentes, des terrains non aménagés avec des techniques de conservation, un sol laissé nu de végétation. Pour contrôler le processus d'érosion, l'être humain peut intervenir au niveau de l'érodabilité et en particulier:

- (K) Assurer la bonne qualité physique du sol à travers l'apport rationnel de substance organique (variation de 3:20);
- (LS) Éviter de cultiver dans des terrains en pente trop forte et trop longue (variation de 1:50);
- (P) Aménager les parcelles avec des techniques de conservation de sol appropriées (variation de 3:10);
- (C) Gérer rationnellement la choix des cultures et la rotation pour éviter de laisser le sol sans couverture végétale (variation de 1:1.000).

Cette équation empirique demande l'exploitation de nombreux résultats.

Il est donc nécessaire, pour fixer les valeurs des différents facteurs, de posséder un grand nombre de résultats expérimentaux.

Tous les facteurs influençant l'érosion n'ont pas un poids égal. Étant donné qu'il s'agit d'une fonction multiplicative, si l'un s'annule, l'érosion devient négligeable. Le facteur le plus susceptible de varier est le facteur C. Entre une couverture végétale parfaite (forêt) et un sol nu, les pertes par érosion varient dans un rapport de 1 à 1000. Les travaux antiérosifs, visant à réduire la longueur de la pente et parfois son inclinaison, sont souvent les plus lourds à mettre en place. Ils peuvent cependant réduire l'érosion jusqu'à 50 fois. Les techniques simples et peu coûteuses sont donc intéressantes. L'indice K varie plus difficilement et plus faiblement, entre 3 et 20. Il est corrigé par la mesure élémentaire d'apport de matière organique. Les pratiques antiérosives, P, sont moins efficaces et font varier l'érosion d'un facteur de 3 à 10, mais elles restent assez faciles à appliquer: culture en bandes, labour selon les courbes de niveau, paillis, etc.

Effets de l'érosion:

L'érosion en nappe et l'érosion en rigoles (fig. 12b, 12c et 13): L'érosion en nappe est le mouvement du sol éclaboussé résultant de la destruction de la structure du sol suivi du ruissellement. Elle se produit assez uniformément sur la pente et peut passer inaperçue jusqu'à ce que le sol arable ait été perdu. L'érosion en rigoles résulte de la concentration du ruissellement, en petits canaux assez bien définis. Ces canaux sont appelés des rigoles lorsqu'ils sont assez petits pour ne pas interférer avec les opérations de labour. Ces mêmes canaux érodés sont appelés ravins lorsqu'ils s'étendent au point de ne pouvoir être comblés par les opérations normales de travail du sol, ou lorsqu'ils deviennent nuisibles au travail du sol.

18

Le ravinement (fig. 12d et 14): Le ruissellement, causant la formation ou l'élargissement des ravins, est habituellement le résultat de la mauvaise conception des exutoires des systèmes de drainage de surface et souterrain. L'instabilité des talus de ravin est habituellement associée au ruissellement souterrain. Ceci provoque l'érosion puis l'effondrement des talus. De tels effondrements surviennent généralement lorsque le régime des eaux est le plus propice à l'érosion. La formation de ravins peut être difficile à prévenir si les techniques pour y remédier ne sont pas correctement mises au point et les ouvrages mal construits. Les mesures visant à remédier à l'érosion doivent prendre en considération la cause de l'augmentation du débit de l'eau sur le terrain. A la suite de quoi, on peut mettre en jeu une multitude de mesures de conservation.

L'érosion des talus et du lit des fosses (fig. 15): L'érosion des berges et talus des cours d'eau est due aux raisons suivantes : la construction déficiente ou l'entretien inadéquat des systèmes de drainage, le libre accès des animaux ou le passage de la machinerie trop près du cours d'eau.

Les conséquences directes de l'érosion des talus sont, entre autres:

- la perte de terre arable;
- le minage de structures telles que les ponts;
- la destruction de routes, chemins et clôtures.

En plus des dommages directs, d'autres dommages sont causés par le transport et le dépôt de sédiments; cela inclut l'ensablement du cours d'eau, la sédimentation dans les réservoirs et les sites de fraie et de nidification, etc.



Figure_13



Figure_14



Figure_15

Érosion en nappe	1 t/ha/an
Érosion en rigole	10 t/ha/an
Érosion ravine	100 t/ha/an
Érosion en badland	1000 t/ha/an
Sapement des berges	10.000 t/ha/an

Il faut signaler qu'une simple rigole de 2 cm de profondeur et de 5 cm de large ur correspond à une perte de terre de 120 kg par 100 m de rigole.

Les pertes de sol des terres agricoles peuvent avoir de graves **répercussions sur la productivité des sols**. La baisse de productivité d'un sol attribuable à l'érosion peut être importante. Cela peut découler tout simplement de l'amincissement de la couche de sol sur la roche, ce qui réduit le volume disponible pour les racines des végétaux. Il est plus courant que les rendements culturaux soient réduits par la perte d'éléments nutritifs des végétaux et que les propriétés physiques du sol soient dégradées, notamment le croûtage du sol et la réduction de la capacité de rétention de l'eau. Par ailleurs, cela augmente la variabilité des sols, ce qui se traduit par des cultures éparées difficiles à gérer et qui n'ont généralement pas un bon rendement.

La terre végétale, qui est la couche du sol la plus fertile, est la plus vulnérable à l'érosion et c'est elle qui disparaît en premier; par ailleurs, les mécanismes d'érosion éliminent de préférence la matière organique du sol, l'argile et les substances limoneuses fines. L'association de perte de terre végétale et de fractions plus fines du sol peut avoir de graves conséquences sur les rendements culturaux. Dans la plupart des cas, l'épandage supplémentaire d'engrais peut neutraliser les conséquences de l'érosion sur la fertilité du sol, mais cela représente une dépense supplémentaire pour l'agriculteur. Les sédiments résultant de l'érosion hydrique provoquent la turbidité de l'eau dans les cours d'eau et les lacs, et l'accumulation de sédiments dans le temps risque de réduire le volume des lacs et des réservoirs.

Effets néfastes de l'érosion là où elle se produit: Les répercussions de l'érosion des sols vont au-delà de la perte du sol de la couche arable. La levée des plantes, leur croissance et leur rendement sont directement affectés par la perte d'éléments nutritifs du sol et des engrais qui y sont appliqués. La semence et les plantes peuvent être dérangées ou totalement transportées hors du lieu où se produit l'érosion. La matière organique du sol, les résidus ainsi que le fumier épandu sont relativement légers et peuvent être facilement transportés à l'extérieur du champ. La qualité du sol, sa structure, sa stabilité et sa texture peuvent être affectées par l'érosion. Le morcellement des agrégats, le déplacement de particules fines, de couches entières de sol ou de matière organique peuvent détériorer la structure et même modifier la texture. Tout changement de texture peut à son tour affecter la capacité de rétention d'eau du sol le rendant alors plus susceptible aux conditions extrêmes telle que la sécheresse.

Effets néfastes de l'érosion hors du lieu où elle se produit: L'impact de l'érosion des sols sur les sites plus éloignés n'est pas toujours aussi apparent que celui sur le site même de l'érosion. Le sol érodé, déposé au bas des pentes, peut empêcher ou retarder l'émergence de la semence, enterrer les jeunes pousses et nécessiter un deuxième semis dans les endroits affectés. Les sédiments peuvent se déposer sur les propriétés en aval et occasionner des dommages aux routes.

Les sédiments qui atteignent les cours d'eau peuvent accélérer l'érosion des talus, ensabler les fossés de drainage et les cours d'eau, envaser les réservoirs, couvrir les zones de fraie et réduire la qualité de l'eau. Les pesticides et engrais fréquemment transportés avec les particules de sol peuvent contaminer ou polluer les sources d'eau et les sites récréatifs.

Chapitre 2 :

L'aménagement des bassins versants et l'étude de diagnostic

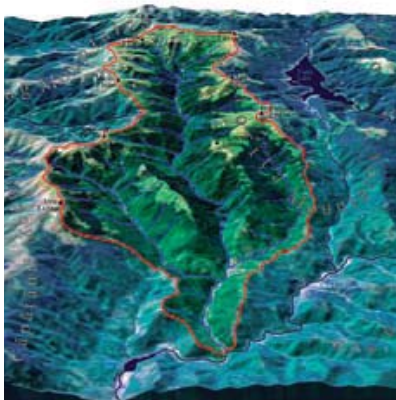
20

1. Le concept et l'approche bassin versant

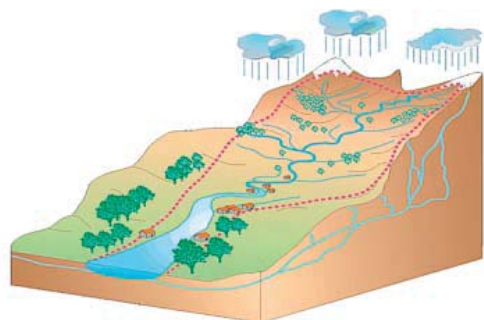
Un bassin versant ou bassin hydrographique est une portion de territoire délimitée par des lignes de crête (ou lignes de partage des eaux), irriguée par un même réseau hydrographique (une rivière, avec tous ses affluents et tous les cours d'eau qui alimentent ce territoire) et correspondant à la totalité de l'aire de capture et de drainage des précipitations.

En d'autres mots, un bassin versant est l'ensemble d'une région ayant un exutoire commun pour ses écoulements de surface.

A l'intérieur d'un même bassin, toutes les eaux reçues suivent, du fait du relief, une pente naturelle et se concentrent vers un même point de sortie appelé exutoire (fig. 16 et fig. 17).



Figure_16



Figure_17

Dans un bassin versant, l'eau se fraye des chemins sur et dans les sols. Elle prend en charge des particules : sédiments, matière organique, produit chimiques, etc.

Aspects importants d'un bassin versant:

- 1. L'occupation du sol, les activités humaines et les aménagements conditionnent les chemins de l'eau et donc sa qualité à l'exutoire du bassin;**
- 2. Les actions en amont se répercutent en aval;**
- 3. La multiplication de petites perturbations entraîne de grandes dégradations sur l'ensemble du bassin.**

Le bassin versant représente, en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets. Plus précisément, le bassin versant qui peut être considéré comme un "système" est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

Le bassin versant en une section droite d'un cours d'eau, est donc défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section. Il est

entièrement caractérisé par son exutoire, à partir duquel nous pouvons tracer le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite.

Toutefois, la délimitation topographique nécessaire à la détermination en surface du bassin versant naturel n'est pas suffisante. Lorsqu'un sol perméable recouvre un substratum imperméable, la division des eaux selon la topographie ne correspond pas toujours à la ligne de partage effective des eaux souterraines (fig. 18). Le bassin versant est alors différent du bassin versant délimité strictement par la topographie. Il est appelé dans ce cas bassin versant réel.



Figure_18

L'extension d'un bassin versant topographique est déterminée en utilisant des cartes topographiques 1:25.000, 1:50.000 ou 1:100.000 en relation à la taille du bassin et à l'approximation nécessaire pour l'étude en question.

Des cartes photographiques, y compris celles obtenues gratuitement par Internet (par exemple Google Earth) peuvent être utilisées si une approximation très détaillée n'est pas nécessaire.

La délimitation du bassin versant topographique est conduite sur le support topographique en considérant des lignes et des points bien précis (fig. 19)

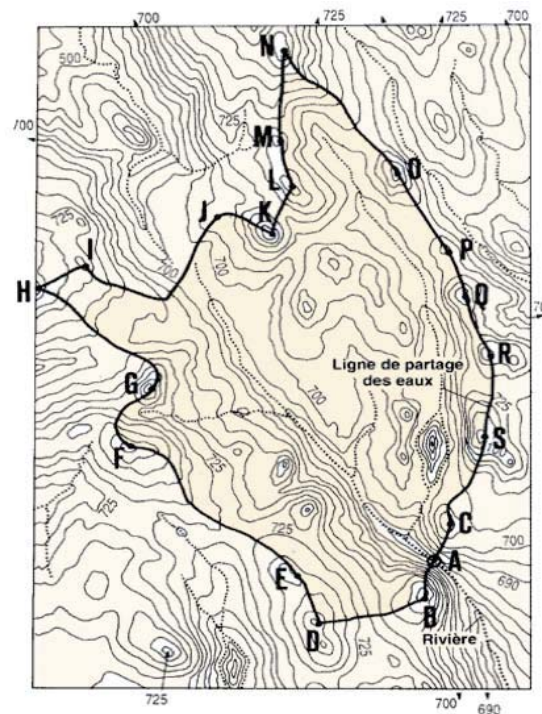
1. Le point d'intérêt de passage des eaux sur un fleuve ou une vallée doit être choisi (exutoire) point A

2. Sur la base des altitudes mises en évidence par les courbes de niveau (ou isohypses) (fig. 20, fig. 21 et fig. 22) dans les cartes les lignes de crêtes (points plus élevés) sont marquées et cela constitue le périmètre du bassin (fig. 23).

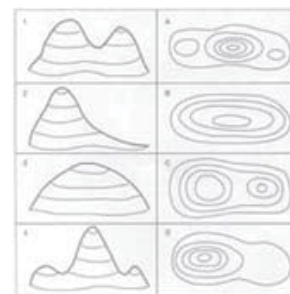
3. En figure 19 partant du point A, tracez une droite perpendiculaire aux courbes de niveau de chaque côté du lit du cours d'eau, jusqu'aux points B et C d'altitude maximale. Puis reliez le point B au point D, suivant la même méthode et continuez à partir des points E, F ... I, jusqu'à ce que vous ayez atteint le point C sur l'autre rive du cours d'eau. La surface comprise à l'intérieur de la ligne de partage ABD ... SCA constitue le bassin versant relatif au point A du cours d'eau.

Autres indications dans l'identification des bassins dans les cartes topographiques:

- La direction des eaux est toujours perpendiculaire aux courbes de niveau;
- Les lignes de pente maximale sont celles qui unissent deux courbes de niveau contiguës dans le point de distance minimale entre les deux.



Figure_19



Figure_20

En Haïti, la structure responsable de la création et la gestion des cartes géographiques du pays est le CNIGS (Centre National Information Geo-spatiale)⁵.

Des cartes sont disponibles sur: <http://www.haitidata.org/data/search> et des cartes topographiques géoréférencées d'Haïti peuvent être téléchargées gratuitement sur le site de l'Université du Texas et Austin (University of Texas and Austin <http://www.lib.utexas.edu/maps/topo/haiti/>).



Figure_21



Figure_22



Figure_23

23

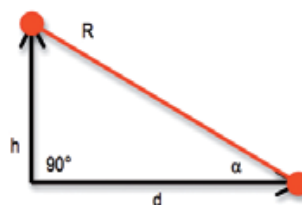
Évaluation de la pente en pourcentage (%):

Le pourcentage de pente permet de décrire le relief en exprimant le rapport entre la dénivellation et la distance horizontale. Par exemple, une pente de 3% correspond à une dénivellation de 3 mètres sur une distance horizontale de 100 mètres.

Attention: une pente de 100% signifie que pour 100 m à l'horizontale on progresse de 100 m en verticale, ce qui correspond donc à un angle moyen de 45° (et non 90°). Pour calculer la pente d'un trajet, il suffit d'appliquer la formule suivante:

Pente (%) =	(h) Dénivelé	X 100
	(d) Longueur parcourue	

Dénivelé = Hauteur totale entre le point d'arrivée et le point de départ.



$$\text{Pente \%} = \frac{h}{d} \times 100$$

$$100\% = \frac{h}{d} \rightarrow \alpha = 45^\circ$$

5) Rue Faustin 1er, 4, Turgeau -Port-au-Prince Tél: (+509)22449980, (+509)22449981/(+509)22449982/(+509)5107620 Email: cnigs.haiti@yahoo.com

Sur les cartes, la distance est à plat. Nous ne savons pas la vraie distance parcourue lors de l'élévation (représentée ici par l'hypoténuse R). La tangente de l'angle peut être utilisée pour trouver R. Tangente (α°) = h/L . À l'inverse, pour trouver l'angle (α°) : arc tangente (h/L) = α°

La pente peut être calculée à travers:

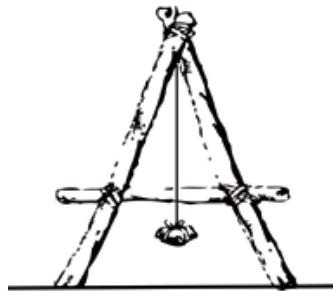
- Cartes topographiques: à travers les courbes de niveau et un centimètre (à proportionner à l'échelle de la carte), h et d sont identifiés sur la carte.
- Utilisation du niveau A (fig. 24): le niveau A est un instrument très simple et facile à construire. Il permet de mesurer des pentes et en particulier les pentes de 0% correspondant aux courbes de niveau d'un versant à aménager.

24

Construction:

Matériel nécessaire:

- 2 perches de 1,5m
- 1 perche de 0,8m
- 1 ficelle de 1m
- 1 petite pierre
- de la ficelle ou des clous.

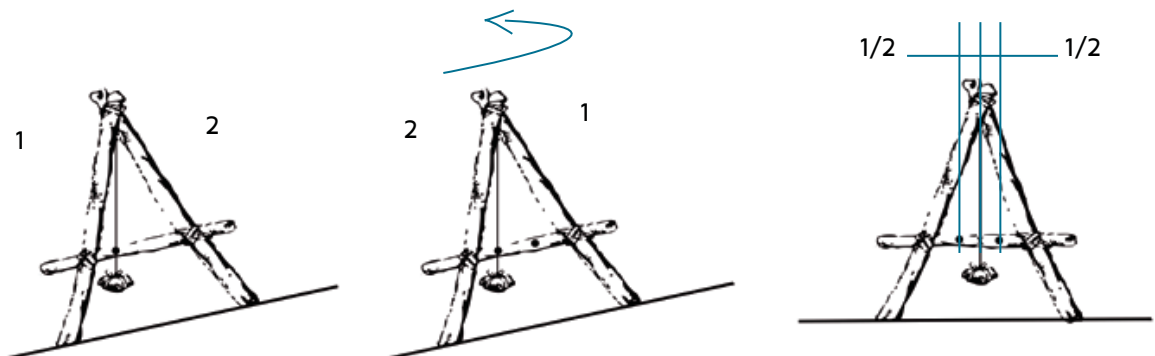


Figure_24

Il s'agit de lier au sommet les 2 perches de 1,5m avec un bout de ficelle ou des clous. Fixer très fort de façon transversale la perche de 0,8m. Il est impératif que cette dernière soit placée à une même distance sur les deux autres.

Fixer une ficelle au sommet à l'extrémité de laquelle on fixe une petite pierre.

Pour le calibrage, placer le niveau A sur un terrain un peu pentu dans le sens de la pente puis on plante un piquet à chaque pied. A l'aide d'un marquet ou un couteau, on marque légèrement l'endroit où la corde se stabilise sur la barre transversale. Ensuite on déplace le niveau A de façon que le droit remplace le pied gauche puis on marque légèrement le point sur la barre transversale. A partir de ces deux points, on marque le point O à leur milieu (fig. 25).



Figure_25

Un bassin versant remplit 3 fonctions principales:

Hydrologiques

- il recueille l'eau de pluie;
- il accumule des quantités variables d'eau pour des durées variables;
- il restitue cette eau sous forme de ruissellement.

Écologiques

Un bassin versant remplit au moins deux fonctions écologiques:

- il procure des sites d'échanges et des mécanismes essentiels pour le bon développement des réactions chimiques nécessaires aux organismes vivants;
- il procure un habitat à la faune et à la flore.

Socio-économiques

Chacun de nous vit dans un bassin versant; chacun de nous dépend de l'eau et des autres ressources naturelles pour sa survie. Toute personne qui vit ou qui travaille dans un bassin versant a un impact sur les conditions du bassin et sur les ressources qu'il soutient. Par conséquent, nous avons tous intérêt à collaborer à la préservation des conditions du bassin versant.

Haïti est composé par 30 bassins versants majeurs (fig.27 et fig. 28).

25 des 30 des bassins versants du pays sont fortement dégradés, provoquant des fréquentes inondations dans le pays, entraînant un épuisement des sols voire une disparition des facteurs de base de la production agricole et ayant des effets néfastes sur les infrastructures de production en aval. Les sols, comme les ressources ligneuses, se dégradent rapidement.

Le potentiel agricole exploitable est de 7.700 km² (29%), la superficie effectivement cultivée est cependant de l'ordre de 11.900 km² (44%), 420.000 hectares de terres marginales sont donc mises en culture. L'érosion des sols porterait donc sur 12.000 ha.

Les principaux facteurs à l'origine de cette dégradation sont la mauvaise gestion de l'espace, la fragilité du milieu physique (fortes pentes, nature des matériaux), la forte pression démographique, la faible productivité de l'agriculture, la violence des phénomènes climatiques, les pratiques culturales érosives, la coupe intensive de bois pour les besoins énergétiques et pour la construction. Les prélèvements des ressources forestières sont de 3 à 4 fois supérieurs aux rendements des formations forestières, les forêts ne couvrent plus que 1 à 2 % de la superficie du pays.



Figure_27

27

Le bassin versant est considéré comme une unité logique pour la planification des projets d'aménagement et de gestion des ressources naturelles du fait que dans cette unité toute activité et ressource est en interaction. Dans un bassin versant, les terrains en amont et en aval sont physiquement liés par le cycle hydrologique.

Une "approche bassin versant" utilise des zones hydrologiquement définies pour coordonner la gestion des ressources (eau, sol, forêts, etc.). L'approche est avantageuse car elle considère l'ensemble des activités au sein d'un paysage qui affecte la santé des bassins versants.

Idealement, une approche par bassin versant intégrera la biologie, la chimie, l'économie, et les considérations sociales dans le processus décisionnel.

Il considère la participation des intervenants locaux, les objectifs nationaux de l'État et des règlements. Il établit les priorités locales dans le cadre des objectifs nationaux et coordonne les actions publiques et privées.

Dans le cas de la lutte et la prévention de l'érosion du sol, utiliser une approche bassin versant signifie prendre en considération les causes et les conséquences de l'amont sur l'aval et vice versa du territoire en examen.

Bassin ou Zone (# sous - bassins)	Superficie (Km ²)	Bassin ou Zone (# sous - bassins)	Km ²
1. Bombardopolis/Gonaïves (3)	1130	16. Cayes-Jacmel/Anse à Pitres (3)	1201
2. Môle St Nicolas/Moustique (4)	795	17. Grande Rivière de Jacmel	561
3. Trois Rivières	898	18. Côte de Fer/Bainet (2)	1064
4. Port de Paix/Port Margot	547	19. St Louis du Sud/Aquin	714
5. Limbé	313	20. Cavaillon	400
6. Cap Haïtien	325	21. Cayes	661
7. Grande Rivière du Nord	680	22. Tiburon/St Jean	657
8. Limonade/Ouanaminthe (3)	1065	23. Jérémie/Les Irois	368
9. La Quinte	700	24. Grande Anse	554
10. Estère	800	25. Roseaux/Voldrogue	524
11. Artibonite (10)	6336	26. Corail/Anse à Veau	849
12. Saint Marc/Cabaret (3)	1118	27. Grande Rivière de Nippes	465
13. Cul-de-Sac	1598	28. Pte. Riv. de Nippes/Grd. Goâve (3)	691
14. Fonds Verrettes	189	29. Ile de la Tortue	179
15. Léogane/Carrefour (2)	598	30. Ile de la Gonaïve	691

SOURCE: OAS (1972); PNUD (1998); UTSIG (2001).

Figure_28

2. Étude diagnostique et du niveau de dégradation d'un bassin versant

La **dégradation des bassins versants** correspond à leur perte de valeur avec le temps, y compris en ce qui concerne le potentiel de production des terres et de l'eau. Elle s'accompagne de nets changements du comportement hydrologique du système fluvial, qui se traduisent par une diminution de la qualité, de la quantité et de la régularité du débit. Elle résulte de l'interaction de facteurs géographiques, climatiques et surtout anthropiques (déboisement irrationnel, pratiques culturelles inadéquates, etc.). Elle conduit à son tour à une accélération de la dégénérescence écologique, à une restriction des possibilités économiques et à une intensification des problèmes sociaux.

28

L'**aménagement des bassins versants** consiste à formuler et à adopter une ligne de conduite impliquant la meilleure utilisation possible des ressources des bassins, afin de fournir des biens et des services sans épuiser pour autant les terres et l'eau disponibles. D'ordinaire, les responsables de l'aménagement des bassins versants doivent tenir compte des facteurs sociaux, économiques et institutionnels agissant à l'intérieur et à l'extérieur de ces bassins.

Tous les bassins versants disposent d'un large éventail de ressources naturelles (sols, eau, forêt, pâturages, faune sauvage, minéraux, etc.). Dans le contexte d'un même bassin, certaines ressources sont complémentaires, alors que d'autres sont en concurrence. Par exemple le coup de bois des forêts a un effet positif sur la source d'énergie et l'économie des populations mais des effets néfastes sur l'érosion du sol et les rendements agricoles.

La ressource la plus en concurrence est généralement l'eau. La clé du succès consiste à utiliser les ressources disponibles de façon aussi efficace et durable⁶ que possible, en perturbant le moins possible le bassin dans son ensemble. Bien que les responsables de l'aménagement n'aient souvent aucun pouvoir décisionnel en ce qui concerne l'utilisation des ressources, il leur incombe de planifier et de mettre en œuvre des pratiques qui favorisent les formes d'exploitation complémentaires ainsi que de suggérer des mesures préventives et protectrices à l'égard des activités susceptibles de détériorer les bassins.

La maîtrise de l'eau pour usages domestiques, agricoles et industriels est l'objectif premier de l'aménagement des bassins versants, contribuant ainsi à l'amélioration des conditions socio-économiques générales. La gestion des bassins versants vise la maîtrise des écoulements ainsi qu'une meilleure gestion et valorisation des ressources en eau : favoriser l'infiltration de l'eau, régulariser les débits, multiplier les points d'eau en milieu urbain et en milieu rural pour les usages domestiques et productifs (agriculture et élevage), améliorer la qualité de l'eau, augmenter les disponibilités pour la production d'énergie, réduire les dégâts dus aux eaux de ruissellement, etc.

L'aménagement des bassins versants implique un processus décisionnel concernant de nombreuses formes d'exploitation des ressources et nécessite par conséquent une approche multidisciplinaire et participative surtout avec les représentants des populations qui vivent dans le bassin en question.

6) En ce contexte la durabilité a comme objectif une utilisation de la ressource de façon que soit compatible avec les besoins des générations futures.

L'aménagement des bassins est une entreprise permanente en considérant que le bassin même est toujours en évolution à cause de l'intervention humaine, l'érosion, les changements des climats, etc. Le plan initial d'aménagement doit être remanié à chaque modification des enjeux. Il incombe aux responsables de l'aménagement ou de la planification de faire un suivi rapproché et dans le cas où certains facteurs sont changés, de revoir la planification.

Pour la nature même du bassin versant, l'aménagement ne peut se faire qu'au travers d'un processus souple et continu.

Bassin versant dégradé → Étude et planification participative → Aménagement

L'étude et la planification des bassins versants sont les tâches préparatoires qui permettent d'effectuer une bonne intervention.

L'étude et la planification doivent être entreprises à quatre niveaux: national, départemental, du bassin versant (ou sous bassin), de l'exploitation agricole ou de la collectivité.

Les différents niveaux doivent évidemment se coordonner entre eux et fournir des réponses adéquates aux bénéficiaires finaux que sont les populations habitant dans le bassin versant. Il est suggéré d'impliquer des représentants des populations à tous les niveaux.

Rôles et responsabilité des acteurs impliqués dans l'aménagement des bassins versants:

Niveau	Responsables	Acteurs à impliquer	Objectives	Actions
National	Gouvernement (ministères impliqués: environnement, agriculture, infrastructures, etc.)	Directions départementales, ONGs, centres de recherche	Identification BV du pays, identification des BV prioritaires/ vulnérables/dégradés, identification des causes principales de dégradation	Politiques favorables à la protection des BV, élaboration d'un plan national et sensibilisation auprès des bailleurs de fonds
Départemental	Structures déconcentrées de l'État	Directions départementales, municipalités, ONGs, écoles, centres de recherche	Identification BV du département, identification des BV prioritaires/ vulnérables/dégradés, identification des causes principales de dégradation, respect des plans nationaux	Plan d'action départemental, synergie des acteurs vers BV prioritaires, suivi/évaluation des plans
Bassin versant	Organisations communautaires au niveau de BV	Directions départementales, municipalités, ONGs, écoles, centres de recherche, représentants des populations	Évaluation des dégradations du BV, identification des causes, élaboration d'un programme d'aménagement, implication des tous les acteurs du BV	Création des organismes de bassin et des comités de bassin versant, plan d'aménagement, suivi/évaluation
Exploitation agricole	Producteurs du BV	Directions départementales, municipalités, ONGs, écoles, centres de recherche, représentants des populations	Identification des pratiques pour réduire la dégradation du BV, respect des lignes directrices du plan d'aménagement, sensibilisation des autres producteurs	Implémentation des pratiques conseillées par le plan d'aménagement

Le Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire (CIAT) a élaboré un guide méthodologique pour les études de diagnostic des bassins versants. Dans le contexte haïtien, vu l'étendue des espaces agricoles, le diagnostic de bassin versant accorde une place importante à l'étude des pratiques agricoles et leurs incidences sur la dynamique de l'eau et les établissements urbains souvent situés dans d'étroites plaines côtières en aval.

Le diagnostic est un processus itératif qui fait appel aux outils de la science mais aussi aux connaissances et savoir-faire locaux. Il se déroule en étapes successives permettant de l'affiner progressivement:

- Définition des objectifs prioritaires de l'aménagement;
- Compilation de données existantes et analyse d'images satellite disponibles;
- Élaboration d'hypothèses sur la problématique de la gestion de l'eau dans le bassin versant;
- Définition de transects pour une première reconnaissance de terrain;
- Évaluation rapide de la situation à partir de parcours de terrain et d'interviews avec des personnes-ressource et parties prenantes sur place;
- Affinement des hypothèses;
- Définition des informations complémentaires à recueillir;
- Collecte, traitement de l'information et représentation cartographique;
- Définition des pistes d'intervention et priorisation ;
- Restitution de l'information aux parties prenantes pour analyse critique;
- Finalisation du diagnostic.

Le diagnostic permet de définir les potentialités, contraintes et dynamiques existantes. La connaissance du milieu qui est produite est aussi un outil pour les arbitrages et synergies à développer entre différents types d'utilisateurs des ressources de l'aire concernée afin d'arriver à une mise en œuvre harmonieuse et efficace des interventions.

Le rapport de diagnostic a intérêt à être présenté dans un langage clair qui permet aux différents publics (spécialistes et non-spécialistes) d'assimiler les problèmes identifiés, les principaux enjeux de l'aménagement et les voies d'interventions possibles.

Contenu de l'étude de diagnostic:

Secteurs	Sujets	Sources d'information et des données secondaires
Caractérisation du milieu biophysique	Aire de l'étude, divisions administratives, caractéristiques du bassin versant; Topographie, pente, pédologie, géologie et géomorphologie; Types de milieux, végétation, flore, faune, caractéristiques de la biodiversité	Bases de données CNIGS : http://www.cnigs.ht/ IHSI (recensement 2006). Cartes BDPA-DATPE, 1987 USAID, 2007. Environmental vulnerability in Haiti. Findings and recommendations: http://www.wilsoncenter.org/events/docs/Haiti_Final.pdf CIAT-LGL, 2011. Propositions pour le découpage des bassins versants Bureau des mines et de l'énergie (BME): http://www.bme.gouv.ht/mines/woodring/index.htm , http://www.bme.gouv.ht/carte/index.html Carte hydrogéologique PNUD, 1990 Butterlin, G. Géologie d'Haïti MDE/CEPAL/PNUD, 2009. Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti : http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/38487/P38487.xml&xsl=/dmaah/tpl/p9f.xsl&base=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl
Les ressources en eau et leurs utilisations	Données climatiques Hydrologie & hydrogéologie Inventaire des points d'eau; Localisation et caractéristiques des périmètres irrigués (plaine et montagne); Autres utilisations de l'eau; Qualité des eaux de surface et souterraines	Service National des Ressources en Eau Centre National Météorologique (CNM) Bases de données CNIGS: http://www.cnigs.ht/ Relevés d'institutions religieuses DINEPA BME Compagnies locales de forages Cartes BDPA/Secrétariat d'État du Plan 1982 Carte Hydrogéologique de la République d'Haïti SNRE/PNUD 1990 OEA, 1972. Mission d'Assistance Technique Intégrée ACDI, Bulletins Hydrographiques d'Haïti 1918-1929 PNUD, 2010. Géolocalisation des sources. MARNDR/ Direction des ressources Naturelles (SIGR/ PAIFC), 2001. Fichiers sur l'irrigation (CD ROM) Études réalisées par LGL US Army Corps of Engineers, 1999. Water Resources assessment of Haiti: http://www.sam.usace.army.mil/en/wra/Haiti/Haiti%20Water%20Resources%20Assessment%20English.pdf MSPP Emmanuel, E.; Lindskog, P., 2000. Regards sur la situation des ressources en eau de la République d'Haïti: http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/bitstream/123456789/316/1/eauhaiti.pdf

Secteurs	Sujets	Sources d'information et des données secondaires
Caractérisation du milieu socio-économique	Démographie et distribution de la population; Caractéristiques foncières; Activités économiques; Infrastructures et services de base	HSI: www.ihsi.ht CNIGS: http://www.cnigs.ht/ OCHA: http://www.reliefweb.int/rw/dbc.nsf/doc104?OpenForm&rc=2&cc=hti MPCE . Carte de pauvreté INARA ONACA IFPRI, 2000. Land tenure and the adoption of agricultural technology in Haiti: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/50042/2/capriwp06.pdf MTPTC, Base de données routières EDH: Direction de la planification
Classification du territoire, système de production et vulnérabilités	Classification du territoire, systèmes de production et vulnérabilités; Occupation des sols et gestion des ressources naturelles; Systèmes de production et stratégies de génération de revenus; Vulnérabilité	Cartes BDPA/Secrétariat d'État du Plan 1982 CNIGS Nord, Nord-Est: IRAM-ODN, 1984. Agricultures et Paysans du Nord et du Nord-Est Wood, H., 1964. Northern Haiti: land, land use, and settlement. A Geographical Investigation of the Département du Nord, University of Toronto Press Guide méthodologique pour les études de diagnostic des bassins versants 20 Ministère de la Culture (Haïti)/PNUD . Atlas côtier du Nord-Est d'Haïti. Environnement et patrimoine culturel de la région de Fort-Liberté. Port-au-Prince/Nantes. Ed. Projet "Route 2004": Étude Diagnostic de la situation agricole de la section rurale de Mathador. Commune de Dondon-Haïti par Sophie Devienne, INA-PG/CNEARC, 1997) http://www.unesco.org/csi/pub/papers/papers211.htm Nord-Ouest: MARNDP/UNOPS, 1998. Diagnostic de la situation agricole du Nord-Ouest. Centre: MARNDP/Ambassade de France, 2003. Mission d'appui à la planification et la mise en oeuvre des interventions de la DDA-Centre dans l'aire du Haut Plateau Central MARNDP/PDR, 2004. Plan de Développement du secteur agricole du Haut Plateau Central OXFAM Québec-CRC Sogema, 2006. Projet binational de réhabilitation du bassin versant du fleuve Artibonite – Rapport de l'étude diagnostique. Étude de cas: Les systèmes de production agricole de Lakou Cadichon (Plateau Central) de Nicolas Ferraton et Isabelle Thouzard, 2003, FAMV-Montpellier SupAgro Artibonite: USAID, 2009. Etude des systèmes de production agricole et des associations paysannes dans les bassins versants de la Rivière La Quinte et de la Rivière Grise Ouest: AFD, 2002. Étude de faisabilité d'un projet d'appui à l'agriculture périurbaine de Port-au-Prince. Les trois tomes Madian-Salagnac « Paysans, systèmes et crises » Manuel d'Agronomie Tropicale appliquée à l'agriculture haïtienne, FAMV-GRET, 1991 Grande-Anse: MARNDP/PDR, 2005. Diagnostic agricole et perspective de développement du secteur agricole dans la Grande Anse. Sud: PNUD, 1992. Étude sectorielle sur l'économie rurale. USD des Cayes. Sud-Est: FAC/CEE, 1991. Projet de Développement Rural Intégré. Rapport de capitalisation. Cellule de Risque et Vulnérabilité du CIAT (CRV) CNIGS. BME, Risque sismique : http://www.bme.gouv.ht/alea%20sismique/Alea_sismique%20HAITI.pdf

Secteurs	Sujets	Sources d'information et des données secondaires
Les filières potentiellement porteuses	Filières agricoles; Autres filières.	Cellule de Risque et Vulnérabilité du CIAT (CRV) CNIGS. BME, Risque sismique : http://www.bme.gouv.ht/alea%20sismique/Alea_sismique%20HAITI.pdf
Cadre institutionnel et parties prenantes	Les principaux acteurs; Les capacités de gouvernance locale en rapport avec la gestion du bassin versant; Leçons apprises des expériences passées d'aménagement du bassin versant.	MARNDR-BID, 2007. Mission d'analyse institutionnelle des parties prenantes relative à la préparation du Programme National de Gestion des Bassins Versants BID/GEF, 2009. Description de montage institutionnel du Projet GEF-IDB PNUE/Initiative Régénération, 2010. Etude des leçons apprises dans la gestion de projets environnementaux en Haïti : http://oneresponse.info/Disasters/Haiti/Environment/publicdocuments/Le%C3%A7ons%20apprises%20dans%20la%20gestion%20de%20projets%20environnementaux%20en%20Haïti.pdf CIAT/BID, 2010. Historique des interventions en matière d'aménagement des bassins versants en Haïti et leçons apprises
Les interventions possibles et leur mise en œuvre		USAID/HAP, 2003. Do small farmers in Haïti invest in natural resources management without external subsidy?A post-project review. Les choix techniques pour le traitement des ravines : http://charles.lilin.free.fr/Ha%Efti/Le_traitement_des_ravines.doc USAID/PADF-PLUS, 2001. Farm to market. Conservation farming in Haïti.End of project report. USAID/SECID, 2001. SECID/Auburn University PLUS. Final report. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDABT829.pdf Banque Mondiale, 2008. Water management approaches, policies and operations : lessons for scaling up. http://siteresources.worldbank.org/TURKEYEXTN/Resources/361711-1216301653427/5218036-1267432900822/WatershedExperience-en.pdf

3. Enquête sur l'érosion hydrique du bassin versant

Dans le cadre de la lutte et de la prévention de l'érosion du sol, des enquêtes spécifiques peuvent être amenées sans avoir recours au diagnostic entier du bassin versant. Il s'agit d'identifier le niveau de dégradation érosive d'un certain bassin versant et identifier des techniques pour réduire le phénomène. La conception d'une opération d'aménagement à la parcelle n'est pas une alternative à une opération d'aménagement du bassin versant.

Les deux concepts doivent être complémentaires ou, si cela n'est pas possible du fait de coûts trop élevés, dans l'approche à la parcelle, les effets de l'amont sur l'aval doivent être pris en compte. Les problèmes d'érosion s'observent au champ. Toutefois, une étude préalable de certains documents est essentielle pour orienter le travail et faciliter l'identification des problèmes sur le terrain. Voici les principaux outils pour effectuer cet exercice:

1. Examen des orthophotos ou des photos aériennes (si disponibles)

Des photos à échelle 1:15 000 sont normalement suffisantes pour un premier repérage des problèmes d'érosion. Google Earth fournit aussi une opportunité intéressante pour avoir des photos aériennes gratuites et géoréférencées. On cherche sur ces photos des indices qui peuvent nous faire suspecter des problèmes. Par exemple, la présence de cours d'eau allant en s'élargissant, des fossés qui semblent larges ou des glissements de terrain en cours. Autre indice, la présence de champs où la couleur du terrain sur la photo varie beaucoup, passant de très claire (blanc) à gris pâle, gris foncé ou d'autres signes caractéristiques.

2. Examen des cartes (si disponibles)

Topographiques, pédologiques, de cours d'eau, etc. Les cartes peuvent fournir plusieurs informations importantes. A travers les cartes topographiques, le bassin versant peut être tracé, les parcours de l'eau, la taille approximative du bassin, la pente des terrains et les zones à majeur risque d'érosions identifiées. Les cartes peuvent fournir d'autres informations saillantes, telles que: texture du sol, utilisation des terrain, vulnérabilité à l'érosion, présence de cours d'eau ou d'un drainage souterrain, etc.

3. Discussion avec les agriculteurs

La discussion avec l'agriculteur est une étape importante pour confirmer ou invalider les informations obtenues précédemment et pour susciter son intérêt à s'impliquer pour solutionner le problème. L'implication des exploitants et des propriétaires des parcelles dans la définition des actions pour réduire l'érosion du sol sera fondamentale et il est donc très important de les impliquer depuis l'identification des problèmes et des causes. La visite de terrain (point 4), quand elle est possible, sera réalisée avec l'agriculteur.

Demandes principales à poser:

- S'il a observé des signes d'érosion dans ses champs (petite rigoles, ravines, dépôts de terre, etc.) ou au long des cours d'eau et des fosses qui les entourent (talus, ravinement, approfondissement des lits dépôts de sol, etc.);
- S'il a observé des réductions de rendement des parcelles et s'il connaît la raison;
- Quelles cultures et pratiques culturelles sont utilisées (cultures, rotations, associations, labour, etc.);
- Quelles techniques antiérosives sont utilisées traditionnellement.

4. Visite du terrain et observation des signes

La qualité des renseignements recueillis lors de la visite du terrain influence grandement l'efficacité et la qualité de l'action qui sera réalisée. Le technicien doit chercher à recueillir, dès la première visite, toutes les informations requises pour pouvoir poser le diagnostic et identifier les solutions envisageables.

Dans les cas relativement simples, ceci évite d'avoir à effectuer une deuxième visite pour recueillir des données importantes manquantes, ce qui permet de gagner en efficacité. La tendance habituelle de l'agriculteur est d'amener le technicien à voir directement, sur le site, le résultat du problème d'érosion.

Bien qu'il soit important de se rendre sur place pour voir le problème, nous recommandons au conseiller de recueillir en amont les informations nécessaires pour établir son diagnostic. Ceci peut permettre d'éviter d'avoir à revenir sur ses pas. Il peut également être nécessaire, en se rendant voir le problème, de faire certains détours, pour bien comprendre d'où vient l'eau qui cause le problème. En fait, il faut être capable de comprendre, au niveau topographique et sur le terrain, les limites du bassin versant qui fournit l'eau causant le problème. Il faut aussi pouvoir indiquer les caractéristiques pertinentes de ce bassin versant. Cela se fait en marchant vers le bassin versant, en allant voir le sens d'écoulement des fossés et en posant les bonnes questions à l'agriculteur, dont la présence devrait s'assurer lors de cette visite. Le meilleur moment pour faire la visite au champ est après des fortes pluies.

Il est également possible de faire de bonnes visites au champ à d'autres périodes, par exemple lorsque la culture commence à pousser. Les visites au champ peuvent aussi être faites à d'autres moments mais, en général, il est plus difficile de voir les détails une fois que la végétation est bien installée.

Le but de la visite au terrain est de caractériser le problème et d'amorcer une recherche de solutions. Voici les principales étapes à suivre:

4.1 Caractériser le problème

a) Tracer les limites du bassin versant sur la photo aérienne ou sur la carte topographique

Il est essentiel de tracer la limite du bassin versant qui fournit l'eau qui provoque le problème et ce, afin de pouvoir calculer le débit d'eau.

La meilleure façon de faire est de poser les bonnes questions à l'agriculteur. En général, les agriculteurs savent comment circule l'eau sur leur propriété et au voisinage immédiat. Toutefois, dans certains cas, il peut être nécessaire d'aller vérifier sur place la direction d'écoulement des fossés, les ponceaux sous les routes, la présence ou non de fossés le long de boisés, la présence ou non de fossés de lignes séparant le site étudié de la propriété voisine, etc.

b) Tracer le parcours de l'eau

Il faut également pouvoir tracer le parcours général de l'eau à partir du point le plus éloigné jusqu'au site des problèmes à solutionner. Sur ce parcours, il faut être en mesure d'identifier les cultures, les types de sol ainsi que les rigoles, fossés et cours d'eau. Il faut se rendre sur place pour mesurer l'ordre de grandeur des pentes sur le parcours général de l'eau (exemple : < 0,5 %, 0,5 - 1 %, 1 - 2 %, 2 - 5 %, > 5 %).

Une de parties les plus importantes de la visite et celle d'observer, caractériser, localiser, mesurer les signes d'érosion (en ordre de volume d'érosion):
Concentration de particules grossières en surface par perte d'éléments fins et fertiles (érosion laminaire),

- Griffes (1-20 cm de profondeur);
- Rigoles (20-60 cm de profondeur);
- Ravines (>60 cm);
- États des rives (glissement de terrain, talus, etc.);
- Dépôts de sédiments.



Effaçables avec le travail du sol

4.2 Amorcer la recherche de solutions

- a) Demander à l'agriculteur son avis sur la cause du problème;
- b) Identifier avec l'agriculteur une ou des solutions envisageables;
- c) Caractériser la ou les solutions envisageables: pentes du terrain et changement de pentes, types de sols, ouvrages à construire (fossés, voies d'eau, empiérement, protection de talus, avaloirs, etc.).

5. Analyses complexes

- a) Utilisation d'algorithmes et de logiciels pour l'évaluation de l'érosion à travers l'équation USLA;
- b) Élaboration des cartes de l'érodabilité à travers des logiciels;
- c) Évaluation des parcours et des volumes d'érosion avec des techniques nucléaires de tracement des isotopes.

4. Agronome ou ingénieur?

Les interventions pour prévenir les problèmes d'érosion hydrique au champ se situent à l'interface entre les champs de pratique de l'agronome et ceux de l'ingénieur. Les recommandations concernant la culture des plantes et l'aménagement général des sols font partie du champ de pratique de l'agronome. Ceci inclut, à notre avis, l'évacuation normale de l'eau des champs en culture par le profilage des champs et l'aménagement de fossés et de voies d'eau, qui demeurent de petites envergures.

Les situations qui font partie du champ de pratique de l'ingénieur sont celles qui demandent normalement des calculs particuliers pour estimer les débits de pointe et la vitesse de l'eau ainsi que pour proposer des mesures de protection des sols adaptées à chaque cas, capables d'évacuer les débits estimés et capables de résister à la force d'arrachement de l'eau.

Compte tenu de cette zone grise qui existe entre les champs de pratique des deux professions, nous recommandons que dans les cas d'une certaine complexité, le conseiller agricole prudent s'assure que ses recommandations s'appuient sur une recommandation d'agronome et également sur une recommandation d'ingénieur.

Chapitre 3 :

Techniques de conservation de sol

38

1. Les différents aspects à prendre en compte

Définition de l'utilisation rationnelle des terres: Il s'agit d'obtenir le plus grand profit pour la collectivité le plus longtemps possible tout en assurant le maintien de l'équilibre naturel des facteurs de production.

Elle est basée sur: l'aménagement intégré du milieu et la classification des terres selon des critères bien définis.

Conventionnellement on distingue:

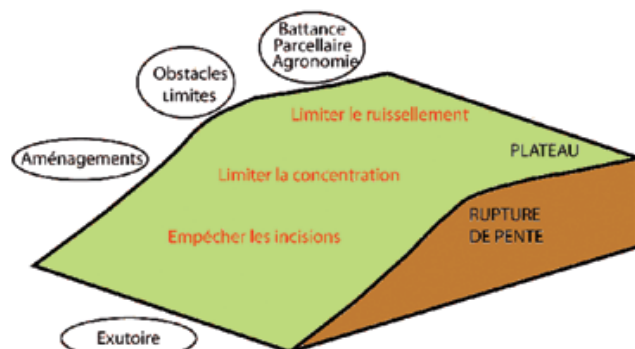
- Terres de production livrées aux cultures
- Terres de protection généralement occupées par la végétation naturelle (forêt + prairie permanentes).

Dans un bassin versant, l'équilibre entre ces 2 niveaux est primordial mais susceptible d'être rompu par un changement de facteurs de production. Généralement, cette répartition doit surtout tenir compte de la morphogenèse et de son action (érosion, décapage, accumulation, etc.) d'où la définition d'un certain nombre de types de région à partir de leur potentiel propre et des effets qu'elles ont sur d'autres.

La mise en place d'un programme anti-érosion est assez complexe et ne peut se faire sans adhésion de nombreux partenaires (agriculteurs, ingénieurs, élus locaux, techniciens, chercheurs, etc.). Les principes qui peuvent être retenus pour limiter efficacement l'érosion sont:

- Identifier les différentes zones suivant les processus dominants, tant du point de vue de la formation du ruissellement que de l'érosion elle-même à l'échelle du bassin versant (fig. 29)
- Selon les zones et le processus courant, agir par spécificité:
 - protéger le sol de l'impact de la pluie,
 - retarder et réduire la formation d'un écoulement superficiel,
 - réduire les capacités de détachements et de transport du ruissellement en limitant sa vitesse et sa concentration.

Les différentes formes et degrés d'érosion sont en fonction de la pente, du niveau dans le versant, du sol et de la zone agro-écologique (fig. 30).



Figure_29

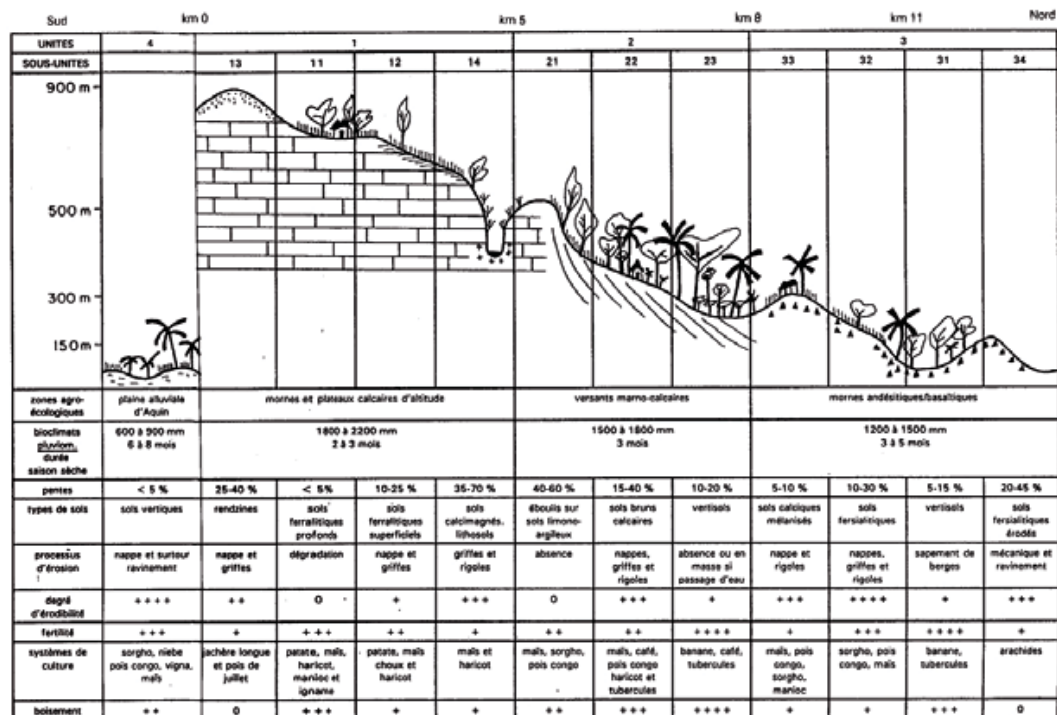
Les solutions se situent donc à plusieurs niveaux. Dans les parcelles agricoles, elles sont à mettre en œuvre par les agriculteurs eux-mêmes, conseillés par les techniciens professionnels (ONGs, BAC, DDA, etc.).

Hors des parcelles agricoles, elles relèvent d'une gestion collective, mise en œuvre avec l'aide des directions départementales de l'agriculture et de l'environnement.

Deux types de mesures complémentaires pourront ainsi être mises en place: **des mesures agronomiques (préventives) et des mesures hydrauliques (curatives).**

Il convient d'agir en priorité sur les mesures agronomiques (techniques culturales) et en particulier sur le choix des cultures et des rotations en fonction des différents aspects et surtout du gradient de la pente. Il est prouvé que l'exploitation des cultures annuelles sur des fortes pentes débouche fatalement sur l'apparition de terres dégradées et infertiles à cause de l'érosion (couche arable et fertile se déplace vers l'aval).

Dans des sols calcaires, la reconstitution du sol à partir de la roche mère est beaucoup plus lente que sur des substrats basaltiques. Une attention particulière au processus d'érosion dans les substrats calcaires doit être accordée.



Figure_30

Choix des cultures en fonction des pentes:

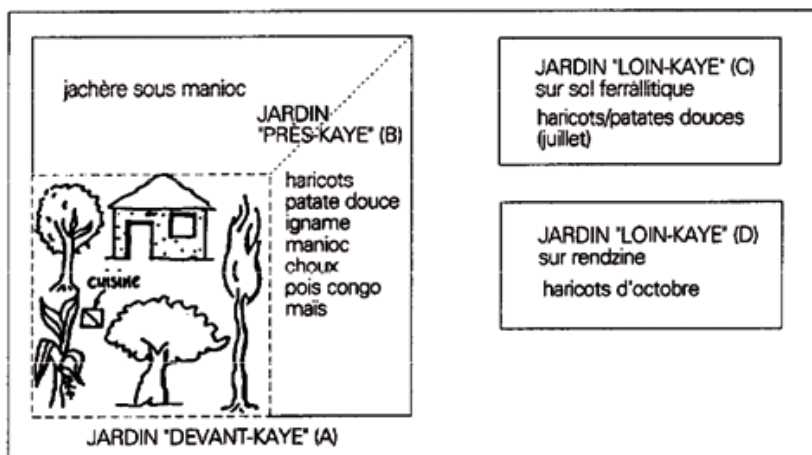
Pentes		Cultures recommandées	Pratiques recommandées
Très fortes	>80%	Forêt (en défense pour régénération naturelle)	Régénération naturelle
Fortes	50 : 80%	Arbres et cultures permanentes	Café, cacao, fruitiers
Moyennes	25 : 50%	Arbres, pâturage, cultures pluriannuelles	Systèmes d'agroforesterie (canne à sucre, ananas, etc.)
Légères	<25%	Cultures annuelles	Pratiques de conservation de sol en fonction des caractéristiques géomorphologiques de la parcelle

41

Ce schéma idéal, appliqué aussi dans d'autres îles des Caraïbes (Guadeloupe, Martinique, Dominique) ne pourra être appliqué à grande échelle que s'il existe une réelle volonté politique (par exemple des subventions pour les agriculteurs comme en Europe et États Unis).

2. Techniques traditionnelles pour la réduction de l'érosion

Le système de gestion des espaces agricoles en Haïti se fait à travers de trois jardins caractérisés par leur utilisation et distance vis-à-vis de la maison et l'échange de fertilité du sol entre eux rendu possible par l'intermédiaire du bétail (fig. 31)



Figure_31

Le jardin «devant-porte-kaye» ou «lakou», normalement de propriété et avec une surface de 500 à 1.000 m², entoure la maison avec une végétation dense. Dans ce jardin, de nombreuses espèces pérennes ou annuelles sont associées et forment plusieurs étages de végétation.

Les espèces arborescentes forment l'étage supérieur: avocatiers (*Persea amaricana*), chadéquiers (*Citrus maxima*), sucrons (*Inga vera*), lauriers (*Ocotea leuvoxylon*), orangers amers (*Citrus aurantium*).

Les espèces arbustives forment l'étage intermédiaire: bananiers, caféiers, ricins.

Les espèces herbacées forment l'étage inférieur et sont adaptées à l'ombre: «malanga» (*Xanthosoma campestris*), «mazonbelle» (*Colocasia esculenta*), amarante (*Maranta arundinacea*). On y trouve aussi des cultures légumières et des lianes: igname (*Discorea* SP.), cristophineou «mirliton» (*Sechia edulis*), giraumon (*Cucurbitamoschata*), cive (*Allium fostulosum*).

Le jardin «près-kaye» (de 1 000 à 5 000 m²), non boisé, est délimité par une haie vive d'arbustes afin de marquer la propriété, abriter les cultures du vent et les protéger des animaux. On y cultive en association le haricot, le maïs, l'igname, la patate douce (*Zpomea batata*) et le manioc (*Manihot utilissima*).

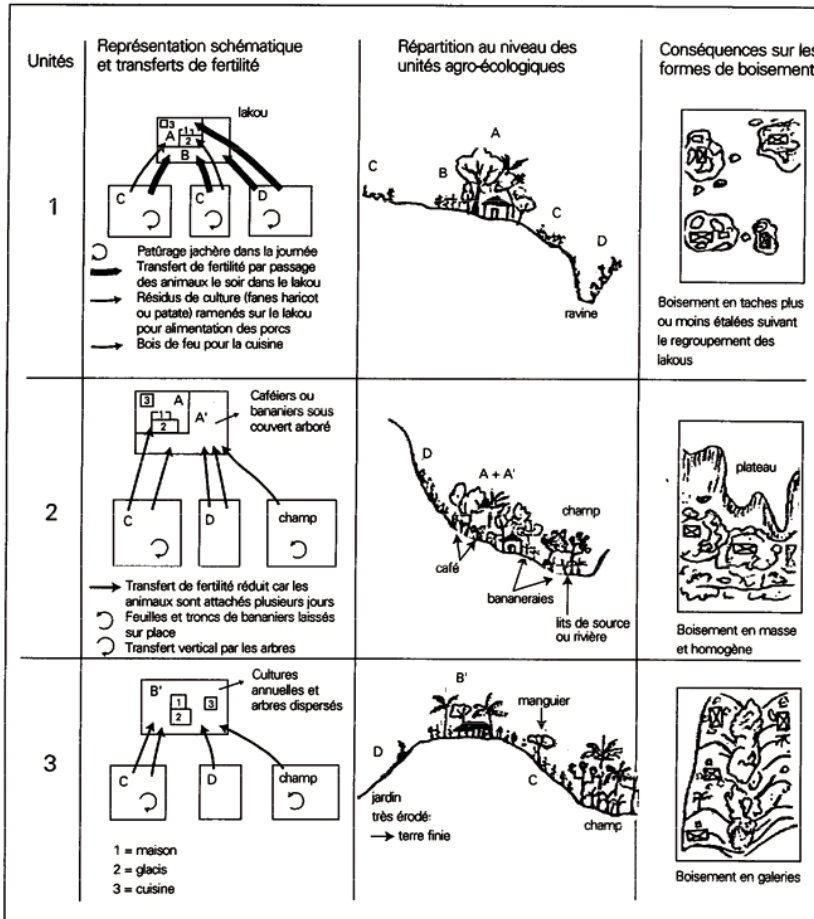
Les jardins «loin-kaye», dont la surface totale est souvent supérieure à 5 000 m², sont situés dans des zones très peu boisées et éloignées de l'habitat. Ils sont en fermage, en métayage ou en indivision. Ils sont peu fertiles et dégradés. Les paysans y pratiquent une association de haricot et de patate douce pendant six mois, ensuite la parcelle est laissée en jachère pâturée. Si les jardins sont vraiment dégradés et situés sur de fortes pentes, ils sont laissés en jachère longue (plus de trois années) pour le pâturage des caprins (zone de racks).

Il est important de noter que, pour gérer les réserves de matière organique, les paysans réalisent des transferts de résidus de culture d'une parcelle à l'autre (fig. 32). Si la fertilité de certains jardins (le plus souvent en propriété) qui se trouvent près des habitations augmente, cela se fait au détriment des autres, plus éloignés (le plus souvent en métayage ou en fermage) qui voient leur fertilité baisser à cause des exportations régulières de résidus de culture vers les autres parcelles à plus grande sécurité foncière.

Les paysans ont peu intérêt à les fertiliser, ne sachant pas s'ils pourront les exploiter l'année suivante.

Le facteur «tenure foncière» joue un rôle très important dans la dégradation des sols. Plus le jardin est proche de l'habitation et plus le taux de matière organique est important (fig. 33).

Cette augmentation des stocks organiques s'accompagne de celle de la capacité d'échange cationique, du pH et de la stabilité structurale.



Figure_32

TABLEAU II
 Principales caractéristiques des sols des différents types de jardins
 Main features of soil for the different types of garden

Analyse des horizons de surface (0-10 cm)	Jardins "devant porte-kaye"	Jardins "près -kaye"	Jardins "loin-kaye"
Taux de matière organique (%)	5 à 8	2 à 6	1 à 2
pH	6,5 à 7,5	6 à 7	5 à 6
Capacité d'échange cationique (még/100 g)	15 à 25	5 à 20	2 à 5
Structure	Grumeleuse et stable	Moins stable	Fine et sableuse

Figure_33

La pratique de la jachère

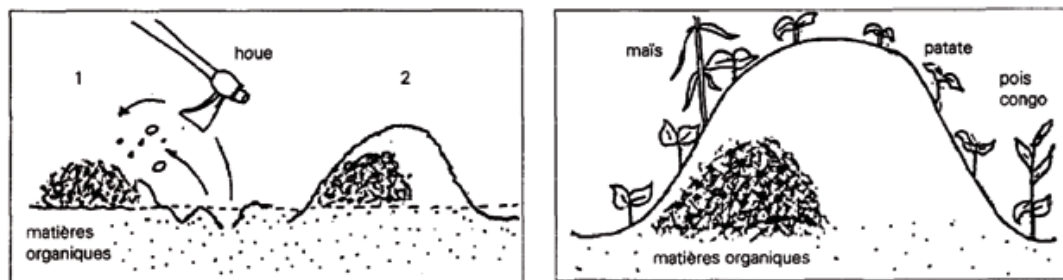
La jachère était autrefois une pratique courante en Haïti. Malheureusement, la diminution de la disponibilité en terre impose le raccourcissement des temps de jachère et tend à faire disparaître cette pratique. Actuellement, la durée d'une jachère sur le transect peut varier de trois mois à deux ou trois ans selon les types de jardin et la disponibilité en terre du paysan.

D'une façon générale, lorsque les jachères sont longues (dix-huit mois à deux ans), les animaux sont laissés au piquet sans apport de fourrage, d'abord pour y manger les résidus de récolte sur place (paille de maïs, de sorgho, fanes de patate), puis pour le pâturage. Il y a ainsi un recyclage direct de la matière organique en déjections animales qui, non fermentées et exposées au soleil, doivent subir de fortes pertes en azote. Cette technique provoque souvent un tassement du sol sur forte pente, ce qui favorise le ruissellement.

En définitive, une jachère de longue durée, herbacée ou arbustive, permettrait de rétablir les conditions d'une meilleure nutrition azotée. En revanche, il est probable que les jachères courtes (six à dix-huit mois), souvent surpâturées, ne produisent pas ces effets et qu'elles n'aient pour autre fonction que d'assurer le maintien des animaux, éléments privilégiés de capitalisation ou au moins d'épargne, sur l'exploitation.

Concentration de la matière organique dans les buttes

Cette pratique concerne tous les types de jardin: après une jachère, et un mois avant les semis et plantations, les mauvaises herbes sont sarclées, puis séchées et rassemblées en tas. Elles sont ensuite recouvertes de terre prise dans l'horizon superficiel (15 cm), le plus riche en matière organique, pour former des buttes d'un mètre de diamètre. Cette opération va favoriser le développement racinaire par amélioration du drainage et aération. Elle permet surtout une concentration de la matière organique dans la butte (fig. 34). Ainsi le maïs, plante la plus exigeante, est semé dans la situation la plus favorable tandis que le pois congo, moins exigeant grâce à son système racinaire profond et puissant, l'est dans une situation moins favorable.



Figure_34

Le brûlis

Cette pratique est surtout courante dans les unités où la matière végétale résiduelle est très ligneuse : chaumes de sorgho, tiges de pois congo, tiges de manioc. Elle est brûlée lorsqu'elle se trouve en quantité importante, car sa décomposition serait trop lente. La brûlis permet une préparation rapide des sols mais libère aussi une grande quantité d'éléments minéraux disponibles rapidement en début de culture. Cette technique a cependant certains désavantages: sur les sols pentus, elle favorise le ruissellement et le décapage, et ne permet pas, par enfouissement, une meilleure rétention de l'eau et un enrichissement en matière organique; si ces sols sont bien pourvus en matière organique, la dégradation est moindre mais l'érosion diffuse est importante.

45

3. Techniques culturelles conservatives (mesures agronomiques)

La meilleure façon de protéger les sols de l'érosion est de maintenir une bonne couverture végétale afin de protéger le sol de l'impact des gouttes de pluie, favoriser l'infiltration, ralentir la vitesse des eaux de ruissellement, maintenir le sol en place.

Pour cette raison, les cultures permanentes sont les seules à avoir un effet toujours positif pour réduire les taux d'érosion et la dégradation des bassins versants. Les cultures permanentes à encourager sont celles avec un potentiel économique plus intéressant comme le café, le cacao, les fruitiers et les prairies permanentes. La mise en place des systèmes d'agroforesterie (chapitre 5) a des effets extrêmement positifs sur la prévention et la lutte contre l'érosion.

Dans la mise en place de cultures annuelles, au delà des techniques antiérosives d'aménagement, la planification de la gestion des parcelles est capitale:

- Calendrier rational: bon développement de la culture avant la période des pluies;
- Cultiver selon les courbes de niveau;
- Éviter de mettre en culture des grandes parcelles (plus longues de 25 mètres dans le sens de la pente);
- Cultiver en bandes d'environ 25 m de large au maximum selon les courbes de niveau et en alternant des bandes en jachère et des bandes en culture à des degrés différents de développement;
- Si pour des raisons foncières, il n'est pas possible de cultiver en bandes selon les courbes de niveau, gérer au mieux les parcelles pour qu'il y ait sur un même versant une alternance de parcelles en jachère et des parcelles cultivées;
- Encourager les cultures associées avec des cycles décalés.

Au niveau des techniques culturelles, il est important de :

- Rapprocher les périodes de préparation du sol et de semis ;
- Cultiver sur des billons en courbes de niveau (fig. 35), possiblement cloisonnés tous les 10 mètres environ (fig. 36) ;
- Laisser de préférence les résidus de récolte sur le sol ;
- Apporter de la matière organique ;
- Fertiliser pour avoir un développement meilleur et plus rapide de la végétation.

46



Figure_35



Figure_36

D'autres techniques antiérosives plus spécifiques sont possibles selon le contexte. Afin de réduire l'érosion, les techniques peuvent être classifiées selon leurs influences sur les facteurs qui caractérisent le processus de l'érosion :

- Diminution de l'impact des gouttes de pluie;
- Favorisation de l'infiltration de l'eau.

Techniques culturelles conservatives spécifiques pour diminuer l'impact des gouttes de pluie:

Le non-labour (ou réduction de labour)

La suppression/réduction du labour peut permettre dans certains cas de limiter l'impact des gouttes de pluie et de réduire très nettement le ruissellement.

La persistance de résidus végétaux en surface protège très bien la surface du sol (effet de mulch). Cette pratique entraîne également la persistance du profil du sol de zones continues, plus ou moins profondes, ce qui augmente la résistance du sol vis-à-vis de l'incision des couches superficielles. Cependant, cette pratique a parfois des inconvénients. La quantité totale d'eaux ruisselées est parfois plus élevée en non travail en raison d'une plus faible rugosité de surface qui entraîne une plus faible rétention superficielle. Le non enfouissement des résidus de récolte empêche également la restitution de la matière organique dans le profil du sol.

La suppression ou réduction du labour semble très efficace aujourd'hui contre l'érosion hydrique avec des rigoles parallèles et peu espacées ; elle semble l'être un peu moins dans un contexte où prévaut l'érosion par ruissellement concentré (rigoles et ravines très espacées).

Le paillage et le non-déchaumage

Le paillage permet de lutter efficacement contre l'impact des gouttes de pluie (effet splash). Il constitue un rideau protecteur et crée une rugosité de surface qui divise et ralentit la lame d'eau de ruissellement; les pertes en terre sont ainsi considérablement réduites (fig. 37). Elle consiste à étaler directement sur le sol des écorces, des copeaux de bois ou de résidus végétaux (fig. 38 et fig. 39). Le paillage a des effets aussi dans la réduction de l'évaporation de l'eau, dans la limitation de la pousse des mauvaises herbes et dans le développement des micro-organismes nécessaires à la croissance des plantes.

Le paillage peut être naturel ou artificiel. Il peut être mis en œuvre par la technique du non déchaumage. Pendant l'interculture, il peut s'écouler une longue période durant laquelle le sol reste parfois sans protection.

Le non déchaumage consiste alors à laisser le chantier de récolte en l'état et reporter le labour. Le paillage est assuré par les pailles de la culture précédente. Le non déchaumage est un excellent moyen de lutte pour les situations de fortes pentes et de rupture de pente dans les secteurs de passage d'eaux inévitables (fond de vallée sèche et zone de ravinement annuel).

	T/ha de résidus	
	0	2,5
Ruissellement: hauteur totale (mm)	84	51
Vitesse (m/s*1000)	2,2	0,6
Concentration en sédiments (g/l)	38	7
Pertes en terre (t/ha)	33	4

Figure_37



Figure_38



Figure_39

Les cultures intermédiaires/engrais vert

Les cultures intermédiaires sont implantées après les cultures principales et permettent d'assurer une protection des sols dénudés. Deux types de cultures intermédiaires peuvent être utilisés :

- les cultures destinées à être récoltées, puis vendues ou autoconsommées;
- les engrais verts destinés à être enfouis pour améliorer les propriétés physiques du sol (meilleure stabilité structurale).

Leur intérêt pour limiter l'érosion tient:

- à la protection qu'ils assurent au sol quand ils fournissent rapidement une couverture suffisante pour limiter la battance;
- à la rugosité qu'ils peuvent créer en surface.

48

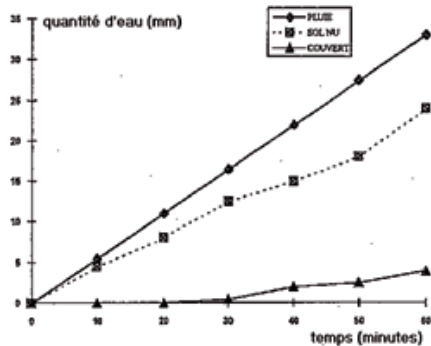
La technique des engrais verts consiste, entre deux mises en culture d'une parcelle, à y installer des plantes fourragères ou légumineuses que l'on enfouira dans le sol pour en fixer l'azote et le nourrir. Plusieurs plantes sont utilisées dans le cadre de l'engrais vert. Le choix dépend de la nature du sol et des besoins des cultures suivantes. Généralement, les semis les plus pratiqués sont réalisés avec des plantes fourragères légumineuses comme le trèfle, la luzerne, ou non légumineuses comme la moutarde, la phacélie ou la vesce.

L'effet protecteur est lié au développement de la masse végétale lors des pluies. L'implantation d'un engrais vert peut donc être utile pour limiter les risques de ruissellement et d'érosion si elle est réalisée assez tôt. Des mesures sous simulation de pluies ont permis de démontrer l'intérêt d'une telle pratique (fig. 40). Le sol nu restitue la quasi totalité de l'eau reçue (les courbes de la pluie et du sol nu sont presque parallèles). En sol couvert, on constate un retard important (environ 30 mn) de la mise en œuvre du ruissellement, mais aussi une infiltration non négligeable qui se poursuit par la suite.

Les engrais verts ont aussi d'autres avantages:

- ils contribuent au maintien des sols au niveau des ruptures de pente ou des zones de concentration, à condition de choisir des variétés à système racinaire puissant ;
- ils améliorent la décomposition des résidus de récolte en favorisant l'activité microbienne et biologique du sol ;
- ils laissent le sol dans un état favorable pour la récolte suivante;
- ils demandent peu de temps de travail et peu de moyens financiers et améliorent très nettement les rendements.

Le choix d'implantation est ensuite à raisonner en fonction des cultures précédentes, des caractéristiques climatiques et de la concurrence avec les autres activités (récoltes, ramassage des pailles). Le choix des espèces est à faire en fonction de l'objectif recherché et de la date des semis. Les dates limites d'implantation des différentes espèces dépendent du régime climatique local.



Figure_40

Techniques culturelles conservatives spécifiques pour favoriser l'infiltration de l'eau:

Le travail du sol

Les différentes façons culturales induisent des états de surface qui conditionnent la rugosité du sol, son système de porosité et l'état de tassement. Le travail du sol intervient donc à la fois sur le stockage de l'eau en surface et le régime d'infiltration. L'influence des opérations techniques sur la formation et le volume du ruissellement mérite la plus grande attention.

La préparation des lits de semences

Conserver un maximum de rugosité à la surface du sol permet de retarder et limiter l'apparition du ruissellement. Un sol très motteux réduit le ruissellement de 50 à 75 % par rapport à un sol nu. Il y a lieu d'arbitrer entre la nécessité d'avoir un affinement suffisant pour assurer une bonne levée et pas trop fine pour limiter la vitesse d'apparition du ruissellement.

Si les pluies risquent de survenir rapidement après les semis, un travail grossier permet de limiter le ruissellement. Il y a peu d'inconvénients sur le plan agronomique car la pluie favorisera une bonne humectation malgré un contact terre-graine médiocre. Par contre, plus la probabilité de temps sec après le semis est forte, plus il faut affiner la ligne de semis. Une telle appréciation prêche surtout pour une bonne connaissance des risques locaux et un arbitrage en conséquence.

L'affinement nécessaire pour assurer un bon contact terre-graine doit être limité aux lignes de semis. La rupture entre le lit de semence et le reste du profil doit être aussi la moins marquée possible, quelque soit le type du sol: les obstacles au drainage interne favorisent la dégradation de l'état de surface dans le cas des sols fragiles et diminuent le temps d'apparition du ruissellement dans le cas des sols plus résistants.

Le binage

Cette opération a pour principal objectif de lutter contre les adventices. Elle permet de briser la croûte de battance et de restituer ainsi une certaine capacité d'infiltration au sol. En même temps, le binage ameublisse le sol et facilite ainsi l'entraînement des particules par le ruissellement. Du point de vue de l'érosion, l'effet du binage peut être bénéfique si la dégradation de surface est importante et si les risques d'averses violentes sont faibles. Par contre, il est à proscrire ou à envisager avec beaucoup de prudence dans les zones sensibles à l'incision (zones de concentration et fortes pentes).

Le sens du travail du sol

Un travail en travers de la pente peut, dans une certaine mesure:

- retarder l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la plus grande pente;
- ralentir l'écoulement en diminuant la pente de son lit.

Cependant, il y a souvent plusieurs pentes du fait de l'existence de talwegs secondaires, parfois très faiblement marqués. Dans ce cas, les lignes de travail perpendiculaires à la pente générale ne seront pas rigoureusement de niveau: le « réservoir » créé par chacun des sillons jouant en quelque sorte un rôle de « barrage », peut déborder en point de concentration où l'écoulement, initialement retardé, pourra acquérir des capacités de détachement et de transport nettement supérieures, causant alors des dégâts importants au sein même de la parcelle où il se forme ou en aval.

50

L'entretien humique et calcique des sols

L'ensemble des éléments qui peuvent améliorer la stabilité structurale des sols est susceptible de limiter leur sensibilité à l'érosion. Les amendements calcaires et humifères peuvent améliorer la résistance des sols, lorsque leurs teneurs en matière organique et en calcium sont particulièrement faibles. En améliorant la stabilité structurale, ils limitent la battance et la prise en masse des couches labourées, ce qui augmente les capacités d'infiltration du sol. Les sources de matières organiques peuvent être variées.

La rotation des cultures

La rotation des cultures sur une même parcelle permet de réduire l'érosion. Elle agit sur la résistance du sol par:

- les apports humifères;
- l'action des différents systèmes racinaires sur la structure du sol;
- le travail du sol.

Parcellaire et assolement

La taille et la répartition des parcelles peuvent permettre de réduire l'érosion. En effet, un parcellaire morcelé permet une diversification des cultures le long d'un même versant et favorise l'alternance entre les parcelles où l'eau pourra s'infiltrer et être dispersée et celles où la situation sera plus critique. Une bonne organisation du parcellaire doit permettre d'éviter que des surfaces importantes soient fortement dégradées et génèrent du ruissellement lors de la préparation des semis dans les parcelles en aval. Une telle organisation suppose une concertation entre agriculteurs cultivant des parcelles voisines. Un parcellaire diversifié peut permettre de choisir des assolements en fonction des caractéristiques des parcelles (sensibilité à l'érosion, position sur le versant...). La prise en compte de tels critères impose des contraintes à l'échelle de l'ensemble d'une exploitation. Il y a lieu de porter une attention particulière au niveau des points critiques:

- les zones de concentration où peuvent se développer les ravines;
- les ruptures de pentes convexes en bordure de plateau;
- les fortes pentes;
- les pentes longues.

4. Techniques de conservation du sol (mesures hydrauliques)

Le principe de l'aménagement des versants et des parcelles agricoles avec des techniques de conservation de sol consiste à diviser un long versant en une succession de tronçons plus courts séparés les uns des autres par des structures antiérosives, placées en courbes de niveau. Ceci permet d'éviter que les eaux de ruissellement dévalant le long du versant ne puissent atteindre une vitesse et une force érosive dangereuses. Ces ouvrages ne pourront toutefois pas arrêter totalement le transport solide et le ruissellement surtout sans l'utilisation intégrée d'autres techniques culturelles et sur des pentes supérieures à 20%.

Il est important de souligner que les techniques de conservation de sol sont très importantes pour réduire l'érosion mais qu'elles ne sont pas suffisantes pour inverser la dynamique d'érosion. Toutes les techniques ici présentées sont à utiliser selon les cas spécifiques toute seule ou en combinaison.

Piquetage pour l'identification des courbes de niveau et placement des structures antiérosives

Toute structure antiérosive doit être placée selon les courbes de niveau. Les courbes de niveau sont des lignes que identifient tous les points à la même altitude (pente 0%). Pour matérialiser les courbes de niveau directement sur le versant et identifier la localisation des ouvrages le piquetage est utilisé.

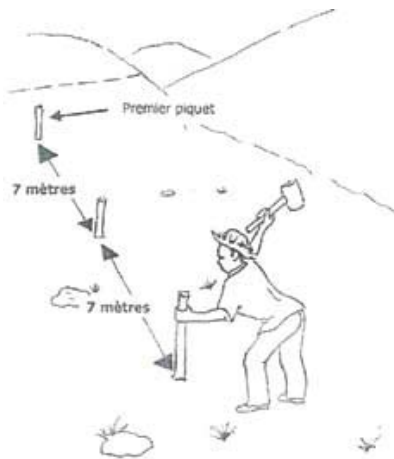
Étapes à suivre:

- Détermination des pentes du versant et de la pente moyenne;
- Préparation d'un lot de piquet de 60cm de long et d'environ 4cm de diamètre, taillé en pointe à une extrémité;
- Détermination d'une ligne de base (ligne dans le sens de la pente) de l'amont vers l'aval et tracer avec des piquets;
- L'écart des piquets (et des courbes de niveau) est fonction de la pente moyenne du versant (fig. 41). Si les pentes du même versant sont très différentes, il est conseillé d'utiliser les pentes moyennes des parties plus uniformes;

Pente	Écartement conseillé
<10%	12-15m
10-25%	10-12m
25-40%	8-10m
40-60%	6-8m
>60%	<5m

- Chaque piquet de la ligne de base identifie une courbe de niveau en horizontal ;
- Pour tracer les lignes des courbes, des instruments (niveau A ou clisimètre) pour l'identification des pentes sont nécessaires afin de trouver les points au même niveau du piquet de la ligne de base ;
- Avec le niveau A, le piquet successif de la courbe de niveau (en horizontal) sera placé à l'endroit où la corde de l'instrument se positionnera sur le point 0 et ainsi de suite pour tous les piquets de en amont à l'aval (fig. 42 et fig. 43);
- Avec le clisimètre, le piquet successif de la courbe de niveau (en horizontal) sera placé où l'observation des yeux de notre assistant montrera que le jalon du clisimètre sera aligné avec le réticule (fig. 44).

52



Figure_41



Figure_42



Figure_43



Figure_44



Bandes végétales ou rampes vivantes

Les rampes vivantes sont des bandes relativement étroites (environ 30 cm) de végétation pérenne (herbacée ou ligneuse) plantées en courbe de niveau.



Figure_45



Figure_46

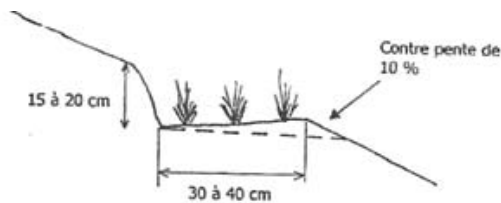


Figure_47

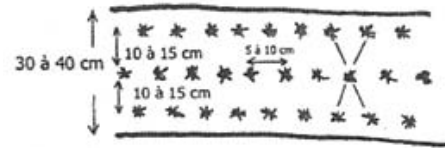
Par leur présence, les bandes végétales forment des pièges à sédiments pour les eaux de ruissellement et contribuent à remodeler les mornes par la formation de terrasses progressives. L'emploi des différentes typologies de bande se fait en fonction du lieu d'aménagement et en particulier de la disponibilité de semence, de l'utilisation de l'espace (pastorale, forestière, agricole) et de la profondeur du sol.

Étapes de mise en place:

1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau;
3. Construction d'une mini-terrasse (15-20cm de profondeur, 30-40cm de large) en contrepente (10%) (fig. 48);
4. Plantation sur la mini-terrasse en 2 ou 3 rangées en quinconce à 10-15cm (arbustives) ou 5-10cm (herbes) (fig. 49).



Figure_48



Figure_49

Entretien:

1. Désherbage;
2. Protection par le pâturage des animaux;
3. Replantation des semences ou boutures qui n'ont pas levé;
4. Coupe périodique (élagage):
 - a. Bandes enherbées : à 10cm du sol (fourrage tendre de qualité)
 - b. Haies vives : à 30cm du sol quand les plantes sont à 1-1,5m.
Avant la production et la dissémination des grains.
5. Comblé régulier des trous dans la bande. Si les trous ne sont pas comblés avant les pluies, le ruissellement sera concentré et les effets érosifs pourront être plus graves que sans bande;
6. Placer des résidus végétaux en amont de la structure pour accélérer l'accumulation de sédiment et la formation du terrassement.

Typologie de bande végétale	Caractéristiques	Espèces conseillées	Avantages/inconvénients	Potentialités économiques
Bandes enherbées	Utilisation de végétation herbacée	Herbe de Guinée, herbe éléphant, herbe sure	Intervention peu couteuse et utilisable par métayers ou exploitants	Pâturage : élevage (animaux au piquet)
		Vetiver	Pas appétible pour les animaux, fort pouvoir d'ancrage et de rétention du sol/risqué si planté pour exploiter les racines pour la production d'huile	Couverture pour les maisons, production huile pas recommandée car extraction des racines et augmentation de l'érosion
		Ananas	Produit consommable par les exploitants	Fruits
		Canne à sucre	Nécessité d'une pluviométrie élevée	Production de jus, sucre, rhum
		Citronnelle	Manque de marché pour le produit	Parfum, repussant contre les moustiques
Haies vives	Utilisation de végétation ligneuse: arbustes ou arbres à 50cm-1,50m de hauteur	Leucena, Calliandra, tcha-tcha, benzolive, pois congo		Fixation d'azote, utilisation du bois
Bandes alternées	Association des bandes enherbées et d'haies vives			

Indications et contre-indications

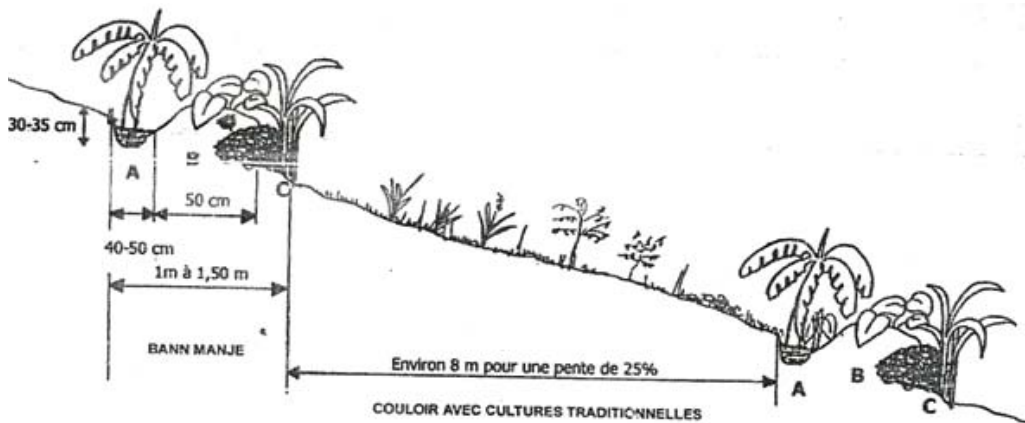
Pente:	Sur des pentes <60% (ou associées avec agroforesterie)
Sol:	Possible sur tous les sols
Plantations:	Plantation entre les bandes en billons en courbes de niveau
Profondeur:	Nécessaire sol de >25 cm profondeur (haies vives)
Facteur limitant:	Pluie (>800mm)
Entretien:	Nécessité de protection par le pâturage des animaux, comblé de trous
Potentialité:	Utilisation d'espèces productives (fourrage, fruits, etc.) ou légumineuses (fixation d'azote)
Espèces conseillées:	Grande production de biomasse, bonne capacité de reprise et étalement, capacité à fixer l'azote Leucaena, Calliandra, Gliricidia, Ananas, Canne à sucre, Herbes éléphant
Comparaisons:	Haies vives avec une meilleure capacité antiérosive que les bandes enherbées mais nécessité de sols plus profonds

Avantages	Inconvénients
Fixation d'azote (avec légumineuses)	Réduction de l'espace pour les cultures vivrières
Production (avec des espèces productives)	Compétition des plantes pour eau et éléments nutritifs
Amélioration de la structure du sol (pénétration des racines)	
Effet brise vent (haies vives)	
Peu d'entretien est nécessaire	
Peu couteuse	
Utilisation des matériaux locaux	
Possible pour métayer ou exploitants (pas gros investissement)	

Les Bann manje

Association d'une bande végétale réalisée avec des espèces d'intérêt économique et un canal d'infiltration.

Système traditionnel d'association de cultures établi en contour avec l'objectif d'améliorer la conservation de l'eau et du sol.



- A** - Canal: Partie plus riche car il bénéficie de la couche arable de l'amont et de l'humidité apportée
B - Butte: terre qui provient du creusage et du nettoyage du canal. Production des cultures vivrières
C - Rampe Vivante: barrière pour protéger la butte.

Figure_50

Étapes de mise en place:

1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau;
3. Creusage d'un canal de 40-50cm de large et 30-35cm de profondeur pour capter l'eau et les sédiments;
4. Mise en place d'une butte de 30-50cm de hauteur et de 50cm de largeur en aval du canal;
5. Mise en place d'une rampe de paille placée à la base de la butte pour conserver le sol en attendant que la barrière végétale commence à jouer son rôle;
6. À la première pluie, on place les cultures:
 - a. Dans le canal : cultures annuelles et pluriannuelles (bananiers, mazombelles, papayers, malangas)
 - b. Dans la butte: cultures en tubercule (patate, igname, manioc)
 - c. Plantation des rampes vivantes

Entretien:

1. Désherbage;
2. Protection par le pâturage des animaux;
3. Replantation des semences ou boutures qui n'ont pas levé;
4. Curage régulier du canal et de la butte;
5. Coupe périodique (élagage) :
 - a. Bandes enherbées : à 10cm du sol (fourrage tendre de qualité)
 - b. Haies vives : à 30cm du sol quand les plants sont à 1-1,5m.
 Avant la production et la dissémination des grains
6. Comblé régulier des trous dans la bande. Si les trous ne sont pas comblés avant les pluies, le ruissellement sera concentré et les effets érosifs pourront être plus graves que sans bande;
7. Placer des résidus végétaux en amont de la structure pour accélérer l'accumulation de sédiment et le formation du terrassement.

59

Indications et contre-indications

Pente:	Sur des pentes <40% mais idéal sur des parcelle <25%
Sol:	Possible sur tous les sols
Plantations:	Plantation entre les bandes en billons en courbes de niveau
Profondeur:	Nécessaire sol de >30-40cm profondeur
Facteur limitant:	Pente > 40%, profondeur du sol < 30cm, nécessité de beaucoup d'entretien
Entretien:	Nécessité de protection des plantules des animaux, entretien du canal et de la butte, comblé des trous
Potentialité:	Utilisation d'espèces productives (fourrage, fruits, etc.) ou légumineuses (fixation d'azote)
Espèces conseillées:	Espèces d'intérêts économiques avec des cycles végétatifs différents Leucaena, Calliandra, Gliricidia, Ananas, Canne à sucre, Herbes éléphant
Comparaisons:	Par rapport aux autres bandes végétales, le Bann Manje demande beaucoup plus d'entretien et d'attention dans la mise en place. Surtout pour des parcelles de propriété.

Avantages	Inconvénients
Production étalée pour la présence de cultures à cycles végétatifs différents	Réduction de l'espace pour les cultures vivrières
Diminution du niveau d'infestation de maladies (diversité d'espèces)	Compétition des plantes pour eau et éléments nutritifs
Amélioration de la structure du sol (pénétration des racines)	Technique couteuse: pour les propriétaires de la parcelle Haut niveau d'entretien

Clayonnage et fascinage

Le clayonnage consiste à planter des courbes de niveau de piquets ou des pieds d'espèce qui rejettent facilement, entre lesquels on entrelace horizontalement des rameaux flexibles appelés clayons.

Le fascinage consiste à attacher des fagots de branchage derrière des lignes de piquets disposées en courbes de niveau.



Figure_51



Figure_52

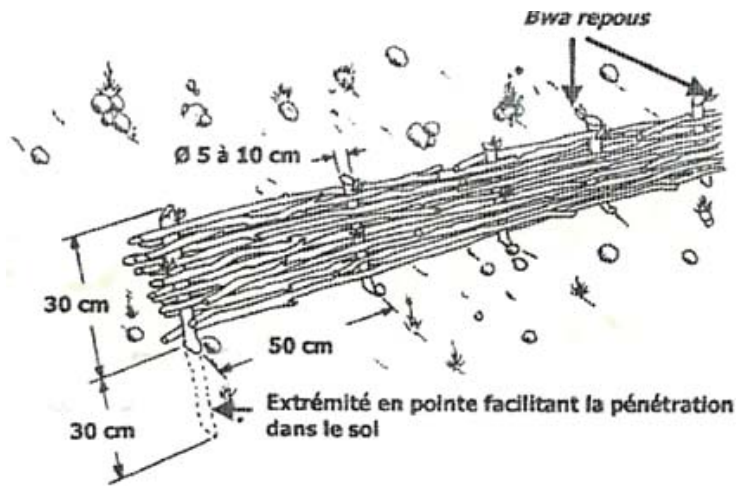
Le clayonnage et le fascinage sont utilisés sur des pentes cultivées mais aussi comme barrages vivants pour la correction des petites ravines.

Étapes de mise en place:

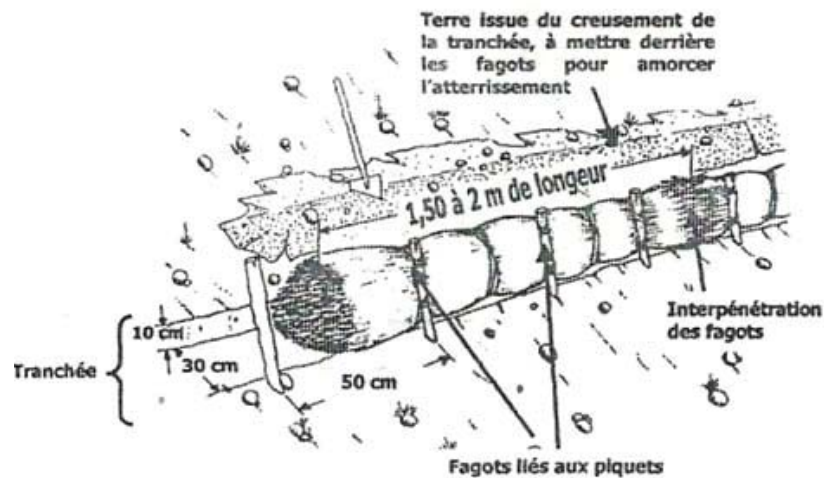
1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau: piquets de 0,8-1m de hauteur et 5-10cm de diamètre plantés chaque 50cm. Enfoncés 25-30cm sous le sol et coupés à 30cm au dessus du sol (fig. 54);
3. Autour des piquets, des rameaux fins et flexibles (*Gliricidia*, jeune bambou, roseau, etc.) de 1-2m de longueur sont entrelacés et bien serrés;
4. Pour le fascinage : une fois que les piquets sont enfoncés, une tranchée est creusée en amont (10cm de profondeur et 30cm de largeur). Les fagots de 35cm de diamètre et de 1,5-2m de longueur, constitués des déchets de culture comme les tiges de maïs et de petit mil, y sont plantés (fig. 55).



Figure_53



Figure_54



Figure_55

Entretien:

1. Protection par le pâturage des animaux;
2. Replantation des piquets (boutures) qui n'ont pas levé;
3. Coupe : à 1m de hauteur couper à 50cm;
4. Comblé régulier des trous dans la bande. Si les trous ne sont pas comblés avant les pluies, le ruissellement sera concentré et les effets érosifs pourront être plus graves que sans bande;
5. Placer des résidus végétaux en amont de la structure pour accélérer l'accumulation de sédiment et la formation du terrassement.

Indications et contre-indications

Pente:	Sur des pentes <60% (ou associées avec agroforesterie), fascinage <25%
Sol:	Possible sur tous les sols
Plantations:	Plantation entre les bandes en billions en courbes de niveau
Profondeur:	Nécessaire sol de >20 cm profondeur
Facteur limitant:	Pluie (>800mm) et profondeur du sol
Entretien:	Nécessité de protection par le pâturage des animaux, comblé de trous
Potentialité:	Technique peu couteuse et facile à réaliser
Espèces conseillées:	Espèces qui rejettent facilement (bwa repous): gommier, mombin, calebassier, Cassia, bambou, etc.
Comparaisons:	Caractère temporaire et peu durable

Avantages	Inconvénients
Utilisation des matériaux locaux	Peu efficaces
Proche des pratiques traditionnelles (barié pay ou ramp pay)	Caractère temporaire
	Très sensible à qualité du matériel

Les cordons et les murettes en pierres sèches

Techniques constituées par l'utilisation de pierres empilées sans aucun liant selon les courbes de niveau. Les cordons mesurent maximum 30cm de haut alors que les murettes dépassent de 50cm le niveau du sol en amont. Les murettes sont généralement constituées avec des pierres plus grandes.

Figure_56



Figure_57



Figure_58

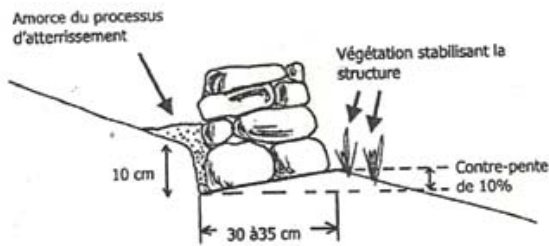
Cette technique est recommandée pour les terrains avec grande disponibilité de pierres en surface.

Étapes de mise en place:

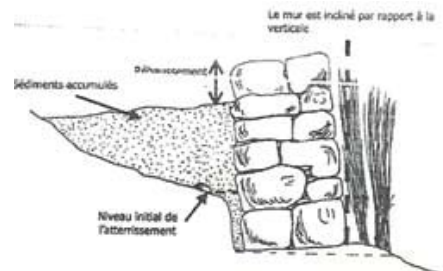
1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau;
3. Construction des mini-terrasses : profondeur variable selon la pente (entre 10-45cm), largeur 35cm pour les cordons et 60cm pour les murettes, contrepente de 10%;

Pente du terrain	Profondeur de la mini-terrasse
<15%	10cm
15%	15cm
30%	25cm
45%	35cm
60%	45cm

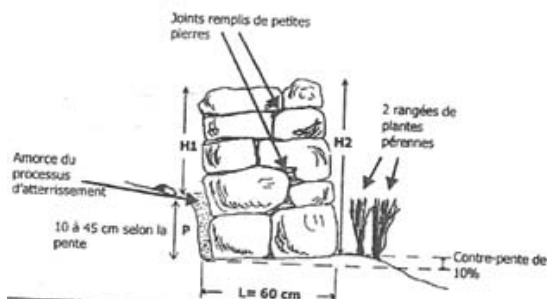
4. Installation des pierres:
 - a. Cordons : empiler sur la mini-terrasse des pierres de 10-15cm de diamètre. Les pierres plus grosses seront placées en bas du cordon. La hauteur du cordon varie de 20-30cm et elle doit être plus ou moins égale à l'épaisseur de la base (fig. 59);
 - b. Murettes : les pierres doivent être empilées soigneusement. Le choix des pierres est extrêmement important. Pierres plates, anguleuses et grandes (20-25cm maximum). Les espaces entre les pierres doivent être comblés avec des pierres plus petites (fig. 60);
5. Amorcer le processus d'atterrissement : placer la terre de la mini-terrasse en amont;
6. Planter des rangées de plantes à l'aval des ouvrages (herbe éléphant, citronnelle, herbe de Guinée, canne à sucre, etc.) (fig. 61)



Figure_59



Figure_60



Figure_61

Entretien:

1. Protection par le pâturage des animaux
2. Comblé régulier des trous dans le cordon. Si les trous ne sont pas comblés avant les pluies, le ruissellement sera concentré et les effets érosifs pourront être plus graves que sans cordon.
3. Ajouter une nouvelle rangée de pierres dès que l'espace en amont est rempli par les sédiments (hauteur maximale en aval: 1,5m)

Indications et contre-indications

Pente:	Sur des pentes <60% (>60% structures trop étroites), cordons <25%
Sol:	Possible sur tous les sols
Plantations:	Plantation entre les bandes en billons en courbes de niveau
Profondeur:	Toutes les profondeurs
Facteur limitant:	Disponibilité de pierres
Entretien:	Nécessité de protection par le pâturage des animaux, comblé de trous
Potentialité:	Épierrement des champs et lutte à l'érosion
Espèces conseillées:	Grande production de biomasse, bonne capacité de reprise et étalement, capacité à fixer l'azote
Comparaisons:	Canne à sucre, Herbes éléphant, citronnelle, herbe de Guinée Haute intensité de main d'œuvre mais bas niveau d'entretien

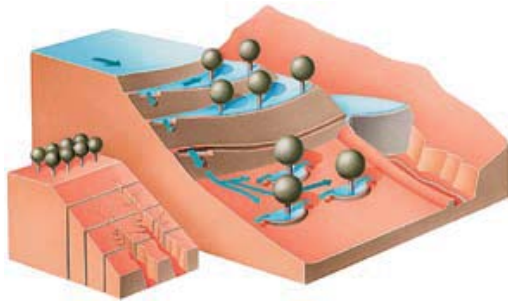
Avantages	Inconvénients
Facilement vulgarisé	Pour des parcelles cultivées par les propriétaires (au moins 5 ans)
Épierrement des champs	Nécessité d'une haute intensité de main d'œuvre
Peu d'entretien	Très sensible à qualité des ouvrages



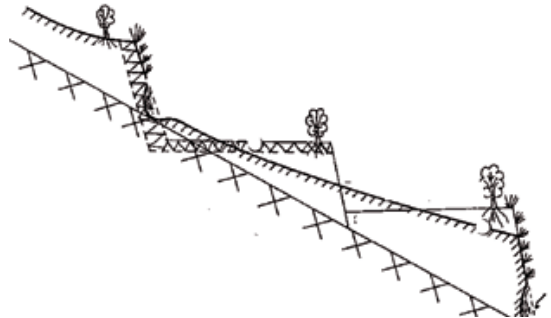
Les terrasses

Le principe du terrassement consiste à remodeler un terrain d'une pente donnée en une succession de talus à forte pente et des plateformes à pente faible ou nulle.

Figure_62



Figure_63



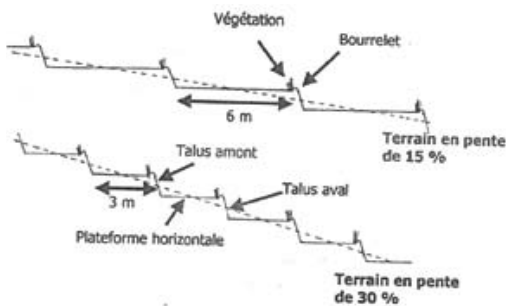
Figure_64

Figure_65

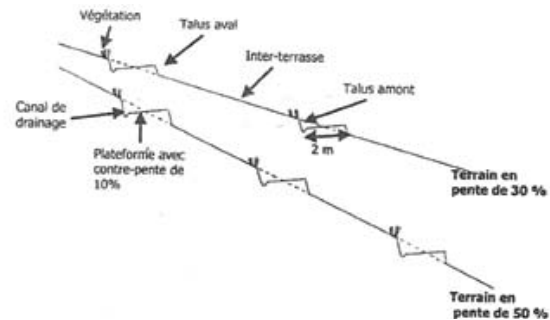
Si les terrasses sont construites, elles sont appelées terrasses mécaniques. Si elles sont le résultat du dépôt successif des sédiments en amont de n'importe quelle autre structure antiérosive, elles sont appelées terrasses progressives. Le talus n'est pas cultivé et peut être réalisé en pierre sèche ou recouvert de végétation herbacée.

Selon la pluviométrie, les terrasses peuvent être d'absorption ou de diversion. Les terrasses d'absorption ont une plateforme horizontale délimitée par un bourrelet sur le bord de l'aval avec l'objectif d'intercepter les eaux de ruissellement et de favoriser leur infiltration dans le sol (fig. 66). Cette technique s'applique dans des climats dont la pluviométrie annuelle est inférieure à 1.000mm.

Dans les terrasses de diversion, les plateformes ont une contrepente de 10% orientée vers l'amont. La contrepente permet d'orienter les eaux en excès vers un canal de drainage sur le bord en amont de la plateforme (fig. 67). Cette technique est recommandée pour une pluviométrie >1.000mm de pluie/an.



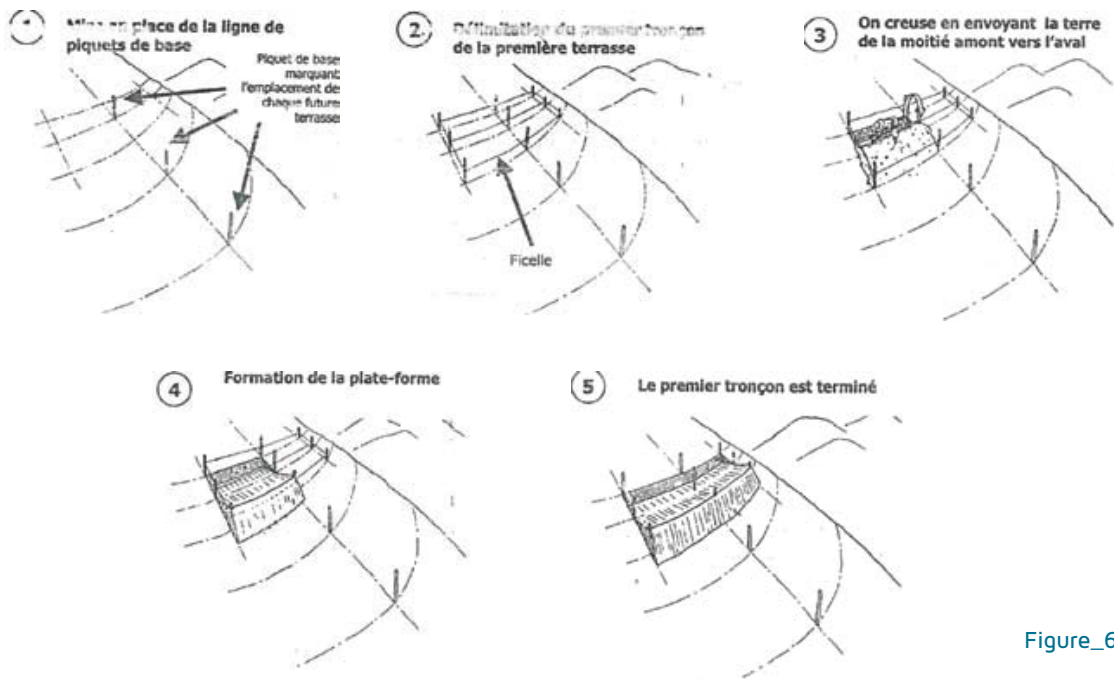
Figure_66



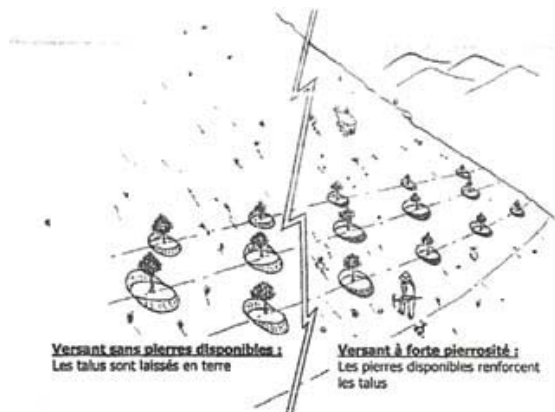
Figure_67

Il existe 4 types de terrasses mécaniques : terrasses intermittentes, terrasses en escalier, terrasses arboricoles et individuelles.

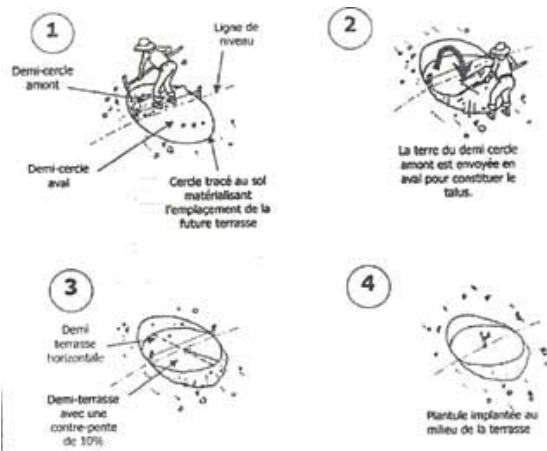
Typologie de terrasse	Caractéristiques	Particularités techniques	Espèces conseillées	Particularités économiques
Terrasses intermittentes	Terrasses étroites entre lesquelles des inter-terrasses avec des cultures vivrières sont placées (fig. 67)	Largeur de la plateforme <2m, Pentes<50%, Plantation « filtre » en amont	Herbe éléphant	
Terrasses en escalier	Succession ininterrompue des terrasses et de talus (fig. 66)	Largeur de la plateforme 2,5-6m, Pentes<30%, Plantation « filtre » en amont	Herbe éléphant	Investissement initial extrêmement important
Terrasses arboricoles	Terrasses étroites intermittentes de moins de 2m de longueur pour la plantation d'arbres sur des terrains pentus (fig. 68)	Largeur de la plateforme <2m, Pentes>50%, Profondeur du sol>30cm Distance de plantation des plantules en ligne : • Forestier 3m • Citrus 5,5-7,5m • Manguiier 10m • Avocatier 7,5m Plantation des herbes en aval	Herbe éléphant, canne à sucre, vetiver	
Terrasse individuelles	Petites terrasses circulaires (1,5 m de diamètre) disposées selon les courbes de niveau en quinconce destinées à recevoir une plante chacune (fig. 69 et fig. 70)	Pentes>50%, Profondeur du sol<30cm Distance de plantation des plantules en ligne: Forestier, cacao, café:3m, Citrus: 5,5-7,5m Manguiier: 10m Avocatier: 7,5m Plantation des herbes en aval	Pas de plantation annuelle pour éviter compétition	Où les terrasses linéaires sont difficiles à construire (faible profondeur du sol, forte pierrosité)



Figure_68



Figure_69



Figure_70

Étapes de mise en place:

1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau;
3. Identification des terrasses selon les cas;
4. Creusage en amont et création de la terrasse en aval (10% de contrepente);
5. Renforcement des talus avec des herbes, des arbres ou des pierres.

Entretien:

1. Protection par le pâturage des animaux;
2. Réhabilitation des terrasses au signe de glissement de terrain.

Indications et contre-indications

Pente:	Sur des pentes <80%
Sol:	Possible sur tous les sols
Plantations:	Plantation entre les bandes en billons en courbes de niveau
Profondeur:	Nécessaire sol de >20 cm profondeur
Facteur limitant:	Exigence en travail, technicité et en entretien. Gros investissements
Entretien:	Nécessité de protection par le pâturage des animaux, comblé des trous
Potentialité:	Réduction presque totale de l'érosion
Espèces conseillées:	Arbres : forestier, cacao, café, citrus, manguier, avocatier. Herbes de protection : herbe éléphant, canne à sucre, vetiver
Comparaisons:	Trop exigeante en travail et technicité. Uniquement pour les cultures à haute valeur ajoutée.

Avantages	Inconvénients
Ouvrages durables	Trop exigeante en travail et technicité
	Mise en surface de couches profondes des sols moins fertiles : réduction de rendement

Les canaux de contour

Les canaux de contour sont des fosses cloisonnées creusées dans le sol à une profondeur de 0,5 - 1 m. Ils sont réalisés pour forcer l'eau à s'infiltrer dans le sol et collecter les sédiments provenant du haut de la parcelle.



Figure_71



Figure_72

Il est fortement déconseillé d'appliquer cette technique en Haïti en raison d'inconvénients majeurs et surtout si cette technique n'est pas associée avec d'autres techniques. L'utilisation irrationnelle des canaux de contour peut engendrer de sérieux glissements de terrain.

Étapes de mise en place:

1. Identification des pentes;
2. Piquetage en courbes de niveau;
3. Creusage des fosses : 0,5-1m de largeur, 0,5-1m de profondeur;
4. Renforcement avec des herbes, des arbres ou des pierres en aval.

Entretien:

1. Protection par le pâturage des animaux;
2. Réhabilitation des fosses au signe de glissement de terrain.

Chapitre 4 :

L'agroforesterie

74

1. L'agroforesterie: définition et classification

Agroforesterie: Systèmes d'utilisation des terres dans lesquels des **cultures ligneuses** sont cultivées en association avec des cultures agricoles ou des pâturages, selon un arrangement spatial ou en rotation dans le temps, et dans lesquels se produisent **des interactions écologiques et économiques** entre les éléments ligneux et les autres éléments du système.

Les principales composantes des systèmes agroforestiers sont les ligneux, les plantes cultivées, les pâturages et le bétail, ainsi que les facteurs environnementaux comme le climat, les sols et la topographie. D'autres composantes (telles que les abeilles ou les poissons) interviennent dans des systèmes spécialisés. Une pratique agroforestière est un arrangement caractéristique de composantes dans l'espace et dans le temps. Un système agroforestier est un exemple local spécifique d'une pratique, caractérisé par l'environnement, les espèces et l'arrangement des végétaux, le mode de gestion, et le fonctionnement économique et social. Il existe des centaines, voire des milliers de systèmes agroforestiers, mais seulement une vingtaine de pratiques distinctes.

Dans les systèmes d'agroforesterie, l'arbre est considéré comme un élément multifonctionnel grâce à ses produits et ses influences sur les autres cultures.

Les fonctions d'un arbre peuvent être:

- Production de fruits;
- Production de bois et de charbon;
- Amélioration du sol;
- Contrôle de l'érosion hydrique et éolienne;
- Production de fourrage;
- Utilisation à des fins médicinales;
- Production d'huiles et de résines;
- Mise en place d'un microclimat favorable aux autres cultures et animaux;

- Influence sur les cycles des éléments nutritifs;
- Clôture.

Au plus haut niveau, la **classification** se fonde sur les **composantes en présence**: arbres avec cultures, arbres avec pâturages, pratiques où la composante arborée est dominante et pratiques comportant des composantes spéciales (fig. 73).

Le deuxième niveau de classification repose sur l'**arrangement spatial et temporel des composantes**. Les pratiques en rotation sont celles où l'association entre ligneux et plantes cultivées est fondée principalement sur une notion temporelle, tandis que les pratiques spatiales sont celles où l'association est d'abord une combinaison dans l'espace. Les systèmes spatiaux sont divisés en **systèmes mixtes et systèmes zonaux**.

Dans les pratiques spatiales mixtes, plantes ligneux et plantes herbacées sont cultivées en mélanges intimes, les ligneux étant répartis sur plus ou moins toute la surface.

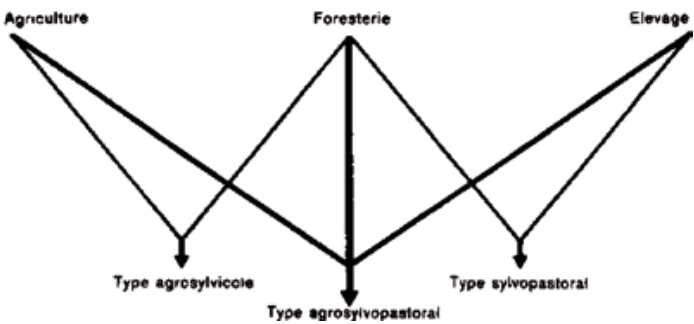
Dans les pratiques zonales, les ligneux sont soit plantés selon un arrangement systématique, par exemple en rangées, soit pour remplir une fonction spécifique dans l'exploitation agricole, par exemple pour la délimiter ou pour renforcer des structures servant à la conservation des sols.

Le troisième niveau de classification utilise comme critères des arrangements spatiaux et des fonctions détaillés.

Considérées du point de vue de la recherche, les pratiques sylvopastorales et celles à composantes spéciales se distinguent clairement, car elles demandent des équipements pour la recherche sur les pâturages et sur le bétail ou sur d’autres aspects particuliers.

Les autres groupes diffèrent par la nature et l’étendue des interactions ligneux/cultures ou ligneux/pâturages. Dans les systèmes de rotation pure, c’est surtout par la transmission héréditaire des modifications pédologiques que se font les interactions. Dans les systèmes spatiaux mixtes, l’interface ligneux/cultures se répartit sur la totalité ou la presque totalité de l’unité d’exploitation, alors que dans les systèmes zonaux, elle n’occupe que des emplacements définis.

76



Figure_73

Classifications	En rotation	Spatiales mixtes	Zonales
Agrosylvicoles (ligneux + cultures)	Cultures itinérantes Jachère améliorée Taungya	Ligneux sur des terres cultivées Combinaison de plantations et des cultures Jardin ligneux multi étagés	Cultures en couloirs avec haies Ligneux sur des structures antiérosives Plantations de lisière et brise-vent
Sylvopastorales (ligneux + pâturage/ animaux)	Cultures itinérantes Jachère améliorée	Ligneux sur pâtures ou sur terres à pâturage Ligneux avec des pâturages	Cultures en couloirs avec haies Parcelles fourragères Plantations de lisière et brise-vent
Agrosylvopastorales ligneux + cultures + pâturage/animaux)	Cultures itinérantes Jachère améliorée	Jardin ligneux multi étagés	Cultures en couloirs avec haies Ligneux sur des structures antiérosives Plantations de lisière et brise-vent

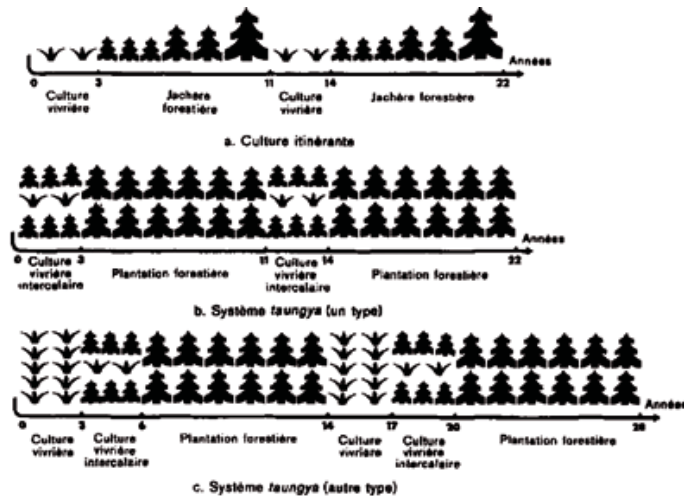
Pratiques en rotation (fig. 74)

Jachère améliorée

C'est une jachère dans laquelle la végétation naturelle est remplacée ou améliorée par l'introduction d'arbres et d'arbustes sélectionnés pour leur capacité d'enrichissement du sol (fig. 75)

Taungya

Implantation des cultures annuelles pendant les premières phases de reforestation (fig. 76). Après avoir établi des plantations forestières, les agriculteurs ont la possibilité de cultiver pendant trois ou quatre ans en associations diverses cultures (maïs, pomme de terre, haricots) entre les jeunes arbres dans le but d'éviter la concurrence par les adventices nocives.



Figure_74



Figure_75



Figure_76

Pratiques spatiales mixtes

Combinaisons de plantations et de cultures

Association des ligneux avec des cultures herbacées productives (fig. 77).

Une grande partie des systèmes agroforestiers combine des cultures, leur point commun étant l'association de ligneux productifs avec d'autres plantes telles que de plus grands arbres qui les dominent (arbres d'ombragé au-dessus du caféier ou du cacaoyer), une autre espèce ligneuse (par exemple, le cocotier avec le cacao, ou le caféier avec le bananier) ou une culture herbacée. L'agencement des composantes peut être aléatoire, comme il est courant dans les systèmes indigènes, ou ordonné, comme dans les plantations.

78

Jardins ligneux multi étages

Ils sont composés par une grande variété de plantes ligneuses et herbacées selon un schéma dense, à première vue désordonné, mais probablement géré de façon minutieuse (fig. 78). Le concept principal du jardin multi étagés est celui de cultiver des plantes de différentes hauteurs afin d'avoir la surface photosynthétique (canopy) la plus grande et une couverture végétale optimale pour la protection de la maison (fig. 79 et fig. 80). En Haïti ce système est appelé « jardin lakou ».



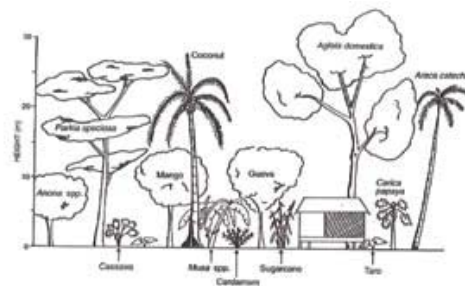
Figure_77



Figure_78



Figure_79



Figure_80

Pratiques zonales

Culture en couloirs et barrages d'haies

Ils sont composés par tout système où les cultures annuelles sont cultivées en alternance avec des haies ou des rangées de ligneux (fig. 81 et fig. 82). Dans les terrains en pente, les cultures et les haies sont implantées selon les courbes de niveau (fig. 83).

On appelle barrage d'haies, les haies alignées en courbes de niveau, dont le but spécifique est de lutter contre l'érosion sur les pentes (fig. 84).

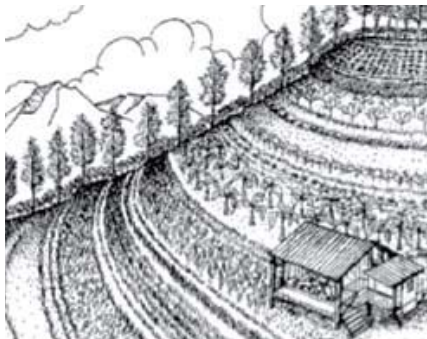
L'élément ligneux consiste le plus souvent en une haie vive dense, mais parfois aussi en une seule ou plusieurs rangées d'arbres. La culture intercalaire avec haies (également appelée culture en couloirs) a de multiples objectifs, dont l'entretien de la fertilité du sol, et peut être pratiquée sur terrain plat ou en pente.



Figure_81



Figure_82



Figure_83



Figure_84

Plantations de lisière et brise-vent

Les arbres sont plantés rapprochés les uns des autres en bordure de champ en délimitant une parcelle. Ce sont essentiellement les haies vives et les brise-vent. Les haies vives (haie buissonnante, haie érigée et haie bouturée) sont constituées d'arbustes très rapprochés les uns des autres dont le développement ou la taille constitue un obstacle au passage des animaux domestiques et aux personnes (fig. 85).

Les brise-vent (wind breaks) constituent un rideau d'arbres et d'arbustes vivants de différentes hauteurs, disposé sur une ou plusieurs rangées. Ils sont destinés à réduire la vitesse du vent au niveau des cultures, à permettre la production agricole dans les régions ventées, à freiner les érosions hydrique et éolienne (fig. 86).

80



Figure_85



Figure_86

Ligneux sur des structures antiérosives

Plantés sur les structures anti-érosives, les ligneux pérennes sont utilisés comme auxiliaires de contrôle du ruissellement et de l'érosion, contrôle assuré primitivement par d'autres moyens (fig. 87, fig. 88, fig. 89 et fig. 90).

Les arbres et arbustes servent d'abord à stabiliser les structures en terre grâce à leurs systèmes racinaires, et ensuite à tirer partie du terrain, par exemple par la production de fruits, de fourrage ou de bois de feu. A plus long terme, leur présence sur les structures de conservation du sol tendra en outre à en faire une partie intégrante et permanente du système d'exploitation agricole. Arbres et arbustes peuvent être ajoutés à des ouvrages de conservation déjà en place ou inclus lors de leur construction. Cette pratique nécessite moins de recherches, du fait que son efficacité pour contrôler le ruissellement et l'érosion est très proche de celle des mesures conventionnelles de conservation. Il est plus important d'être inventif dans la sélection des arbres censés répondre aux besoins des fermiers.

Il existe trois modèles pour cette pratique: arbres sur bandes enherbées, arbres sur structures de talus et fossés et arbres sur terrasses.

Arbres sur barrages de bandes enherbées

Là où les bandes enherbées de barrage se sont révélées efficaces et acceptables comme moyen de contrôle de l'érosion, la plantation additionnelle d'arbres peut procurer des bénéfices supplémentaires par la production de bois de feu, de fourrage ou de fruits, au gré du fermier, en plus du fourrage obtenu par la coupe de l'herbe. Les bandes enherbées ont typiquement 2 m de large. L'espacement doit être modérément large, par exemple 10 m, de manière

81

Cette technique semble convenir à beaucoup de régions où la construction de terrasses est une pratique déjà établie. Elle peut être appliquée sur une terre en pente modérée, mais elle est particulièrement utile là où la plus grande partie des terres disponibles consiste en flancs de vallées en forte pente, profondément découpés, déjà aménagés en terrasses (pluviales ou irriguées).



Pratiques sylvopastorales

Les pratiques sylvopastorales incluent les arbres dispersés sur pâturage, les pâturages sous plantations (fig. 91 et fig. 92), les haies vives, les banques fourragères, les brise-vent, les rideaux abris, et les cultures intercalaires avec haies sur pâturages.

L'érosion du sol est souvent plus accentuée sur les pâturages que sur les terres cultivées. De graves érosions en nappe et en ravines sont communément observées. Le surpâturage en est la cause initiale: il conduit à la destruction partielle ou totale du couvert végétal, laissant le sol exposé à l'érosion. Il n'est pas rare que 10 cm de couche arable ou plus soient enlevés. Une érosion pareille se produit dans les régions semi-arides principalement à pâturages, et sur les terres utilisées pour le pâturage dans les régions d'agriculture mixte.

Les principes de base de la gestion des pâturages, tels que la restriction du nombre des animaux et la rotation du pacage, sont des conditions indispensables au contrôle de l'érosion comme à tout autre aspect des systèmes sylvopastoraux.

Cependant, une fois assurée la gestion saine des pâturages, les arbres peuvent contribuer à la lutte contre l'érosion de bien des manières. Des haies vives permettent de contrôler les déplacements du bétail, ce qui facilite la rotation du pacage. Le feuillage des arbres n'aura guère d'effet protecteur contre l'impact des gouttes de pluie sur le sol. Cependant, le potentiel le plus important se manifeste de manière indirecte. Une fonction connue des ligneux dans les systèmes sylvopastoraux consiste à fournir du fourrage riche en protéines à des époques de l'année où l'herbe manque ou est indigeste. Les ovins, les caprins et les animaux sauvages peuvent brouter directement les feuilles, mais le fourrage peut aussi être coupé et emporté. En réduisant la pression sur le pâturage, de telles méthodes peuvent aider à améliorer la couverture végétale et donc diminuer l'érosion à la période critique, au début des pluies.



Figure_91



Figure_92

2. Agroforesterie et conservation de sol

Les interactions écologiques que les espèces ligneuses ont sur les autres cultures sont:

Entretien de la fertilité du sol (fig. 93 et fig. 94):

- En augmentant les apports (matière organique, fixation d'azote, assimilation d'éléments nutritifs);
- En réduisant les pertes (matière organique, éléments nutritifs) en favorisant le recyclage et en contrôlant l'érosion;
- En améliorant les propriétés physiques du sol, y compris la capacité de rétention d'eau;
- Par les effets bénéfiques sur les processus biologiques du sol.

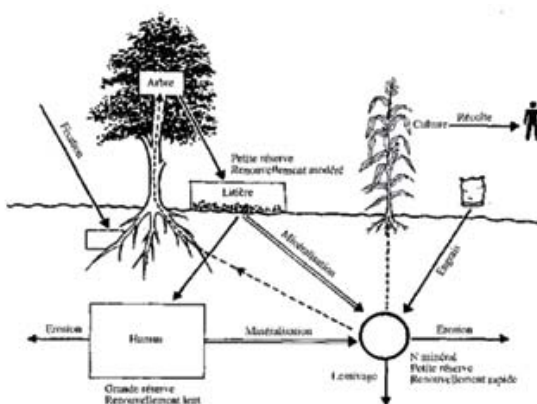
Contrôle de l'érosion:

- Directe: les arbres contrôlent mécaniquement l'érosion ;
- Complémentaire: le contrôle est obtenu en premier lieu par d'autres moyens (bandes enherbées, structures en talus et fossés, terrasses); les ligneux servent à stabiliser les structures et à rentabiliser le terrain qu'ils occupent.

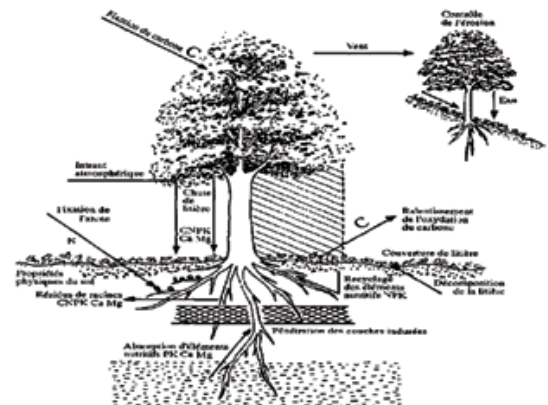
En général, les arbres contrôlent l'érosion à travers:

- Couverture de litière en surface;
- Barrière contre le ruissellement;
- Apport de matière organique pour le maintien de la structure;
- Renforcement et stabilisation des structures de conservation;
- Réduction de l'érosion éolienne par des brise-vent et des rideaux abris;
- Rentabilisation du terrain occupé par les structures de conservation;
- Connexion des pratiques antiérosives à la production.

83



Figure_93



Figure_94

Pratiques de rotation: La jachère arborée améliorée peut contrôler l'érosion pendant la période de jachère, mais le contrôle global de l'érosion dépend principalement des pratiques utilisées pendant la période de mise en culture. Pour la pratique taungya, certaines preuves donnent à penser qu'il peut se produire une certaine augmentation de l'érosion pendant la période de culture, par comparaison avec les plantations ligneuses pures, mais l'effet néfaste n'est probablement pas important.

Pratiques spatiales mixtes: Les combinaisons de cultures ainsi que les jardins ligneux multiétagés, y compris les jardins de case, peuvent contrôler l'érosion grâce à une couverture dense et régulièrement renouvelée de la surface du sol. Dans le cas des jardins à plusieurs étages, ce contrôle est inhérent à la nature de la pratique. Pour des combinaisons de cultures, le contrôle dépend de la gestion, en particulier du maintien d'une couverture de litière.

Pratiques zonales: Pour la culture intercalaire avec haies (cultures en couloirs, en allées, barrières de haies), il existe des preuves indirectes substantielles, mais peu de preuves expérimentales, du contrôle potentiel de l'érosion par l'apport d'une couverture de litière sur les allées et par l'effet de barrière produit par les haies. Le contrôle efficace de l'érosion ne sera pas automatique, et variera en fonction des détails de la conception et des pratiques de gestion. Étant donné le potentiel apparemment élevé et le manque de données expérimentales, il est nécessaire et urgent de prendre des mesures suivies du taux d'érosion existant avec cette pratique. La pratique des ligneux sur structures anti-érosives implique l'utilisation complémentaire de la composante ligneuse. Planter des arbres peut rendre productif le terrain occupé, aider à stabiliser les structures et, dans certains cas, augmenter leurs effets protecteurs. Cette pratique joue aussi un rôle psychologique et augmente les chances que ces structures soient perçues favorablement et donc, entretenues. Ceci s'applique aux ligneux sur structures en talus et fossés, sur bandes enherbées et en terrasses.

Pratiques sylvopastorales: Le contrôle de l'érosion sur les terres de pâturage repose essentiellement sur les pratiques établies de gestion des pâturages, notamment la limitation du nombre d'animaux et la rotation des pâturages. Les méthodes sylvopastorales seules ne suffisent probablement pas, mais elles peuvent jouer un rôle lorsqu'elles sont associées à d'autres mesures de gestion des pâturages. Elles présentent un potentiel particulier pour réduire la pression sur les pâturages grâce à l'apport de fourrage riche en protéines aux périodes de l'année où l'herbe est rare.

Utilisation des haies

Dans les systèmes agroforestiers de gestion des bassins versants est prévue l'utilisation d'haies en courbe de niveau afin de limiter l'érosion.

Les fonctions des haies sont les suivantes:

- Lutte contre la perte de sol par l'effet de couverture, par dépôt des résidus d'élagage à la surface du sol dans les couloirs cultivés;
- Réduction du ruissellement, augmentation de l'infiltration et diminution de la perte de sol par l'effet de barrage;
- Maintien ou amélioration de la fertilité du sol par la décomposition des résidus d'élagage et des racines;
- Formation progressive de terrasses par l'accumulation de la terre en amont des haies ;
- Stabilisation des contremarches par les tiges et les racines.

Les variables à prendre en compte dans la conception de tels systèmes:

- Espèces ligneuses,
- L'espacement entre les plants à l'intérieur de la haie,
- La largeur des haies,
- L'espacement entre les haies (ou largeur des couloirs cultivés),
- Le traitement des résidus d'élagage.

Ces aspects doivent ensuite être conciliés avec des considérations autres que le contrôle de l'érosion:

- Production (par exemple fourrage),
- Maintien de la fertilité du sol,
- Forme extérieure (tendance à s'étendre),
- Système racinaire et effets sur les ravageurs et les maladies.

Les plantes à l'intérieur des haies doivent être peu espacées. Dans les climats humides et subhumides à tendance humide, le semis direct s'est révélé fructueux.

Les plantules peuvent être éclaircies dans un deuxième temps pour obtenir un espacement de l'ordre de 10 cm. L'espacement dans les rangées peut aller jusqu'à 50 cm.

Le *Leucaena* est l'espèce la plus communément utilisée mais elle n'est pas l'idéal pour le contrôle de l'érosion (ses feuilles se décomposent en une ou deux semaines). *Cassia siamea* ou *Gliricidia sepium* sont préférables.

Il est important d'effectuer l'élagage périodique des haies et déposer les résidus en amont des haies ou les répartir sur la surface des couloirs:

- Répartir les résidus à la surface des couloirs est préférable pour le contrôle de l'érosion par couverture du sol ainsi que pour l'effet de la décomposition de la litière sur la fertilité du sol ;
- Disposer les résidus le long des haies immédiatement après l'élagage sert à consolider le barrage des couloirs.

L'utilisation des haies est un moyen acceptable de contrôler l'érosion surtout sur des pentes douces à modérées, jusqu'à 17° (30%).

Les coûts d'établissement de tels systèmes sont très inférieurs à ceux de la construction d'ouvrages classiques mais la main-d'œuvre nécessaire pour assurer un élagage régulier peut ou non excéder celle exigée pour l'entretien des structures en terre.

Foresterie de restauration et gestion des bassins versants

Il est possible de concilier les avantages connus de l’agroforesterie et de la foresterie de restauration. La période de restauration est suivie d’une utilisation productive contrôlée, en maintenant une partie du couvert ligneux pour poursuivre la conservation. L’agroforesterie peut constituer un élément, à côté d’autres types importants d’utilisation des terres, de la gestion intégrée des bassins versants.

Pratiques agroforestières	Contrôle de l'érosion	Maintien de la fertilité
Jachère améliorée		+
Ligneux sur des terres cultivées		+
Combinaison de plantations et de culture	++	++
Jardin ligneux multi étagés	++	++
Cultures en allées avec haies	++	++
Ligneux sur pâturage	+	++
Ligneux sur des structures antiérosives	++	
Brise-vent et rideaux abris	++	

Pratiques agroforestières	Contrôle de l'érosion	Maintien de la fertilité
Combinaisons de plantations et de cultures	Climats humides à subhumides mouilleux	Les combinaisons denses de cultures de rapport avec arbres à usages multiples semblent contrôler efficacement l'érosion sur les pentes au moins modérées
Jardins ligneux, multiétagés, jardins de case inclus	Surtout sous climats humides et subhumides mouilleux, mais envisageables dans régions plus sèches	Possèdent une capacité inhérente de contrôle de l'érosion par la combinaison d'une couverture herbacée avec une litière abondante
Culture en couloirs	Climats humides, subhumides et peut-être semi-arides	Apparemment très prometteuses pour combiner la lutte anti-érosion avec l'utilisation agricole sur pentes douces à modérées; potentiel plus hypothétique sur fortes pentes; données expérimentales rares
Arbres sur ouvrages anti-érosion	Tous climats	Les arbres stabilisent les ouvrages en terre et rentabilisent le terrain qu'ils occupent
Brise-vent et rideaux abris	Zone semi-aride	Potentiel démontré de réduction de l'érosion éolienne
Pratiques sylvopastorales	Climats semi-arides et subhumides, plus quelques climats humides (en particulier en Amérique du Sud)	Possibilités d'introduction d'arbres et arbustes dans les programmes globaux d'amélioration des pâturages

Figure_95

L'essentiel dans l'agroforesterie pour la gestion des bassins versants est de planifier correctement l'utilisation des terres pour le bassin tout entier, en se préoccupant tout particulièrement du contrôle de l'érosion et de la gestion de l'eau de l'amont à l'aval du versant. Il est indispensable de disposer de mécanismes adéquats pour contrôler l'utilisation des terres et les pratiques de gestion, et de s'assurer la coopération des utilisateurs. A ce jour, la plupart des systèmes de ce genre est basée sur des combinaisons judicieuses d'agriculture, de structures anti-érosives, et de foresterie de protection. Inclure l'agroforesterie parmi les types d'utilisation des terres retenus pour une telle planification présente un grand intérêt potentiel.

L'agroforesterie devrait occuper les sites de pente intermédiaire, entre ceux destinés à l'agriculture et ceux destinés à la foresterie.

La construction de terrasses s'est révélée un moyen efficace de contrôle, mais elle exige beaucoup de main-d'œuvre.

Un système de remplacement a été mis au point dans lequel les pentes sont divisées en trois parties:

- Partie supérieure: Couvert forestier naturel
- Partie intermédiaire: Pâturage avec arbres fruitiers sur terrasses individuelles en demi-lune
- Partie inférieure: Cultures en terrasses

Sloping Agricultural Land Technologies (SALT) ou Techniques Agricoles pour les Terres en Pente (TATP)

SALT est un système d'aménagement des bassins versants né aux Philippines dans les années 1970. Il s'agit essentiellement d'une technologie agroforestière intégrée avec plusieurs pratiques antiérosives, développé pour soutenir la production agricole sur les terres en pente. L'objectif du méthode est la mise en place d'une agriculture diversifiée sur les terres en pente en visant à soutenir le maximum d'avantages et de minimiser l'érosion des sols (fig. 96, fig. 97, fig. 98 et fig. 99).

Les haies sont un élément important du système. Elles sont plantées le long des contours de terrains en pente à des intervalles variables selon la pente (4-12 m) et les cultures de céréales et de plantes pérennes de rente sont cultivées dans les couloirs. Les haies agissent comme des barrières contre l'érosion. Les haies peuvent aussi être taillées plusieurs fois par an, et les feuilles taillées peuvent être utilisés comme engrais vert ou pour le compostage. L'inclusion de grandes quantités de biomasse fraîche prévoit une augmentation substantielle de la teneur en matière organique du sol. Les plantes fixatrices d'azote peuvent être utilisées pour enrichir le sol.

Objectifs du système SALT:

- lutte contre l'érosion des sols;
- remise en état de la structure et de la fertilité des sols;
- efficacité de la production vivrière;
- facilité d'imitation par les agriculteurs à l'aide de ressources locales;
- régime de production atteint dans le délai le plus bref possible;
- faibles exigences en main-d'œuvre;
- faisabilité économique et respect de l'environnement.

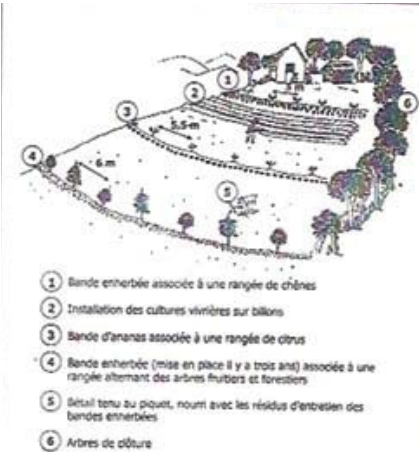
Mise en place:

- Des plantes annuelles et permanentes sont cultivées en bandes entre des rangées d'arbres et d'arbustes fixant l'azote, disposées selon les courbes de niveau;
- Quand une haie arrive à la hauteur de 1,5 à 2 m, on la retaille à 40 cm;
- Les branches élaguées sont placées dans les allées situées entre les haies, comme paillage préservant l'humidité et comme engrais organique (fumure verte).

88



Figure_96



Figure_97

Résultats de la recherche sur les SALT:

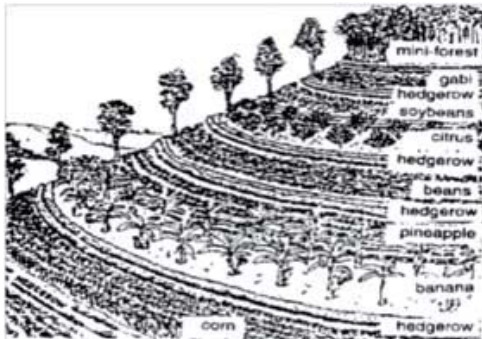
- Les revenus nets par an et par hectare d'un agriculteur sont en moyenne plus du triple des revenus d'un système traditionnel de monoculture;
- Fumure verte de leucaena (obtenue en taillant les haies disposées selon les courbes de niveau) augmentent du double les rendements de maïs;
- Lors des premières années exige beaucoup plus de main d'œuvre qu'une parcelle traditionnelle cultivée en maïs. (définition des courbes de niveau, préparation des lits de semences, plantation d'arbres et arbustes légumineux, taille des haies, etc.);
- À long terme exige moins de main d'œuvre par an que le système traditionnel;

- Réduction de la main d'œuvre requise pour lutter contre les plantes adventices, grâce au paillage organique;
- Toutefois, la main-d'œuvre nécessaire pour tailler les haies (de 3 à 10 fois par an) continue à absorber une part importante de la main d'œuvre disponible dans le ménage.

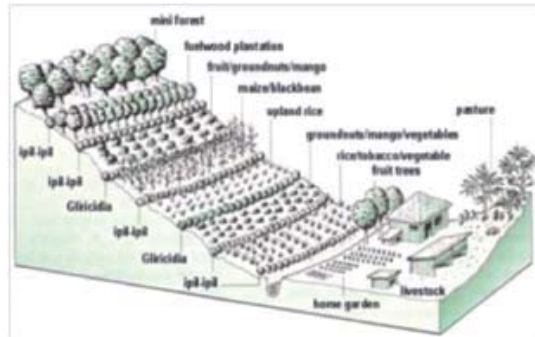
Rotations et dispositions:

- Des arbres produisant des cultures permanentes (caféier, cacaoyer, citronnier, bananier) sont plantés en file, ça et là dans la parcelle;
- Les allées qui ne sont pas occupées par des cultures permanentes sont semées, en rotation, en céréales (maïs, riz, sorgho), en autres cultures (patate douce, melon, ananas) et en légumineuses (haricot, soja, arachide);
- Si le cultivateur ne s'occupe pas d'une parcelle pendant une ou deux campagnes, les arbres et arbustes légumineux continueront à pousser, et ils pourront par la suite être exploités pour la production de bois de feu et de charbon de bois.

89



Figure_98



Figure_99

3 types principaux de SALT selon les proportions entres les composantes:

SALT 1	Principalement cultures alimentaires. Ratio cultures/ligneux 3:1. Réduction de l'érosion et augmentation des rendements. Simple et faible cout.
SALT 2	Modification du SALT par l'intégration du bétail : bovines, ovines, caprines. Fumure utilisée comme fertilisante. Les caprines sont source potentielle de lait, viande et peau.
SALT 3	Conversion des terres marginales en terre productive pour compléter la production nécessaire des autres SALT. Il est composé par 3 composantes : SALT1, SALT2 et parcelles séparées pour la production de bois de bonne qualité. Pour des fermes de plus de 2 hectares.
SALT 4	Introduction de la composante horticole. Production maraichère pour la commercialisation et production de nourriture de qualité nutritionnelle.

3. Le choix du système d'agroforesterie

L'agroforesterie, au delà d'être un système utilisé pour la conservation du sol, dans certain cas peut devenir une véritable option pratique d'exploitation surtout dans des conditions où le taux d'érosion empêche un rendement durable et suffisant des cultures annuelles.

Les caractéristiques favorables à l'adoption d'un système agroforestier sont:

- Grande variété de pratiques: permet d'appliquer l'agroforesterie à une grande diversité de conditions environnementales ;
- Approvisionnement en intrants: l'agroforesterie n'exige pas d'intrants coûteux ou rares. C'est une forme relativement peu onéreuse de valorisation de la terre;
- Technique: la technique utilisée, qui consiste en la gestion des arbres, est généralement familière aux agriculteurs.

Les critères de base pour le choix du système agroforestier approprié sont :

- Écologiques: caractéristiques agro écologiques du bassin et des terrains à aménager ;
- Économiques: calcul des couts et des bénéfices du changement de système agricole.

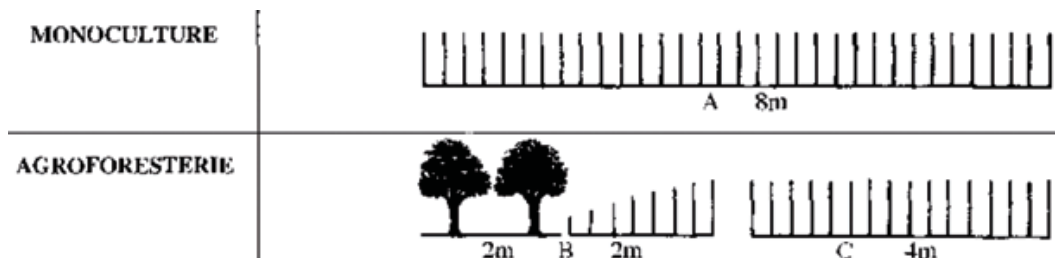
Les questions à se poser avant de mettre en place un nouveau système agroforestier sont:

Si les arbres sont cultivés avec des plantes herbacées (cultures ou pâturages), le rendement des plantes herbacées est-il réduit? Si oui, le rendement des arbres dépasse-t-il la différence de rendement des plantes herbacées?

Les deux composantes sont-elles complémentaires (la présence de l'une augmente le rendement de l'autre), additionnelles (sans interaction mutuelle) ou compétitives (la présence de l'une réduit le rendement de l'autre)?

Les contraintes inévitables de la mise en place d'un système agroforestier sont la réduction de la superficie cultivable (perçue comme l'un des obstacles majeurs à l'agroforesterie) et la baisse du rendement de la culture près de l'interface arbre-culture.

La question revient alors à savoir si une augmentation de rendement par unité de surface cultivée amenée grâce au contrôle de l'érosion et à l'amélioration de la fertilité par les arbres fait plus que compenser la perte de surface cultivable et une certaine réduction de la production près de l'interface.



Figure_100

Figure_101

01	CAS 1		CAS 2		CAS 3	
	Rendement par mètre	Production	Rendement par mètre	Production	Rendement par mètre	Production
MONOCULTURE:						
Unité A	100	800	100	800	100	800
AGROFORESTERIE:						
Unité B	50	100	70	140	90	180
Unité C	100	400	140	560	180	720
Total Culture		500		700		900
Ligneux		200		200		200
Valeur	1 unité de culture = 1 unité monétaire					
	1 unité ligneuse = 0,75 unité monétaire					
MONOCULTURE		800		800		800
AGROFORESTERIE		650		850		1050
	CAS 1 Perte de production		CAS 2 Production réduite mais compensation économique		CAS 3 Rendement cultural et production totale accrus	

Les figures 100 et 101 illustrent ce problème, en comparant la monoculture avec un système agroforestier zonal dans lequel les arbres occupent jusqu'à 25% du terrain. On suppose une réduction de moitié du rendement de la culture sur 2 m d'interface.

Dans le premier cas, le rendement de la culture éloignée de l'interface n'est pas plus élevé que sur la surface témoin; la production totale est plus faible, de même que le revenu économique.

Dans le deuxième cas, la présence d'arbres augmente le rendement de la culture de 40% loin de l'interface; ce n'est pas suffisant pour compenser les effets combinés du décalage et de la réduction dus à l'interface, et la production est ici aussi plus faible, mais cette perte est un peu plus que compensée financièrement par le revenu tiré des arbres.

Le troisième cas montre une augmentation de production de 80% par unité de surface cultivée (réaliste étant donné le contrôle de l'érosion), conduisant à une augmentation de 12,5% du rendement cultural pour la totalité de la superficie cultivée.

Les cas décrits dans les figures 100 et 101 peuvent être mis en parallèle avec les systèmes agroforestiers de rotation dans lesquels il y a pure alternance d'arbres et de cultures, produisant un décalage dans le temps. Cela ne s'applique pas au système taungya, car la production de la culture chevauche la croissance des arbres. Dans les systèmes spatiaux mixtes, l'interface est plus ou moins omniprésente et il y a souvent très peu de décalage spatial ou de réduction de la surface cultivée: la question se résume alors à savoir si le rendement cultural est plus élevé avec ou sans les arbres.

Savoir lequel des trois cas est susceptible de prévaloir dans diverses circonstances est fondamental pour la recherche agroforestière.

Les principaux intrants nécessaires à l'agroforesterie, en plus de ceux nécessaires à l'agriculture, sont le matériel génétique et les plants. Bien que des pénuries locales temporaires soient possibles, il n'existe pas de problème intrinsèque d'approvisionnement. Les pépinières locales sont simples et relativement peu onéreuses à mettre en place. Dans les projets de développement agroforestiers, le montant des dépenses engagées n'est en rien comparable à celui, par exemple, de la construction de barrages ou de routes. La contrainte liée à l'approvisionnement en engrais est susceptible d'être réduite ou de se maintenir. A l'heure actuelle, les coûts principaux liés à la mise au point de l'agroforesterie concernent la recherche et la formation. Celles-ci demeureront nécessaires, mais l'ampleur actuelle des besoins est un phénomène temporaire, né de la prise de conscience croissante du potentiel de l'agroforesterie pour le développement. En ce qui concerne les intrants et l'investissement, l'agroforesterie est donc une forme de développement relativement peu exigeante, qui ne pose pas de sérieux problèmes d'approvisionnement. L'agroforesterie est aussi une option d'aménagement facilement réalisable au niveau de l'exploitation. Elle n'exige ni investissement important ni machinerie, et les agriculteurs peu formés peuvent aisément apprendre les techniques nécessaires pour s'occuper des arbres.

En ce qui concerne les trois contraintes à son application, l'agroforesterie se situe comme suit:

- **Type de terre:** étant donné le nombre de pratiques, l'agroforesterie est applicable à un large éventail de types de terre, avec un plus grand potentiel pour certains d'entre eux;
- **Étendue de terre:** beaucoup de pratiques agroforestières impliquent, suite à l'occupation par des arbres, une certaine réduction de la superficie cultivée. Cette perte de surface cultivée peut être compensée soit par l'augmentation de rendement par unité de surface cultivée, soit par une production ligneuse qui compense la perte de production agricole. C'est à la recherche de déterminer laquelle de ces situations s'applique aux différents cas;
- **Approvisionnement:** L'agroforesterie n'exige aucun intrant susceptible de manquer ou qui doit être importé et payé en devises étrangères; c'est une forme de développement relativement peu coûteuse pour le gouvernement comme pour l'agriculteur.

L'agroforesterie est donc très largement applicable comme option pratique d'exploitation, tant au niveau du gouvernement qu'à celui de l'agriculteur.

Les étapes à suivre pour l'adoption d'un nouveau système agroforestier sont:

1. Identifier les motivations claires des exploitants;
2. Évaluer les espèces et les systèmes plus appropriés par rapport à la zone et les motivations des exploitants;
3. Planifier l'utilisation des espaces (Cartographie participative, Whole Farm Planning, Property Management Planning) avec les exploitants.

Les étapes à suivre pour la mise en place d'un nouveau système agroforestier sont:

1. Définition des parcelles, des courbes de niveau et piquetage;
2. Plantation;
3. Entretien et protection des jeunes plantules.

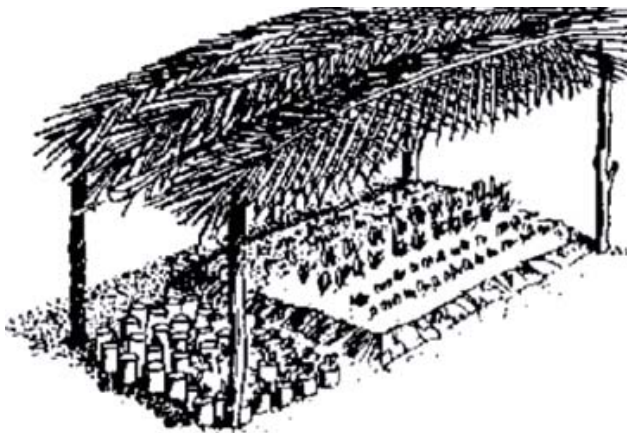
Mise en place d'une pépinière

Si la plantation des arbres se fait par grain et l'espèce qui sera plantée ne permet pas un ensemencement direct, l'installation d'une pépinière est nécessaire. L'objectif d'une pépinière est celui de garder les jeunes et délicates plantules d'arbre en un environnement protégé jusqu'à ce qu'elles soient plus résistantes et prêtes à être transplantées dans le lieu choisi pour la plantation.

L'implantation de la pépinière se fera préférablement en un lieu où l'ombrage et l'accès à l'eau d'arrosage ne sont pas une contrainte. Si la pépinière est proche de la maison, il sera plus facile de suivre et entretenir les jeunes plantules.

Les étapes à suivre pour la mise en place d'une pépinière d'arbre sont les suivantes:

1. Choix du site (abrité, proche de la maison, accès à l'eau, ombrage, disponibilité de fumier et de terre de qualité);
2. Délimitation du site;
3. Installation des abris pour l'ombrage (fig. 85);
4. Semis des grains en plat de bande ou en sachet.



Figure_102

La plantation

Le repiquage des jeunes plantules est une opération plutôt délicate. La plantule est assez sensible et peut être facilement endommagée à cause des blessures mécaniques ou du manque d'humidité nécessaire au niveau du système racinaire (fig. 103). Normalement, le repiquage se fait avant ou pendant les saisons plus humides.



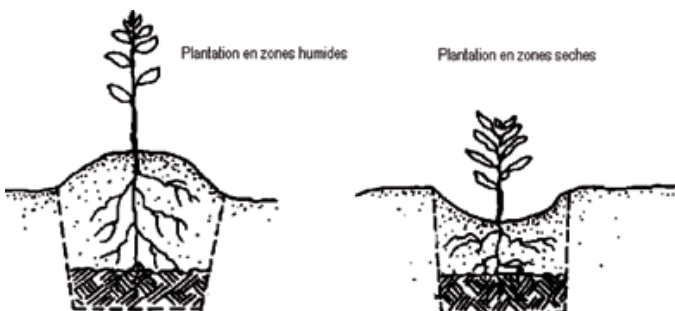
Figure_103

Les racines des plantules ne devraient jamais être laissées exposées à la lumière du soleil ou laissées là où elles peuvent se dessécher.

La profondeur des trous doit être deux fois plus profonde que la longueur des racines et une bonne quantité de compost et d'engrais doit être mélangée avec la terre. Tout en maintenant la plante dans le milieu du trou, le trou sera rempli avec de la terre et le compost.

Si la zone de plantation est humide, planter l'arbre dans un monticule de terre supérieur à la surface du sol afin d'éviter la stagnation d'eau au niveau des racines.

Si la zone est sèche, planter l'arbre dans un bassin, inférieur à celui du sol environnant afin de faciliter le passage de l'eau au niveau de racines (fig. 104)

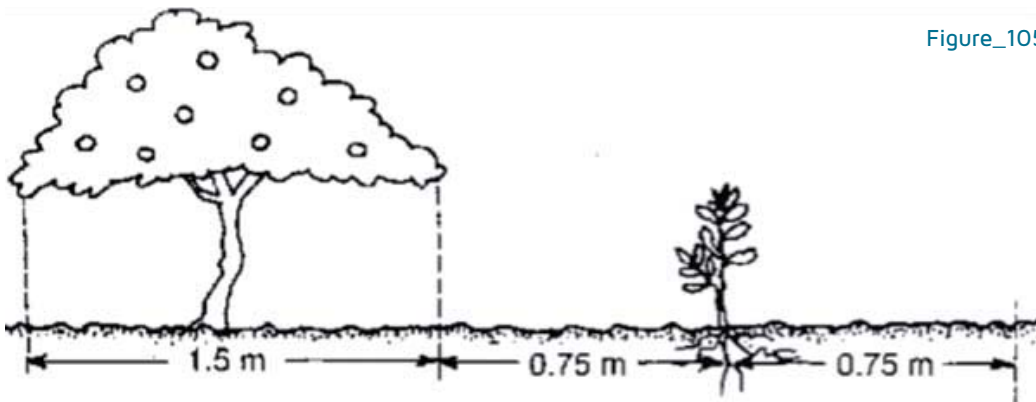


Figure_104

Les plantes doivent être repiquées avec assez d'espace entre elles pour éviter la concurrence. Dans le choix des distances de plantation, il faut prévoir le développement (en largeur et longueur) de l'arbre adulte afin d'estimer la meilleure distance de plantation et éviter la compétition.

Par exemple si on sait que l'arbre aura un développement de 1,5 m de large, la plantation des plantules doit être fait en prenant déjà en considération cette largeur (fig. 105).

Dans le cas des plantes qui n'ont pas une grande valeur économique, la distance de plantation peut se faire plus étroite et quand les arbres deviennent trop proches, on peut couper les plantes en excès dans un deuxième temps.



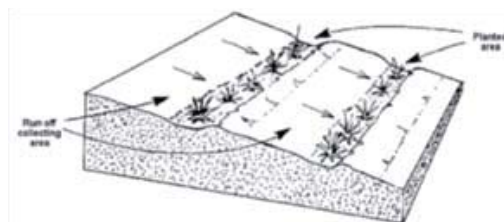
Figure_105

95

Dans les cas de plantations d'arbre sur des terrains en pente, les distances entre les lignes de plantation (en courbe de niveau) seront plus étroites si les gradients de la pente sont plus forts (fig. 106).



Figure_106



Figure_107

Dans le cas de plantations d'haies en courbe de niveau, avant de réaliser les trous pour le repiquage des plantules, la création des mini terrasse en contre pente (10%) est nécessaire (fig. 107).

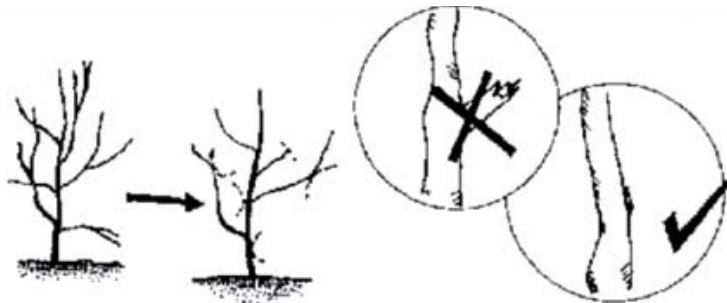
L'élagage

Périodiquement, les arbres et les arbustes nécessitent d'être élagués.

Les objectifs de l'élagage sont:

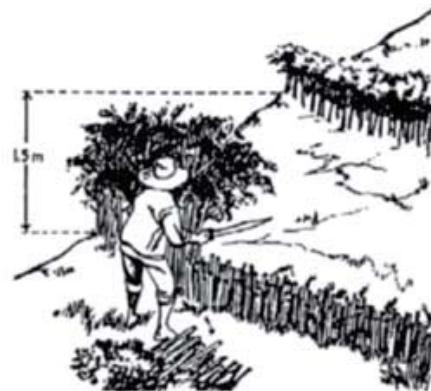
- Éviter la formation et la diffusion de grains que peuvent rendre trop agressive la croissance des nouvelles plantules en compétition avec les autres cultures,
- Limiter la compétition entre plantes pour la lumière et les éléments nutritifs,
- Contrôler le développement des plantes (largeur, longueur),
- Limiter la densité de végétation des arbres pour éviter la stagnation d'humidité qui facilite le développement des maladies,
- Rendre plus constant la production de fruit,
- Avoir accès au bois sans tuer l'arbre,
- Avoir accès à de la substance organique.

Afin d'éviter le risque de maladies et de réduire le choc des arbres, la surface de coupe doit être limitée au minimum. Cela signifie d'effectuer des coupes nettes en limitant la laceration des tissus végétaux (fig. 108).



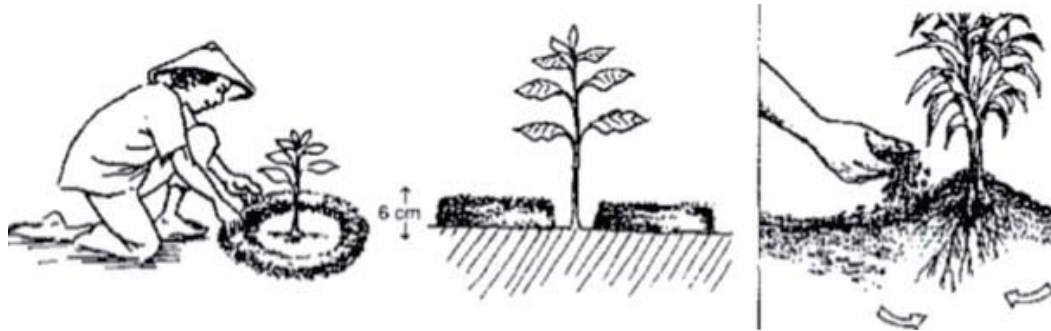
Figure_108

Les haies doivent être élaguées à 40 cm chaque année lorsque la hauteur dépasse 1,5 m (fig. 109).



Figure_109

97



Chapitre 4 : L'agroforesterie

4. Le choix des espèces appropriées

Les espèces intéressantes pour la mise en place d'un système agroforestier sont celles de plantes ligneuses avec des potentialités de production/exploitation.

En général, les fonctions des arbres à prendre en considération sont:

- Fixation d'azote;
- Production de fruits;
- Production de résidus;
- Production de bois;
- Complémentarité avec les autres cultures;
- Conservation de sol.

98

Fixation de l'azote

La fixation de l'azote atmosphérique au sol par les plantes peut se réaliser par processus symbiotique ou non-symbiotique.

La fixation non symbiotique s'accomplit par des organismes vivant librement dans le sol. Elle varie selon le contenu de la matière organique, et par conséquent avec l'activité microbiologique du sol.

La fixation symbiotique se réalise à travers l'association de bactéries fixatrices d'azote avec les racines de certaines espèces de plantes. Les légumineuses sont associées à des *Rhizobium*, tandis que quelques espèces non légumineuses sont associées à des *Frankia*. Ces symbioses se produisent en association avec des champignons qui infectent les racines pour former des mycorhizes. Typiquement, les quantités fixées par des légumineuses herbacées sont de l'ordre de 40 à 200 kg N/ha/an.

Concernant les arbres:

- Fixation de l'azote par les légumineuses et autres espèces;
- *Senna siamea* : elle n'est pas fixateur d'azote, mais elle contient cependant dans ses feuilles de grandes quantités d'azote et paraît capable d'améliorer l'azote du sol;
- L'emploi de ligneux fixateurs d'azote peut réduire la compétition des racines avec les cultures.

Arbres fixateurs d'azote

Fixation d'azote (kg/ha/an)

Acacia albida	20
Acacia mearnsii	200
Allocasuarina littoralis	220
Casuarina equisetifolia	60-110
Caféier + Inga sp.pl.	35
Coriaria arborea	190
Erythrina poeppigiana	60
Gliricida sepium	13
Inga jinicuïl	35-40
Inga jinicuïl	50
Inga jinicuïl	35
Leucaena leucocephala	100-500
Leucaena leucocephala (en couloirs)	75-120
Leucaena leucocephala (six mois)	100-130
Prosopis glandulosa	25-30
Prosopis glandulosa	40-50
Prosopis tamarugo	200
Jachère en forêt dense humide	40-100
Forêt dense humide adulte	16

Élément nutritif	% dans la feuille	Teneur potentielle en éléments nutritifs dans la litière de feuilles ou dans l'émondage(kg/ha/an)
Azote	2,0	80 à 120
Phosphore	0,2 à 0,3	8 à 12
Potassium	1,0 à 3,0	40 à 120
Calcium	0,5 à 1,5	20 à 60

Prosopis juliflora
(Baywonn)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Fixation N	Charbon	Pluviométrie <1000mm	Grains (à scarifier ou bouillir)
Résistance à la sécheresse et aux sols salins	Bois	Altitude < 400m	Méthodes végétatives
Système racinaire important	Fourrage (gousses jaunes)	Espèce forestière: haies, éparpillée sur les terrains de pâturage, en files	
Tolérance au pâturage libre	Apiculture		
Rejet			

Colubrina aborescens

(Bwa pele, gri-gri, bwa kapab)



101

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Bois pour la construction des maisons	Bois de construction	Pluviométrie > 800 mm	Grains (en eau bouillante, sous ombrage)
Occupation du niveau haut de la canopée (15-25m)	Charbon	Sur sols peu profonds et pierreux	Emondage apical avant la transplantation
Croissance rapide	Médecine (boisson avec l'écorce)	Ombrage pour le café et cacao	
	Fourrage (feuilles)		

Cordia alliodora

(Bwa Soumi, bwa woz, chenn kapawo, chenn fran, chenn nwa)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Bois de bonne qualité (menuiserie)	Bois de construction	Pluviométrie 1.000-4.500 mm	Grains (perte de pouvoir de germination après 1 mois: stocker en humidité < 10% à 4-5°C)
Occupation du niveau haut de la canopy (10-20m)	Bois pour la menuiserie	0-4 mois de sécheresse	Par bouture
Native en Haïti	Médecine (grains et feuilles)	Ombrage pour le café avec potentiel pour le bois	
	Apiculture		

Catalpa longissima

(Chenn, bwa chenn, chenn peyi, chenn nwa)



103

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Bois de bonne qualité (menuiserie et barques)	Bois pour la construction des barques	Pluviométrie 1.000-2.000 mm	Grains (stocker à 5-7% d'humidité, 4-19°C)
	Bois de construction	Ombrage léger	
Native en Haïti	Bois pour la menuiserie	Pas de terrain peu profond et pierreux	Repousse depuis les gemmes basales
	Médecine (feuilles)		Par bouture (pas très utilisé)

Simarouba glauca

(Fwenn, bwa fwenn, bwa blan, doliv)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Croissance rapide	Bois de construction	Pluviométrie 1.200 mm	Grains (stocker à <10% d'humidité) à scarifier avant le semis
Qualité moyenne du bois	Bois pour la menuiserie simple	Altitude: 0-800m	
Adaptable à conditions différentes	Médecine (feuilles, écorce, grains)	Tous terrains	
Feuilles pas mangées par les animaux	Huile		
Native en Haïti			

Swietenia mahagoni/macrophylla

(kajou, kajou peyi/kajou etranje, cajou vénézuéla)



105

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Qualité élevée du bois Adaptable à conditions différentes Croissance lente Native en Haïti (mahogoni)	Bois pour la menuiserie de haute qualité et sculptures Médecine (écorce)	Mahogoni: Pluviométrie 800-2.000 mm Altitude: 100-500m Macrophylla: Pluviométrie > 1.800 mm Altitude < 500m Ombrage pour le café	Grains (stocker à <3% d'humidité et -20-2°C) à scarifier avant le semis

Roystonea borinquena

(palmis)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Utilisation des parties de la plante pour construction	Feuilles et bois pour la construction	Pluviométrie 1.00-2.000 mm	Généralement naturelle
Ornemental	Fruits pour les porcs	Altitude: 0-1.000m	Possible par semis
Native des Caraïbes	Séchage des grains		

Cedrela odoreata

(sèd, kajou planch, kajou femel, sed blan, sed panyol)



107

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Bois aromatique pour menuiserie Adaptable	Bois pour la menuiserie (cercueils) Médecine et croyances populaires	Pluviométrie 1.000-2.000 mm Altitude: 0-1.000m Ombrage pour le café, brise-vent, cloture	Grains (à stocker 6-7% humidité, <4°C) Méthodes végétatives

Cocos nucifera

(kokoye, nwa koko)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Source d'alimentation et fibre	Fruit (cousine traditionnelle)	Pluviométrie >1.000 mm	Plantation du fruit
Bois	Feuilles pour construction et artisanat	Altitude: 0-1.000m	
Maladie en Haïti (jaunissement létale)			

Mangifera indica (Mangue)



109

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
L'espèce la plus importante en Haïti Utilisation du bois pour construction et charbon Tolérante à la sécheresse	Fruit (exporté et transformé) Bois pour construction et charbon Médecine (feuilles, écorces et fruits) Excès de fruit au bétail	Pluviométrie 1.000-2.000 mm Altitude: 0-400m	Grain Par greffage (meilleure qualité et rentabilité)

Citrus

(sitwous)

Citrus aurantifolia
Sitwon



Citrus aurantium
Zoranj amer



Citrus maxima
Chadek



Citrus paradisi
Pamplemous



Citrus reticulata
Mandaren



Citrus sinensis
Zoranj dous

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Nutrition et santé (vitamines)	Fruit (exporté et consommé)	Pluviométrie >1.000 mm	Grains (orange amère)
Exportation des fragrances	Jus	Altitude: 0-1.000m	Par greffage
Bois et ombrage	Bois pour construction et charbon	0-500m mandarin et orange douce	
	Médecine		
	Huile et fragrances		

Persea americana (Zaboka)



111

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Nutrition et santé (vitamines)	Fruit	Pluviométrie >1.200 mm	Grains (orange amère)
Bois et ombrage	Bois pour construction et menuiserie	Altitude: 0-800m	Par greffage
Pas tolérant à la sécheresse	Médecine		
	Huile (77% acide oléique)		

Senna Siamea

(Kasya)

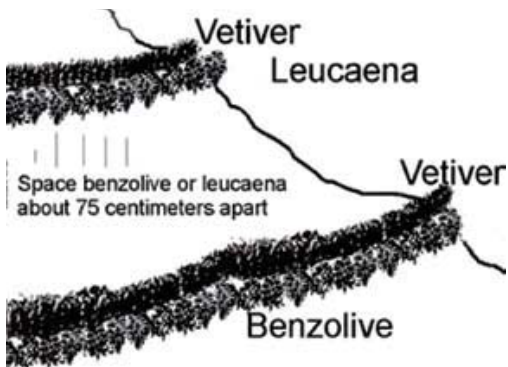
112



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Croissance rapide	Bois pour construction et charbon (9,5kg/ arbre après 3 ans)	Pluviométrie 1.000-2.000 mm	Grains
Adaptable		Altitude: 0-500m	Bouture
Fort rejet	Fourrage (pas des porcs)		
Pas mangée par les animaux			
Bois pour charbon			
Idéal pour haies et délimitations			
Mois adaptable et agressive que leucena			

Lauecena leucocephala

(Lisina, bwa bouwo, tcha tcha mawon, delen, delen peyi)



Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Croissance rapide	Bois pour charbon (6kg/arbre après 3 ans)	Pluviométrie >800mm	Grain
Adaptable		Altitude: 0-600m	
Fixation N	Fourrage		
Fort rejet (infestant)	Médecine		
Bois pour charbon			
Utilisé pour haies vivantes			

Azadirachta indica

(Nim)



114

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Fruit: insecticide et fertilisant (azadiracthine) Bois et ombrage Invasive Plantation des délimitation et brise-vent Germination lente Avec leucaena	Insecticide et fertilisant (30-50kg fruits/arbre/an) Bois (1-3 kg/ arbre/an) pour menuiserie, construction et charbon Médecine	Pluviométrie >800mm Altitude: 0-600m	Grains Par bouture

Gliricidia sepium

(Piyon, piyong, lila etranje, motel)



115

Caractéristiques d'intérêt agroforestier	Produits	Utilisation	Propagation
Croissance rapide Fort rejet Fixation N Bois et ombrage Fourrage et engrais vert Plantation des délimitation et brise-vent	Bois (0,6kg/ arbre/an) pour menuiserie, construction et charbon Engrais vert Médecine Fourrage	Pluviométrie >1.000mm Altitude: 0-600m	Par bouture Grains

Autres espèces intéressantes

(Bambou, Benzoliv, Pois congo, Vetiver)

Espèces	Intérêt	Contraintes	Figure
Bambou (Bambousoideae)	Croissance rapide, bois pour construction et artisanat, contrôle de l'érosion. Idéal pour haies vivantes		A
Benzoliv(Moringa oleifera)	Nutrition et santé des hommes et des animaux pour contenu des feuilles en éléments bases >50% production de lait des vaches	Compétition avec maïs et aubergine	B / C
Pois congo(Cajanus)	Fixation d'N, source de protéine, fourrage, paillage. Comme haie ou brise-vent		D / E
Vetiver (Chrysopogon zizanioides)	Meilleure espèce pour des haies pour réduire l'érosion	Risquée si utilisée pour la production d'huile	F / G / H

A



B



C



D



E



F



G



H



Chapitre 5 :

Méthodologie de mise en œuvre des projets de conservation de sol en Haïti

118

1. Méthodologie des projets de conservation de sol

En termes généraux, les caractéristiques principales de la recherche et de la politique de contrôle de l'érosion sont:

- Les principaux effets néfastes de l'érosion sont les pertes en matière organique et en éléments nutritifs des plantes, mais surtout la diminution importante des rendements agricoles;
- Les coûts ou les exigences en main d'œuvre pour le contrôle de l'érosion par des structures mécaniques sont souvent jugés excessifs;
- La vulgarisation de la conservation des sols par des méthodes prohibitives ne marche pas ;
- La nécessité de s'assurer la coopération des agriculteurs pour réussir la conservation des sols s'accorde bien avec la méthode de diagnostic et de conception de l'agroforesterie.

Approche du Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural

Environ 85% des bassins versants du pays sont fortement dégradés ou en cours de dégradation très rapide, causant de fréquentes inondations dans le pays, un épuisement ou une disparition des facteurs de base de la production agricole avec des effets néfastes sur les infrastructures de production en aval.

Du fait de son relief, de son climat et de son insularité, Haïti bénéficie d'une écologie variée et de ressources naturelles diversifiées. Cependant, le pays est entraîné depuis plusieurs décennies dans un processus de décapitalisation des ménages ruraux et de désertification du milieu. En effet, face à l'augmentation de la population, à la demande croissante de produits vivriers et aux superficies agricoles limitées, les superficies en culture se sont accrues au point de dépasser de 20 à 30% celles aptes à l'agriculture. La situation est similaire dans le domaine des ressources forestières qui fournit la plus grande partie de l'énergie et des matériaux de construction. Les prélèvements sont de 3 à 4 fois supérieurs aux rendements des formations forestières, les forêts ne couvrent plus que 1 à 2 % de la superficie du pays, 25 des 30 bassins versants sont dénudés. La diversité biologique des différents écosystèmes du pays est en voie de disparition accélérée. L'extraction des roches destinées à la construction (2,5 millions de m³ par année) déstabilise le terrain et dégrade le paysage.

L'aménagement intégré des bassins versants constitue une des priorités majeures du gouvernement. L'expérience a montré que ce volet, pour être performant, doit être orienté vers des actions qui visent le développement local dans son intégralité (économique et social).

Contraintes

Les principaux facteurs à l'origine de cette dégradation de l'environnement sont:

- La forte pression démographique entraînant la réduction voire la diminution rapide de la taille de l'exploitation, la disparition de la jachère dans les systèmes d'exploitation, la surexploitation des terres souvent sans restitution organo-minérale;
- Les pratiques de cultures érosives sur les fortes pentes au détriment des cultures protégeant le sol;
- La mise sous culture de terres à pentes excessivement élevées sans mesure de lutte antiérosive;
- Le faible développement de l'agroforesterie, alors qu'elle peut être adaptée à toutes les zones et à toute classe de pente;
- La fragilité du milieu physique (fortes pentes, sols développés sur des matériaux calcaires en alternance avec des intrusions basaltiques);
- L'insécurité foncière qui freine les investissements productifs de long terme;
- La pratique de l'élevage libre dans certaines zones;
- La violence des phénomènes climatiques (pluies à caractère torrentiel, cyclones);
- La pression des besoins en énergie et pour la construction sur les ressources en bois.

Potentialités

Les potentialités sont liées à un certain nombre de facteurs favorables : une grande variabilité agro-écologique, une pluviométrie relativement abondante, des ressources en eau pouvant être utilisées en irrigation collinaire.

Au cours des vingt dernières années, l'approche bassins versants a évolué vers l'aménagement participatif et intégré dans un cadre de développement local.

Les aspects relevant dans cette nouvelle approche peuvent être résumés comme suit:

(i)

la gestion des ressources naturelles ne peut pas se faire sans la participation des utilisateurs de ces ressources;

(ii)

l'interaction entre l'amont et l'aval des bassins versants, en prenant en compte les points de vue des populations des montagnes;

(iii)

les participants doivent avoir la capacité de décision et de responsabilité et

(iv)

la participation des différents acteurs (population, associations, services de l'Etat, ONG, compagnies privées) demande du temps pour la mise en place d'un processus de compréhension et d'appropriation.

Depuis quelques années, la décentralisation et le renforcement des collectivités territoriales ont été placés comme priorités dans l'agenda du gouvernement haïtien. Pour ce faire, beaucoup de projets de développement local ainsi que des plans ont été élaborés ; on peut citer entre autres, les Plans de développement local du FAES, de l'USAID/LOKAL, Banque Mondiale/PRODEP, etc.

Actuellement, des projets pilote, ainsi que beaucoup d'autres, interviennent dans le renforcement des capacités et représentent des modèles (leçons apprises) pour d'autres projets en cours d'élaboration, tel est le cas des projets GCP/HAI/019/CAN de la FAO à Marmelade – Plaisance, PADELAN de l'ACDI. Cependant, l'expérience d'Haïti montre aussi que la décentralisation et le renforcement des organisations locales doivent être accompagnés d'un plan de financement adéquat en lien avec des filières compétitives pour que l'investissement soit durable.

Ce processus de décentralisation a donné lieu au transfert de responsabilités vers les administrations locales. De ce fait, la gouvernance locale est devenue progressivement un aspect très important dans l'aménagement des bassins versants. Dans le cas d'Haïti, différents projets ont développé une approche « Aménagement des bassins versants – Développement local », dans un processus de concertation et de négociation.

La durabilité des actions impose que les autorités locales et la population soient impliquées dès la conception. Il s'agira de promouvoir, en collaboration avec les autres entités de l'État, la création des Comités communaux de concertation et de planification (CCCCP) formés par la société civile, les représentants de différents bureaux décentralisés (MPCE, MARNDP, MICT, MSPP, etc.), les autorités locales, des ONG travaillant dans les bassins versants, afin d'aménager et de gérer les bassins versants dans le cadre du développement local. A noter que d'un point de vue institutionnel, en décembre 2000, le projet PRODETER avait élaboré la Politique nationale des bassins versants que le MARNDP avait approuvé. Cependant, plusieurs actions prévues n'ont pas été mises en œuvre.

Les grands axes de la stratégie retenus, pour l'aménagement des bassins versants, dans la Politique de développement agricole 2010-2025 du MARNDP sont les suivants:

- L'accélération de l'aménagement des bassins versants dans les montagnes humides et semi – humides;
- L'intégration des techniques retenues aux systèmes de production;
- La sécurisation des activités économiques en milieu rural face aux risques de catastrophes naturelles;
- La décentralisation et décentralisation de la gestion des bassins versants dans une perspective de développement local durable;
- Le renforcement des capacités des pouvoirs locaux et des producteurs, ainsi que leur responsabilisation dans le domaine de la gestion des ressources;
- La dynamisation du comité interministériel d'aménagement du territoire (CIAT);
- La révision du cadre législatif et réglementaire en relation avec les questions foncières.

Description des interventions retenues

Les éléments de stratégie retenus doivent permettre de réhabiliter les bassins versants dégradés, par des interventions harmonieuses, efficaces et durables, visant l'amélioration des conditions socioéconomiques des communautés rurales et entraînant une diminution de la pression sur le milieu.

En raison de la situation particulière créée par le séisme du 12 janvier, l'aménagement intégré des bassins versants doit se dérouler en deux séquences: le court terme et le moyen-long terme.

Pour le court terme, les actions suivantes seront mises en œuvre:

- conservation des eaux et des sols sur les versants (cordons de pierre, canaux d'infiltration, haies vives, terrasses progressives, etc.);
- aménagement de ravines et de reprofilage des lits de rivières;
- planification de l'aménagement intégré de bassins versants prioritaires (études et travaux préalables, sensibilisation, mobilisation, formation technique et organisationnelle);
- mise en place d'un réseau de production de matériel de reboisement (pépinières), de banques de semences et vergers semenciers;
- réhabilitation de pistes rurales dans les versants, notamment des montagnes humides à forte potentialité agricole.

Pour le moyen et long terme, il est prévu:

- d'améliorer et de gérer le couvert végétal: lancer des campagnes de reboisement (agroforesterie, foresterie, forêts énergétiques, etc.) à partir des filières génératrices de revenus comme les espèces ligneuses et l'arboriculture fruitière;
- promouvoir une agriculture durable (systèmes de production viables), la gestion de pâturages et de l'élevage, promouvoir l'agro-industrie;
- et des actions pour la maîtrise de l'eau : lacs collinaires, aménagements et protection de sources d'eau, stockage d'eau (individuel et collectif), irrigation de montagne et de plaine, étangs piscicoles, etc.

L'ensemble de ces actions devra être précédé de travaux de zonage, de cartographie devant orienter les décisions d'aménagement en fonction des sols, des pentes, des habitats.

Il devrait être également basé sur la sensibilisation des communautés (pour le changement d'attitude vis-à-vis de la lutte antiérosive) et le renforcement des capacités d'intervention des acteurs locaux, afin de mieux les responsabiliser par rapport à la mise en œuvre des infrastructures (routes, structures antiérosives, etc.) et à leur entretien.

Pour des raisons stratégiques, il a été décidé de donner priorité à l'aménagement intégré des bassins versants liés directement à des périmètres irrigués, car ils peuvent contribuer significativement à une meilleure sécurité alimentaire du pays.

Citons entre autres les bassins versants de la Grande Rivière du Nord, de Saint Raphaël, de Limbé, de la plaine de Maribaroux, de la Quinte, de l'Artibonite, de Saint Marc/Cabaret, la Rivière Grise, de Léogane, de Cavaillon, des Cayes.

Points faibles des projets de conservation de sol:

- Recherche scientifique insuffisante;
- Manque de suivi-évaluation à la fin des activités du projet;
- Évaluation des problèmes fonciers inadéquate;
- Manque de participation des populations concernées aux projets (identification des besoins, les contraintes, et des moyens à mettre en œuvre pour atteindre certains objectifs de développement);
- Manque de centralisation et de coordination des actions;
- Inadéquation des techniques.

Leçons apprises:

- Besoin d'encadrement technique et financier pour permettre aux paysans d'identifier et de résoudre les problèmes de dégradation du milieu;
- Les actions entreprises par l'État ou par les organisations non gouvernementales sont d'une durée trop courte;
- Nécessité de coordination des actions des différents acteurs guidée par les Directions Départementales de l'Agriculture;
- Des projets qui cherchent à contrôler le ruissèlement et la perte de sol sans considération de l'amélioration des revenus des paysans ne vont jamais être durables;
- On observe souvent une absence de raisonnements sur le choix technique des structures antiérosives par rapport à la zone;
- Des pratiques agronomiques sont proposées sans tenir compte ni de la diversité des paysages ni des contraintes socioéconomiques;
- Peu d'échanges entre les projets voisins;
- Pas de valorisation des expériences faites ailleurs.

Recommandations:

1. Participation, responsabilisation et préoccupations des bénéficiaires

Toute action de gestion de bassin versant doit être le résultat de la négociation, la participation et la responsabilisation des bénéficiaires à toutes les étapes du projet. Les problèmes socio-économiques des bénéficiaires doivent être ainsi pris en compte comme d'autres activités collatérales afin de réduire la pression sur les forêts et les arbres et augmenter les revenus.

2. Création d'activités de transformation des produits agricoles et des centres d'intérêts et recherche de débouchés pour des plantes et des fruits;

3. Favoriser l'entrepreneuriat chez le paysan et organiser des mécanismes facilitateurs.

Approche de la FAO en Haïti

Les actions d'aménagement des bassins versants doivent prendre en considération 4 facteurs principaux de l'écologie humaine:

Facteur 1: Dynamique de la population

- Impact de la croissance démographique: densité de la population/besoins en ressources naturelles;
- Phénomènes migratoires: ils ont des répercussions sur la gestion des ressources (ex. séisme du 12/01/2010);
- Les activités humaines peuvent transformer les milieux naturels par leur pression sur les ressources naturelles.

Facteur 2: Systèmes des moyens d'existence

- Les populations locales dépendent des ressources naturelles des bassins versants comme moyen d'existence;
- La dégradation environnementale est souvent liée à la pression exercée par l'économie de marché, la croissance démographique et les changements climatiques sur les moyens d'existence.

Facteur 3: Intérêts extérieurs

- L'importance socio-économique des écosystèmes des bassins versants dépasse largement les intérêts locaux des résidents dans un contexte plus large de système économique, social et politique.

Facteur 4: Politiques/Normes et réglementations

- Identifier les dispositions pouvant influencer les interventions: droits d'accès foncier officiel ou coutumier, lois sur les forêts, lois sur les cultures sur pentes, droits d'accès aux ressources en eau des bassins hydro, etc. (ex. application du code rural Duvalier en Haïti).

Changement de paradigme entre l'ancienne et la nouvelle génération de programmes et projets

Ancienne génération	Nouvelle Génération
Intégration Questions Socio-éco dans les programmes ABV	Accent sur la gestion des RN des BV dans un cadre global de développement socio-éco local.
Accent sur la participation populaire ou communautaire/planification participative "DOWN-TOP"	Accent sur la participation Multi-Acteurs/associant des intérêts socio-techniques et politiques dans un contexte de concertation pluraliste Approche MULTIDISCIPLINAIRE
Conception rigide surestimant la capacité du gouvernement central à faire appliquer les politiques	Conception flexible adaptée aux systèmes de gouvernement local
Planification et financements à court terme	Planification et financements à long terme
Responsabilité mise en œuvre confiée à des institutions lourdes (ex. Autorités gouvernementales des BV ou fluvial)	Responsabilité mise en œuvre confiée à des institutions légères (ex. Forum gestion de l'eau, associations d'usagers ...)

125

Aménagement participatif des bassins versants

- En plus de l'intégration des questions environnementales et socio-économiques, la participation des usagers des projets FAO des années 90 n'est plus suffisante;
- Divers acteurs institutionnels – entités juridiquement reconnues- associations-ONG- secteur privé- administration-etc. ont des intérêts conflictuels et l'ABV participatif ne porte plus seulement sur la sensibilisation et la mobilisation sociale mais aussi sur la négociation et les partenariats ;
- L'aménagement participatif évolue ces dernières années vers l'aménagement conjoint.

Aménagement conjoint des bassins versants

- Démarche de gestion conjointe avec participation pluraliste fondée sur l'apprentissage mutuel ainsi que l'échange et la négociation entre les acteurs ayant divers intérêts et préoccupations dont celui des experts et des décideurs politico-administratifs;
- Nécessite d'utilisation durable et de partage équitable des avantages et des responsabilités liés aux ressources (sol, ligneux, eau, etc.);
- Nécessité du plein accès à l'information sur les questions pertinentes et les options disponibles: la capacité d'organisation, liberté d'expression des besoins, environnement social sans discrimination (homme-femmes-jeunes), etc.

Comparaison: Aménagement participatif et Aménagement conjoint des bassins versants

Aménagement Participatif	Aménagement conjoint
Axé sur les communautés et les populations	Axé sur la société civile
Cible = groupes sociaux communautaires, ménages, petites communautés	Cible = divers acteurs sociaux et institutionnels + autres acteurs de la société civile + experts et décideurs
Fondé sur le postulat qu'une bonne gestion des RN est une préoccupation publique partagée par tous les acteurs sociaux	Fondé sur le postulat que les parties prenantes (Stakeholders) ont des intérêts particuliers parfois conflictuels en GRN à concilier
Prise des décision DOWN-TOP /processus de systématisation des aspirations populaires dans le cadre opérationnel.	Prise des décisions CONCERTEE/unification des aspirations et des intérêts des Stakeholders sur base de recommandations d'experts et par la négociation continue et bidirectionnelle.
Centré sur un programme ABV où le gouvernement local joue un rôle secondaire	Centré sur les processus de GOUVERNANCE LOCALE/le programme ABV ayant un rôle de modérateur et de soutien
Vise à réunir un consensus général en supposant que le conflit peut être résolu par le dialogue et la participation	Vise à traiter les conflits sociaux relatifs aux RN en sachant que le dialogue et la participation peuvent atténuer les conflits en partie et temporairement sans les résoudre structurellement
Valoriser la participation locale mais très peu les savoirs locaux	Valorise les technologies locales éprouvées
Renforcement des communautés axé sur la structuration du milieu	Renforcement des capacités dans le domaine de GRN + systèmes agricoles améliorés fournissant des moyens d'existence ruraux durables

Leçons apprises par la FAO à travers la mise en œuvre des grands projets (1990-2000):

- i. Importance de la participation aux projets des communautés et groupes concernés;
- ii. Pertinence d'activités de formation de techniciens locaux et des exploitants de terres;
- iii. Faiblesse des indicateurs de durabilité pour mesurer l'impact des projets.

127

Recommandations:

1. Dès la phase de conception, éviter de cibler des résultats trop compliqués: objectifs clairs des aménagements, structure des projets non complexe;
2. Élaborer des indicateurs d'évaluation détaillés et clairement définis;
3. Définir les procédures de suivi-évaluation mettant clairement en corrélation résultats et objectifs;
4. Définir des indicateurs de durabilité.

Approche des ONGs du Département du Sud (AVSI, CRS et CESVI)

La méthodologie AVSI des projets d'aménagement des bassins versants est basée sur les aspects clés suivants:

- Personne au centre de l'action
- Globalité de la personne
- Partir du positif existant
- Durabilité de l'intervention

Étapes d'identification d'une action:

1. Étude des communautés

- a. Son rôle dans la conservation et la gestion de l'environnement
- b. La nécessité de rentrer dans un système économique concurrentiel: la garantie du revenu

2. L'individuation des ressources

- a. Le système agro-sylvo-pastoral
- b. L'agriculture spécialisée
- c. La sylviculture
- d. L'élevage

3. L'analyse du potentiel

- a. L'étude d'un bassin versant (aspects biophysiques, socioéconomiques, institutionnels)
- b. Les Systèmes Informatiques Géographiques (SIG)
- c. La planification du territoire

4. L'étude des filières

- a. Les opérations post récolte
- b. Les marchés potentiels
- c. La recherche des entrepreneurs et des investisseurs
- d. La planification des productions

5. Les acteurs impliqués

- a. Les agriculteurs
- b. Les Organisation paysanne de base (OPB)
- c. Les institutions gouvernementales
- d. Les ONG
- e. Les centres de recherche (universités, écoles d'agronomie)

6. La coordination

- a. Définition des objectifs
- b. Planification territoriale
- c. Monitorage
- d. Table sectorielle

7. Le rôle des ONG

- a. Appui institutionnel
- b. Exécution
- c. La formation

La méthodologie CRS des projets d'aménagement des bassins versants est basée sur les aspects clés suivants:

- Utilisation de IWRM (Gestion Intégrée des Ressources en Eau)
- Garantir la couverture du sol à travers une approche économique
- Partenaires clés: organisations de base
- Repartition du rôle des femmes et des hommes

Étapes de mise en œuvre d'un projet de conservation de sol:

1.Choix des sites

2.Création des comités de gestion des bassins versants

Les Comités de Gestion des Bassins Versants comprennent les représentants suivants:

- Mairie ;
- Du regroupement du Bureau Agricole Communal;
- De la justice (juge de paix);
- Des associations des CASEC ;
- Des associations agricoles et des planteurs;
- Du comité de protection civile (CPC);
- De l'église (Karitas Pawasyal) KP;
- Des associations ASEC / ou un notable;
- Un représentant des organismes nationaux;
- Un représentant des organismes internationaux;
- Un représentant Education;
- Un représentant Pêche;
- Un représentant Santé.

Concernant les Comités de Gestion des Bassins Versants, il est important de:

- Faire un suivi régulier de l'exécution du plan de gestion au niveau du bassin versant concerné;
- Veiller à ce que les différents programmes et projets entrent dans la logique du plan de gestion;
- Commenter, analyser, ajuster et approuver tous les programmes et les projets à réaliser au niveau du bassin versant;
- Contribuer valablement à l'établissement de mécanismes efficaces de partage d'informations avec les acteurs et de sensibilisation des producteurs à travers les associations, les organisations et toute autre structure appropriée.
- Tenir la Table de Concertation informée de toutes les interventions au niveau du bassin versant.

3.Cartographie participative: Mise en place d'un plan de gestion (dans l'espace et le temps)

4. Identification et caractérisation des micro-bassins versants/zones critiques (éléments physiques et hydrologiques)

Eléments clés PHYSIQUES	Caractéristiques
Les zones à haut risque d'érosion	Identifier la potentialité des éboulements, surtout là où il y a des risques de dégâts sur les maisons, champs, etc.
La couverture forestière	Identification des espèces, l'âge des arbres, et la propriétaire
Le pourcentage de couverture végétale	En utilisant les images satellitaires et "ground-truthing". (Il faut engager des staffs pour suivre la couverture végétale)
L'utilisation de terre et l'utilisation potentielle	Basé sur la productivité (haute, moyenne, basse) l'état d'érosion (rien, un peu, modéré, haut, sévère, tout) l'utilisation actuelle de la terre la potentialité des champs les cultures appropriées le code foncière / tenue de la terre
Les zones qui ont la potentialité végétale	Sur base des conditions actuelles du sol et l'érosion attendues, en considérant les structures SWC d'autres facteurs ?

Eléments clés HYDROLOGIQUES	Caractéristiques
Les sources et les zones de recharge	Caractériser les sources selon : - le débit; - l'utilisation; - l'élevage; - proximité des latrines, sites industriels, ou d'autres risques de contamination; - la condition des zones de recharge (protégée, non-protégée, à risque)
Identification des eaux (fleuves et bassins) qui causent les inondations et l'érosion	sur les pentes les zones dégradées les zones de haute altitude
Identification des eaux les plus importantes pour la vie de la population	"peak flows" "low-flow" saisons à risque
Identifier les zones endommagées par les inondations ou l'érosion sévère	les mettre en rangs de 0 (pas de dégât) à 5 (beaucoup de dégâts d'inondations)
La pluviométrie	calculs journaliers les tendances à risque par saison

5. Identification et enregistrement des ménages

6. Formations et travaux de la terre

Critères d'identification des Organisations Bénéficiaires:

- Etre une Organisation Communautaire de Base
- Avoir un permis de fonctionnement valide
- Etre dynamique dans la zone
- Avoir l'habitude d'entreprendre et d'avoir des activités dans la communauté
- Rédaction des petits projets: contrats signés

Une stratégie économique:

- Arbres fruitiers
- Arbres forestiers
- Arbres denrées/ exportation
- Parcelles de démonstration - agroforesterie
- Contribution communautaire

7. Suivi

La méthodologie CESVI

Le problème clé des projets de conservation de sol est d'assurer l'entretien et le suivi des ouvrages suite à leur réalisation. Si les ouvrages ne sont pas entretenus, leurs effets sur le contrôle de l'érosion sont presque nuls et parfois peuvent empirer la situation préexistante.

Les principales causes des dégâts aux ouvrages sont:

- Manque de contrôle du passage de bétail qui mange les jeunes plantules et les herbes plantées;
- Manque de connaissances des techniques de conservation de sol complémentaires aux ouvrages;
- Utilisation incorrecte des zones conservées;
- Manque de suivi des ouvrages et de corrections techniques dans les cas d'affaissement imprévus;
- Mauvaise identification des courbes de niveau;
- Mauvais choix de la technique.

Cela arrive lorsque les bénéficiaires ne sont pas assez impliqués dans l'identification des projets et des actions et qu'ils ne s'engagent pas dans le suivi et l'entretien des ouvrages.

Aujourd'hui, les paysans ont commencé à comprendre l'importance des arbres et des techniques de conservation de sol mais ils ont besoin d'appui technique et de main d'œuvre pour les réaliser dans leur parcelle.

Pour la réussite du projet, l'identification des bénéficiaires motivés est capitale afin d'assurer le suivi et l'entretien des ouvrages et des plantations ainsi que la durabilité de l'activité.

La méthodologie de CESVI est basée sur les aspects clés suivants:

- Approche intégrée parcelle-bassin versant

Dans le choix des sites à aménager, il sera nécessaire travailler sur des micro-versants entiers, c'est-à-dire du sommet de la colline jusqu'au fond, afin d'éviter des écoulements en amont des ouvrages qui peuvent rendre inutiles les travaux réalisés. Le choix des ouvrages ou des pratiques par parcelle sera fait sur la base de la pente et de sa position par rapport au bassin versant.

- Approche participative et engagement des bénéficiaires

L'identification des micro-versants sera réalisée avec la collaboration des organisations de base de la localité et des autorités locales sur la base des priorités de risque de dégradation et d'écoulement. Suite à l'identification des sites potentiels, la faisabilité et l'identification de la typologie d'ouvrage seront effectuées avec les propriétaires ou les exploitants des différentes parcelles. Les techniques qui ne réduisent pas la surface cultivable, celles qui demandent peu d'hommes par jour de travail et celles qui prévoient l'utilisation des systèmes d'agroforesterie seront préférées. Au delà des réalisations en tant que telles, une formation et un suivi rapproché aux bénéficiaires des sites seront réalisés afin de promouvoir l'importance de l'entretien et du suivi des ouvrages. Les bénéficiaires vont signer un contrat avec Cesvi dans lequel ils vont s'engager dans l'entretien et suivi des techniques et des plantations mises en œuvre pour un minimum de 5 ans.

- Approche économique

L'entretien et la durabilité des aménagements dépendent de l'intérêt que les bénéficiaires ont pour l'adoption de la nouvelle pratique culturelle. Plusieurs expériences dans le pays et dans le département ont montré que les bénéficiaires des projets de conservation de sol arrivent à entretenir les aménagements et à profiter de ceux-là que dans les cas où la nouvelle stratégie de production était plus rentable. Les pratiques antiérosives proposées sont composées par un 50% d'espèces ligneuses et arbustives d'intérêt économique (plantes fruitières greffées, ananas).

- Travail salarié

Les différents travaux d'aménagement seront réalisés avec des travailleurs journaliers locaux. La liste des travailleurs est définie par les Organisations Communautaires de Base sur la base des critères de vulnérabilité. Les taux recommandés par le gouvernement sont:

200 gourdes/6 heures par travailleur

300 gourdes/6 heures par chef d'équipe (1 chaque 20 travailleurs)

350 gourdes/6heures par contrôleur (1 chaque 4 chef d'équipe)

- Formation « apprendre en travaillant »

Les bénéficiaires des ouvrages vont suivre un cours de formation pratique en techniques de conservation de sol pendant l'organisation des équipes de travail et la mise en œuvre des travaux.

Les critères pour le choix des sites sont:

- Le site doit être un aire unique du sommet jusqu'à la plaine;
- Parmi les sites présélectionnés, on donnera la préférence à ceux avec le plus grande nombre de propriétaires qui s'engagent dans l'entretien et suivi périodique des ouvrages;
- Les sites présélectionnés ne doivent pas avoir une taille inférieure à 5 hectares et de préférence la surface doit être le plus grande possible.

Les critères pour le choix des techniques à mettre en œuvre sont:

- Approuvé et choisi de façon participative avec le bénéficiaire;
- Techniques qui demandent moins de force de travail;
- Techniques que demandent moins d'utilisation de surface cultivable;
- Caractéristiques agro-pédologiques de la parcelle et de sa position par rapport au bassin versant.

Étapes pour la mise en œuvre

1. Mise en place des pépinières communautaires avec des espèces locales;
2. Prise de contact avec les Organisations Communautaire de Base et les autorités locales pour l'identification des sites selon les critères établis;
3. Visite des sites et interview des propriétaires des parcelles;
4. Identification des sites potentiels;
5. Identification des sites et des techniques à réaliser;

6. Signatures du contrat avec les bénéficiaires;
7. Formation des travailleurs et des bénéficiaires;
8. Implémentation des travaux;
9. Suivi des travaux;
10. Évaluation des travaux.

2. La durabilité des projets de conservation de sol

Presque tous les projets de conservation de sol ont montré des résultats mitigés et discutables ou de véritables échecs.

Cause principale: décalage entre les attentes du projet et celles du paysan

Manifestation: manque d'entretien et de suivi des techniques apprises par le projet

135

Causes des échecs des structures de conservation de sol:

- Le paysan perçoit le projet comme un moyen de bénéficier d'un revenu immédiat (Cash For Work ou Food For Work);
- Sacrifice de surface cultivable;
- Surcroît du travail pour l'entretien;
- Techniques peu efficaces et augmentation des risques;
- Manque d'intégration entre les techniques proposées et les techniques traditionnelles.

Pourquoi un paysan décide d'adopter une technique de conservation de sol ?

- Un paysan décide d'adopter ou non une nouvelle technique en fonction de ses objectifs;
- Un paysan devrait décider d'adopter une nouvelle technique volontairement;
- Sa décision dépend des caractéristiques agro écologiques et économiques de l'environnement;

Question principale: les revenus économiques avec la nouvelle technique sont-ils plus importantes que les revenus perçus avec les techniques traditionnelles? (Valeur Actuelle Nette > 0)

Même si le calcul coûts-bénéfices est positif, d'autres facteurs pourront prévenir l'adoption:

- Sécurité foncière (limitation de l'horizon d'investissement);
- Marché imperfectif;
- Difficulté à accepter des techniques très différentes des systèmes traditionnels;
- Crédibilité de l'organisation et des techniciens chargés du projet.

Quelle approche pour assurer la durabilité des projets?

- Trois phases:

1. Diagnostic du milieu (potentialités et contraintes),
2. Expérimentation en milieu réel (comparaison des techniques traditionnelles avec les techniques proposées),
3. Évaluation et planification au niveau du bassin versant.

- Participation paysanne;
- Renforcer les méthodes traditionnelles;
- Choisir en priorité des zones avec des potentialités agricoles;
- Intégrer l'approche à la parcelle avec celle du bassin versant;
- Intégrer la réalisation des structures avec d'autres activités pour l'amélioration de la productivité;
- Relation contractuelle avec les bénéficiaires;
- Programme de suivi-évaluation.

3. Les expériences du Département du Sud d'Haïti: analyse participative des différentes approches de mise en œuvre

ASPECTS	METHODOLOGIE	POINT FORTS	POINT FAIBLES
Unité d'étude	Approche bassin versant	Meilleur résultat en terme de lutte contre l'érosion : unité d'étude=unité du cycle hydrologique	Normalement on ne prend pas en compte les besoins des exploitants= manque d'entretien
	Approche à la parcelle	Les exploitants participent au choix du système= meilleurs responsabilité et entretien	Manque d'unité d'étude du phénomène de l'érosion
	Approche économique	Les exploitants bénéficient des entrées additionnelles= adoption du système plus facile >durabilité des ouvrages	Pas toujours des espèces économiques adaptées Résultats à long terme Cout plus élevé
Identification des sites	Priorité aux sites vulnérables	Réduction d'érosion dans un lieu où il y a besoin de réduire l'érosion	Si le site est trop vulnérable, les bénéfices sont réduits
	Priorité aux sites avec des potentialités	Bénéfices de la réhabilitation élevés, meilleur entretien de la part des bénéficiaires	Impact mineur sur l'érosion
	Priorité aux bénéficiaires vulnérables	Effets sur la sécurité alimentaire et sur le développement socio économique	Difficile d'assurer le suivi des ouvrages
	Priorité aux bénéficiaires avec des potentialités	Meilleurs résultats, meilleure durabilité	Activité pour des bénéficiaires qui n'ont pas trop besoin de l'intervention
Identification des parcelles	Priorité aux propriétaires	Responsables des parcelles (engagement)	Ne sont souvent pas sur place
	Priorité aux exploitants	Meilleure responsabilisation, meilleur suivi	Pas de décisions définitives
Identification des techniques	Priorité aux choix des bénéficiaires	Meilleures appropriation et appréhension, meilleur suivi	Manque de connaissances de techniques plus appropriées/ rentables
	Priorité aux techniques plus appropriées	Meilleure réussite technique	Difficulté d'appropriation et appréhension=manque de suivi et d'entretien
	Priorité aux potentialités économiques de la technique	Meilleure motivation et engagement	Difficulté d'appropriation et appréhension=manque de suivi et d'entretien

Questions	Réponses
Comment assurer la durabilité des ramp pay ? (éviter que les piquets soient utilisés pour bois de chauffage)	Suivi rapproché et utilisation des « bws repous » (espèces qui rejettent facilement comme gommier, mombin, cale-bassier, Cassia, bambou)
L'utilisation du Vétiver est-elle recommandée pour la réalisation des structures de conservation de sol ?	Le Vetiver a des propriétés excellentes contre l'érosion mais le risque est que les paysans l'exploitent pour la production d'huile qui engendrerait des risques énormes pour l'érosion. A utiliser seulement si on a la certitude qu'il ne soit pas exploité pour la production d'huile et pour limiter le risque, planter plusieurs rangées et collecter en alternance.
Quelle approche pour la distribution des plantules aux bénéficiaires ? Plantules gratuites ?	La seule organisation qui demande une contribution aux bénéficiaires pour les plantules de café est Oxfam Italie. Les autres organisations ont des difficultés car les bénéficiaires ont été habitués depuis des années par les projets à recevoir des plantules d'arbre gratuitement et périodiquement. Il est recommandé d'intensifier les sensibilisations sur l'importance des arbres (surtout avec les enfants) et de prévoir une petite contribution au moins pour les espèces d'intérêt économique. L'objectif que les gens puissent payer les plantules et rendre les pépinières durables est à réaliser à longue terme.
Les canaux de contour sont-ils des techniques à utiliser ?	Les canaux de contour s'ils sont utilisés seuls sont à déconseiller pour le risque qu'ils peuvent engendrer: glissements de terrain et concentration de l'érosion. Les canaux de contour peuvent être utilisés en combinaison avec d'autres techniques et plantations (bann manje) et surtout si la terre creusée est jetée en amont et non en aval. Un suivi et un entretien rapproché sont quand même recommandés.
Comment assurer la synergie des actions de développement afin de cibler des programmes d'aménagement de bassin versant avec plus d'impact?	Les structures déconcentrées de l'État sont les institutions responsables d'assurer que les priorités du département soient ciblées et que les actions soient en synergie. Il est recommandé qu'un fort plaidoyer soit fait au sein des bailleurs de fond afin que les différentes structures de développement soient obligées de suivre les indications des directions départementales et qu'au moins elles présentent leurs activités. Les projets de conservation de sol ne devraient pas avoir une durée inférieure à 12 mois

Références bibliographiques

Affeltranger B. Lasserre F.	La gestion par bassin versant : du principe écologique à la contrainte politique – le cas du Mékong	Vertigo	2010
Auteurs Divers	Conservation tillage: The role of farm and operator characteristics and the perception of soil erosion	Land Economics	1989
Auteurs Divers	Une nouvelle approche d'aménagement des bassins versants	FAO	2009
Auteurs Divers	Diagnostic et solutions des problèmes d'érosion des berges de cours d'eau	USDA Natural Resources Conservation Service	2003
Auteurs Divers	Erosione dei suoli e GIS: esempi di applicazione	Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale - Univ. di Perugia	2003
Auteurs Divers	Windbreak and Shelterbelt Technology for Increasing Agricultural Production	Agency for International Development, Washington	1987
Auteurs Divers	A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America	U.S. Department of Agriculture, Forest Service	1987
Auteurs Divers	Agroforestry in Arid and Semi-arid Zones	ICAR Central Arid Zone Research Institute	1984
Auteurs Divers	Guide méthodologique pour les études de diagnostic des bassins versants	Comité Interministeriel d'Amenagement du Terroir (CIAT)	2011
Auteurs Divers	Haïti :Vers une Gestion Intégrée des Bassins Versants	Comité Interministeriel d'Amenagement du Terroir (CIAT)	2011
Auteurs Divers	Google Earth workshop	University of Arkansas Division of Agriculture Cooperative Extension Service	2010
Auteurs Divers	Haiti Productive Land Use Systems	South-EastT Consortium for International Development and Auburn University	1997
Auteurs Divers	Vulnérabilité Environnementale en Haïti	US Agency for International Development, US Forest	2006
Auteurs Divers	Gestion des Ressources Naturelles en Haïti	Banque Mondiale	1991
Auteurs Divers	Cartographie thématique d'Haïti	Bureau pour le Développement de la Production Agricole, Paris & Secrétairerie d'Etat du Plan (DATPE), Port-au-Prince	1982
Auteurs Divers	Politique sectorielle du MARNDR pour la gestion des bassins versants	MARNDR, Port au Prince	2000

Auteurs Divers	Actes de l'Atelier de Concertation Interministérielle pour la Gestion des Bassins Versants. 27-28 juillet, 2000	MARNDR, MPCE, MICT et MDE	2000
Auteurs Divers	Etude de la vulnérabilité de Haïti aux changements climatiques	MARNDR/MDE	2000
Auteurs divers	La Pauvrete en Haiti : Situation, Causes et politiques de sortie	Commission Economique pour l'Amérique Latine et les Caraïbes (CEPALC)	2005
Auteurs Divers	Improving nutrition through home gardening	FAO	2008
Auteurs Divers	The neglected crisis of undernutrition: Evidence for action	DFID	2010
Auteurs Divers	The neglected crisis of undernutrition: DFID's Strategy	DFID	2010
Auteurs Divers	Politique de développement agricole 2010-2025	MARNDR, Port au Prince	
Auteurs Divers	Actualisation du Plan National de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNSAN)	Conseil linterministeriel pour la Sécurité Alimentaire (CISA), Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire (CNSA)	2010
Auteurs Divers	Les forêts et l'énergie, Questions principales	Étude FAO: Forêts 154	2008
Auteurs Divers	Manuel de terrain pour l'aménagement des bassins versants, Techniques de traitement des pentes	Cahier de Conservation FAO: Département des forêts	1992
Auteurs Divers	Guide pour l'évaluation économique des projets d'aménagement des bassins versants	Cahier de Conservation FAO: Département des forêts	1989
Balzanc A.	Socio economic aspects of Agroforestry in Rural Haiti	University of Maine Agroforestry Outreach Research Project	1986
Bannister M. E. Josiah S. J.	Agroforestry training and extension: the experience from Haiti	Agroforestry Systems 23	1993
Bannister M.E. Nair P.K.R.	Agroforestry adoption in Haiti: the importance of household and farm characteristics	Center for Subtropical Agroforestry, School of Forest Resources and Conservation, University of Florida	2003
Bellande A.	Rationalité socio-économique des systèmes de production dans la zone de Madian-Salagnac	Thèse, Univ. Mac Gill	1982
Benini G.	Sistemazioni idraulico-forestali	UTET, Torino	1990
Bentrup G. Hoag J. C.	The practical streambank bioengineering guide	USDA Natural Resources Conservation Service	1998

Bouchet G Pierre Jean L.	Actions de développement dans les mornes basaltiques de Laval-Poly	Fac/CEE	1985
Bunch R.	Tropical Green Manures/Cover Crops	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #29	2012
Bureau J.	Note de synthèse sur les actions de conservation des sols en Haïti	Port-au-Prince, Mission de Cooperation	1986
Christine A. David E.	Factors affecting the use of soil conservation practices: Hypothesis, evidence and policy implications	Land Economics	1982
de Camino Velozo R.	Mesures d'incitation pour encourager la communauté à participer aux programmes de conservation	Cahier de Conservation FAO: Département des forêts	1989
Desio A.	Geologia applicata all'ingegneria	Hoepli, Milano	1987
Di Cecco M.	Application du Vétiver dans la stabilisation des ravines	Publications Deutsche Welthungerhilfe	2011
Di Cecco M.	Réduction des problématiques hydrogéologiques à travers l'utilisation du système CFW	Publications Deutsche Welthungerhilfe	2011
Diop M. Konate M.	L'approche écosystemique et la gestion par bassin versant : les cas de la Somone	Focus Conservation	2005
Elevitch C. Wilkinson K.	Nitrogen Fixing Trees--A Brief Introduction	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #4	2012
Elevitch C. Wilkinson K.	Value-Added Products	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #13	2012
Elevitch C. Wilkinson K.	Multipurpose Trees	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #16	2012
Elevitch C. Wilkinson K.	Bamboos in Agroforestry	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #30	2012
Francis, P. A.	Land tenure system and the adoption of alley farming	Internation Workshop, Ibadan, Nigeria	1986
Franklin W. M. Scott S.	Agroforestry Principles	Echo Technical Note	1992
Fugazza M.	Sistemazione dei Bacini Idrografici		2011
Jocelyn L. Adermus J.	Research work proposals in Haiti	Alterra Wageningen UR	2011
Kirkby M.J. Morgan R.P.C.	Soil Erosion	Wiley Ed.	2008
Korten F. F	Les ONG et le secteur forestier: vue d'ensemble	FAO: Département des forêts	1992
Menard P. Pierre B.	Comment diagnostiquer les problèmes d'érosion hydrique: Guide préliminaire à l'intention des conseillers agricoles	Équipe de Coordination des Clubs-Conseils en agroenvironnement	2008
Michaelsen T.	Approches participatives de l'aménagement des bassins versants	FAO: Département des forêts	1989
Mitasova H. Mitas L.	Distributed Soil erosion simulation for effective erosion prevention	Water Resources Research, Vol 34	1998

Morgan R.P.C.	Soil Erosion & Conservation	Longman Ed.	2008
Murray G.F.	The wood tree as a peasant cash crop: an anthropological strategy for the domestication of energy	University Press of America, Lanham	1984
Nair, P.K.R.	Agroforestry systems in the tropics	Dordrecht, Netherlands: Kluwer	1989
Nair, P.K.R.	Soil productivity aspects of agroforestry	ICRAF, Nairobi	1984
Nakano K.	Nutrient dynamics in forest fallows in south-east Asia	Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications	1989
Nathan C.	Agroforestry and Sustainable Resource Conservation in Haiti: a case study	American Journal of Alternative	1999
Neumann I.F.	Use of trees in smallholder agriculture in tropical highlands	New York: Praeger	1983
Novoa B. A. R. Posner J.L.	Agricultura de la ladera en América tropical	Turrialba, Costa Rica: CATIE	1981
Oakley P.	Extension and technological transfer: The need for an alternative	Hort-Science	1988
Pease M.	Vegetative Erosion Barriers in Agroforestry	Agroforestry Net, Inc. The Overstory #45	2012
Philippe M.	Approche Systeme de Production et Sécurité Alimentaire en Haiti	MARNDR, Port au Prince	2003
Regis G.	Manuel Pratique de Conservation des Sols d'Haiti	MARNDR, Cap Haitien	1999
Richards P.	Farmers also experiment: a neglected intellectual resource in African science	Discovery and Innovation	1989
Schiechtl H.M.	Manuel de terrain de la FAO pour l'aménagement des bassins versants	Cahier de Conservation FAO: Département des forêts	1988
Shelton H. M.	Légumineuses fourragères tropicales dans les systèmes d'agroforesterie	Unasylva 200, Vol. 51	2005
Sheng T.C.	Guide pratique d'aménagement des bassins versants, Etude et planification	Cahier de Conservation FAO: Département des forêts	1993
Smolikowski B.	La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) : une nouvelle stratégie de lutte antiérosive en Haïti Cas du transect Petite rivière de Nippes-Salagnac-Aquin dans le Sud d'Haïti	Mission de coopération, CP 82, Praia, République du Cap-Vert.	1993
Smucker G.R.	Peasants and development politics: a study in Haitian class and culture	PhD Dissertation, New School for Social Research	1983

Tacio H. D.	Technique agricole pour les terres en pente: technique agroforestière mise au point par une ONG aux Philippines	FAO: Département des forêts	1992
Timyan J.	Bwa Yo: Important trees of Haiti	South-East Consortium for International Development	1996
Wischmeier W.H. Smith D.D	Predicting rainfall-erosion losses: A guide to conservation planning	U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook	1978
Young A.	Agroforestry for Soil Conservation	CAB International International Council for Research in Agroforestry	1995

Sites Internet

- www.agriculture.gouv.ht
- www.agroforestry.net
- www.banquemondiale.org
- www.ciat.gouv.ht/
- www.fao.org
- www.ifad.org
- www.inarahaiti.org
- www.wikipedia.org
- www.wocat.net
- www.undp.org
- <http://unfccc.int>

Le présent guide a été réalisé par Alberto Bigi,
Expert Cesvi en Sécurité Alimentaire et en Gestion des Ressources
Naturelles.

Pour information et commentaires sur le contenu du Guide:
bigialberto@gmail.com

Pour information sur la reproduction et la mise à jour du Guide:
lescayes@cesvioverseas.org
silvia.risi@cesvioverseas.org
stefaniacannavo@cesvi.org

Pour information sur le design et le graphique du Guide:
www.giacomovanni.com

