

04770

top

CILSS

Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
BP 7049 Ouagadougou 03 - Burkina Faso

PRECONS

Programme Régional de Boisement et de Conservation des Sols au Sahel
CP 365 - Cabo Verde



Fiches techniques

Edité par DTS Deutsche Forstservice GmbH
Financé par la Commission Européenne

Mars 1996

Fiches techniques

Fiche technique n° 1	Haie vive défensive
Fiche technique n° 2	Digue filtrante
Fiche technique n° 3	Barrage de captage
Fiche technique n° 4	Le zaï
Fiche technique n° 5	Le zaï forestier
Fiche technique n° 6	Pare-feu vert
Fiche technique n° 7	Haie vive en pourghère
Fiche technique n° 8	Caravane écologique
Fiche technique n° 9	Citerne de captage des pluies
Fiche technique n° 10	Captage de l'humidité atmosphérique
Fiche technique n° 11	Plantation avec arrosage profond
Fiche technique n° 12	Semis forestier direct
Fiche technique n° 13	Talus végétalisé
Fiche technique n° 14	Digue de culture de décrue
Fiche technique n° 15	Le paillage
Fiche technique n° 16	Irrigation goutte à goutte
Fiche technique n° 17	Pépinière forestière
Fiche technique n° 18	Gestion des sols de mangrove
Fiche technique n° 19	Quantifier expérimentalement le ruissellement
Fiche technique n° 20	Végétalisation et CES
Fiche technique n° 21	Entretien des arbres de champs
Fiche technique n° 22	Défrichement contrôlé
Fiche technique n° 23	Culture en couloir
Fiche technique n° 24	Sole fourragère pluriannuelle
Fiche technique n° 25	Estimation des ressources naturelles
Fiche technique n° 26	Grattage du sol à sec
Fiche technique n° 27	Epuration biologique des eaux urbaines



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 1

Haie vive défensive

1. OBJECTIF

Protection contre le bétail des périmètres maraîchers, des vergers et des plantations.

D'autres objectifs peuvent être attribués à la haie vive :

- Moyen de lutte anti-érosive comme brise-vent.
- Moyen de lutte anti-érosive favorisant le ralentissement et l'infiltration du ruissellement.
- Délimitation des parcelles de production (organisation du terroir).

Il n'est pas souvent possible de combiner tous ces objectifs et seul l'aspect défensif sera traité ci-dessous.



2. TECHNIQUES D'INSTALLATION

2.1. Alignement

Dans le cas d'un terrain exposé à un fort ruissellement il faut soit que la haie soit rigoureusement parallèle aux courbes de niveau, soit qu'elle soit alignée dans le sens de la pente. Si ce problème n'est pas crucial, on tiendra plutôt compte de la direction du vent. Enfin, si aucune contrainte ne l'empêche, il est bon d'aligner la haie dans le sens est - ouest pour réduire l'ombre portée aux cultures voisines.

2.2. Préparation du terrain

Ouverture d'une tranchée autour ou le long de la zone à protéger ou à végétaliser, aux dimensions suivantes:

- Plantation en ligne unique: 50 cm de large et 60 cm de profondeur.
- Plantation en double ligne: 60 cm de large et 60 cm de profondeur.

Les tranchées sont ensuite rebouchées avec une inversion des horizons pédologiques. La double ligne avec une disposition des plants en quinconce atteint plus rapidement les résultats escomptés.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Classification des espèces selon quatre critères.

Critères	Acacia nilotica	Acacia senegal	Acacia seyal	Bauhinia rufescens	Prosopis juliflora	Ziziphus mauritiana
1. Germination en semis direct	1	4	2	3	5	6
2. Croissance	2	5	4	1	3	6
3. Ramification	1	3	5	2	4	6
4. Recouvrement	1	4	5	2	3	6

Les six espèces ci-dessus ont été étudiées au Burkina Faso. D'autres espèces possèdent les qualités requises pour entrer dans la composition des haies.

Liste d'espèces ligneuses et herbacées recommandées dans la littérature pour les haies vives

Espèces ligneuses	Épines	Croissance rapide	Taille basse	Brise-vent élevé	Autres fonctions
Acacia albida	+	=	+	+	1.2.3.
Acacia aneura	-	+	+	-	2.
Acacia ataxacantha	+	-	+	-	1.2.3.
Acacia farnesiana	+	=	+	=	1.2.3.
Acacia macrostachya	+	=	+	-	1.2.3.
Acacia sieberiana	+	=	+	+	1.2.
Anacardium occidentale	-	+	+	+	1. 3.
Balanites aegyptiaca	+	-	=	+	1.2.3.
Boscia senegalensis	-	+	=	-	1.2.3.
Cajanus cajan	-	+	=	-	2.3.
Citrus lemon *	+	+	+	+	1. 3.
Combretum aculeatum	+	=	+	-	1.2.3.
Combretum glutinosum	-	+	=	-	1. 3.
Combretum micranthum	-	+	=	-	1. 3.
Commiphora africana	+	-	+	-	1.2.3.
Guiera senegalensis	-	+	=	-	1.2.3.
Jatropha curcas	-	+	-	-	3.
Lawsonia inermis (henné)	-	+	+	-	3.
Leucaena leucocephala	-	=	-	+	1.2.3.
Mimosa pigra *	+	=	=	-	1. 3.
Moringa oleifera	-	+	-	+	2.3.
Parkinsonia aculeata	+	+	+	=	2.3.
Sesbania sesban	-	+	+	-	1.2.
Ximenia americana	+	=	+	-	1. 3.
Ziziphus mucronata	+	+	+	-	1.2.3.
Espèces herbacées					
Agave sisalana *	+	-	+	-	1. 3.
Aloe vera	+	-	+	-	3.
Antropogon gayanus	-	+	-	(+)	2.
Euphorbia basalmifera	-	+	+	-	3.
Furcroya gigantea *	+	-	+	-	1. 3.
Pennisetum purpureum *	-	+	-	(+)	2.
Pennisetum pedicellatum	-	+	-	(+)	2.
Ricinus communis *	-	+	-	-	1. 3.
Vetivera zizanioides	-	+	+	-	

Légende: + : oui - : non = : intermédiaire
 1 : bois 2 : fourrage 3 : produits alimentaires ou médicaux
 * : demande un climat assez humide ou des arrosages.

REFERENCES

L'arbre et la haie dans l'exploitation paysanne, Fiche technique n° 3, Projet agro-pastoral de Nyabisindu, Rwanda.

Le Sahel en lutte contre la désertification, leçons d'expériences, CILSS/PAC, Ouagadougou, Burkina Faso, 1988.

Fiche préparée par Siaka Coulibaly, Chef division pépinières villageoises, DFVAF. Ouagadougou, Burkina Faso.

Fiche technique n° 2

Digue filtrante

1. OBJECTIF

Réalisée dans les bas-fonds plus ou moins ravinés et dont la culture a été abandonnée en tout ou en partie, la digue filtrante a pour objectifs:

- de freiner les eaux de crue et les épandre sur les terres cultivables du bas-fond dans le but d'arrêter l'érosion par ravinement;
- de provoquer à l'amont de la digue une augmentation de l'infiltration de l'eau et une sédimentation de sables, argiles et débris organiques;
- de favoriser l'infiltration et récupérer les terres pour l'agriculture ou améliorer nettement leur productivité à l'amont de la digue.

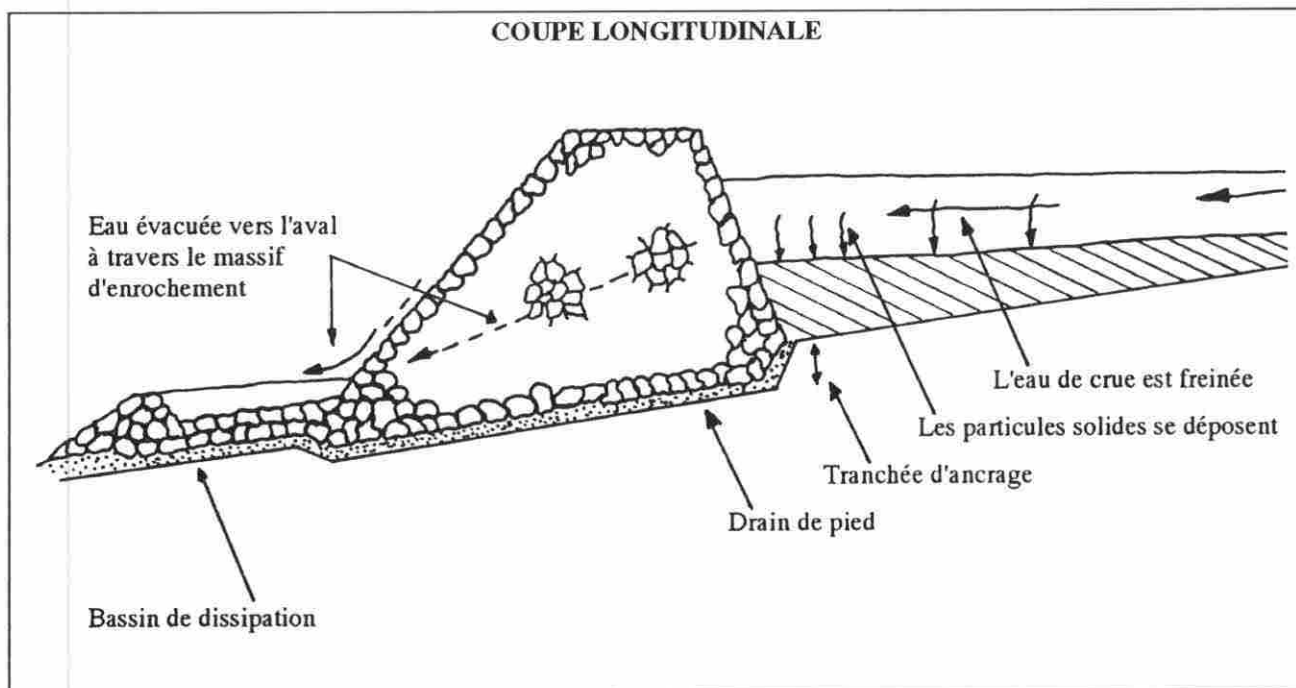


Figure 1: La digue filtrante est un ouvrage simple conçu comme un petit barrage perméable, en pierres libres ou en gabions. Le but de cet ouvrage n'est pas de bloquer l'eau de crue, mais de la freiner en l'obligeant à s'infiltrer à travers les pierres.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** Ces ouvrages conviennent à toutes les zones du Sahel; surtout là où la pluviométrie dépasse 300 mm/an.
- 2.2. Sol:** La technique convient à tous les terrains, mais elle doit être adaptée selon la nature du sol.
- 2.3. Relief:** Bas-fond ou ravin (de moins de 1 m de profondeur) à pente longitudinale moyenne.
- 2.4. Compétences:** La conception doit être confiée à un technicien spécialisé, mais la réalisation peut être aisément prise en charge par une main-d'oeuvre formée à cet effet.
- 2.5. Matériaux:** Sable, gravier, pierres et éventuellement cages de gabion.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



- protection des cultures contre le caractère aléatoire des pluies saisonnières et recharge de la nappe phréatique.

Elle assure en outre l'écrêtage des crues ce qui allonge leur temps d'écoulement tout en réduisant leur force.

Cependant la réalisation de ces ouvrages nécessite une certaine technicité. Il en est de même pour le suivi et l'entretien, dont les manquements peuvent conduire rapidement à la rupture des ouvrages. Le renforcement de l'ancrage et du bassin de dissipation permet de réduire les entretiens ultérieurs, mais c'est au prix d'un accroissement de travail et d'une diminution de simplicité d'exécution.

Avec le temps, certaines digues se colmatent et commencent à déverser; or, dès que la lame déversante est supérieure à 20 cm, il y a risque de dégâts et de rupture de la digue. Seuls les ouvrages en gabion permettent d'éviter ce problème.

Les digues déversantes peuvent être victimes de leur succès: l'intérêt suscité par les bénéfices qu'elles apportent et l'important travail qu'elles exigent peuvent amener à négliger le traitement des problèmes en amont. Or l'absence de lutte contre l'érosion en nappe et en griffe et le ruissellement qui en résulte sont une menace pour la pérennité des ouvrages dans les ravines.

REFERENCES

Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel, J.C.V. Vlaar, CIEH, Ouagadougou, 1992.

Eau et terre en fuite, J.-L. Chleq et H. Dupriez, Terres et Vie, Nivelles (Belgique), 1984.

Fiche préparée par Mahaman Ali Adamou, Conseiller du Génie Rural, P.S.A.P. Tillabéry, Niger.

Fiche technique n° 3

Barrage de captage

1. OBJECTIF

Des petits barrages sont construits en zones d'érosion active pour réduire la vitesse d'écoulement des rivières ou torrents. Leur retenue s'envase assez rapidement et leur intérêt pour le stockage de l'eau est très réduit. En leur associant un système de captage, ces barrages peuvent cependant jouer un rôle important pour l'approvisionnement d'eau alimentaire ou d'irrigation.

2. LOCALISATION (CONDITIONS D'INSTALLATION)

Les barrages de captage sont localisés dans les vallées où s'accumulent les terres arrachées par l'érosion. A l'intérieur de ces dépôts alluviaux, des cours d'eau souterrains, les *infero-flux*, migrent lentement vers l'aval. Ces infero-flux sont généralement permanents et peuvent fournir de l'eau tout au long de l'année. Pour récupérer cette eau, on creuse une excavation transversale dans la vallée où l'on construit un barrage équipé d'un déversoir. Il s'agit d'ouvrages n'excédant généralement pas 25 à 50 m de longueur.

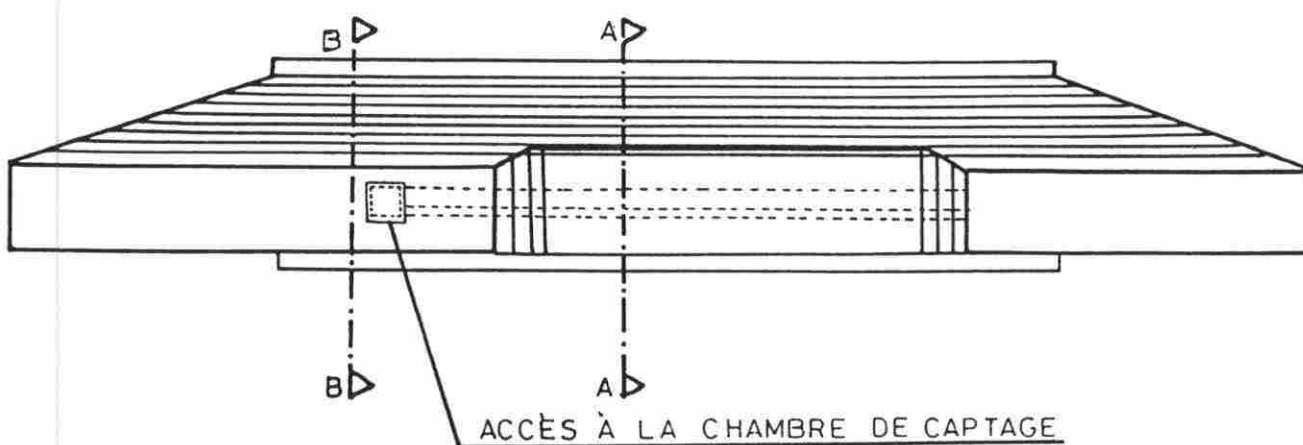
L'excavation doit atteindre la roche-mère pour deux raisons:

1. En bloquant complètement l'infero-flux, le barrage jouera pleinement son rôle de captage, permettant le stockage de l'eau et la remontée de la nappe à l'intérieur des alluvions. Si une possibilité d'écoulement est laissée en profondeur, le niveau de la nappe baissera rapidement au cours de la saison sèche, rendant bientôt le captage de l'eau difficile ou même impossible.
2. Le barrage doit pouvoir s'appuyer sur un substrat solide. S'il repose sur une couche perméable, le passage de l'eau souterraine peut provoquer des glissements qui mettront en danger la stabilité de l'ouvrage.

Nous n'envisagerons pas les cas où la roche-mère trop profonde ne peut être atteinte. Dans ces conditions, il reste cependant possible de réaliser un captage partiel. Des études géotechniques seront alors nécessaires pour déterminer les précautions à prendre afin d'assurer la stabilité du barrage en fonction de la compressibilité des couches sous-jacentes.

3. CARACTERISTIQUES DES CONSTRUCTIONS

Figure 1: Vue en plan d'un barrage de captage.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



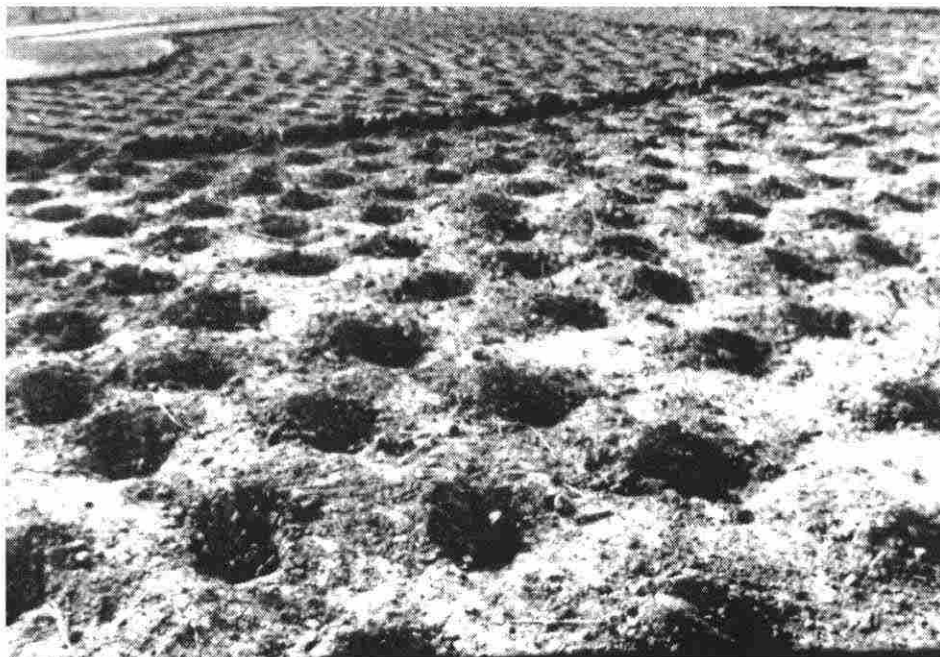
Fiche technique n° 4

Le zaï

1. OBJECTIF

Le zaï ou zay, qui signifie en langue moré "se préparer à l'avance", permet de restaurer des terres de glakis couvertes par une croûte indurée ou gravillonnaire dès la surface ou à très faible profondeur. C'est une ancienne technique traditionnelle relancée et/ou améliorée au Burkina Faso par différentes ONG (Programme Agro-Ecologie - PAE, 1984; Projet Agro-Forestier - PAF, 1987) et le Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural - FEER, 1976.

Photo n°1: Exemple de zaï en mesure d'accompagnement d'un aménagement avec des diguettes en pierre (source DVA / Burkina Faso).



2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat: Pluviométrie supérieure à 300 mm/an.
- 2.2. Sol: A croûte d'érosion (ou de battance) ou gravillonnaire.
- 2.3. Relief: Glakis de 1 à 3 % de déclivité.
- 2.4. Compétence: Technique simple qui nécessite peu d'apprentissage.
- 2.5. Matériaux: Essentiellement du fumier, facile à obtenir, notamment dans les cas d'association agriculture et élevage.
- 2.6. Équipement: Moyens traditionnels, mais l'utilisation d'une charrette est très avantageuse et permet de gagner du temps.

3. ZONES D'APPLICATION

Cette technique est appliquée dans le Yatenga, au Nord du Burkina Faso, et en voie d'introduction par l'ONG "Six S" au Mali et au Niger.

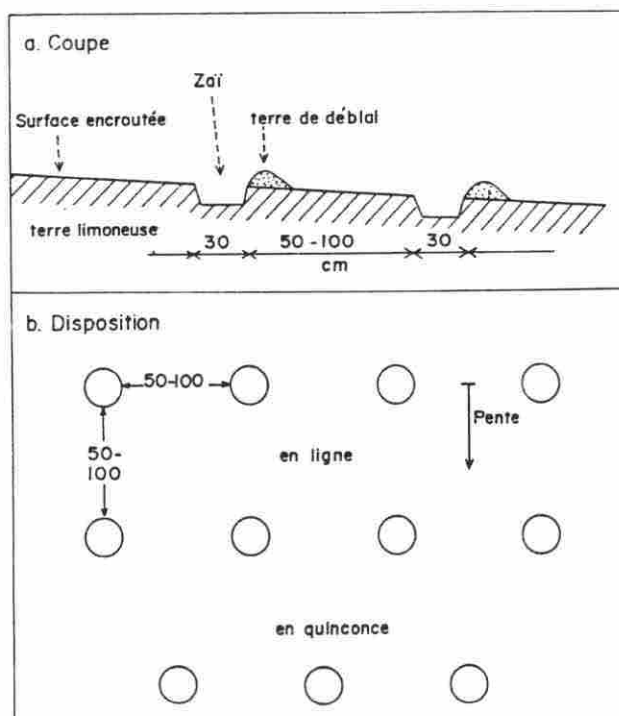


COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fig. n°1: Schéma en coupe et disposition du zaï (source CILSS/PAC).



6.2. Inconvénients

- Exige une main d'oeuvre importante (PAE, 1984; FEER, 1986).
- Il y a risque d'attaque du sorgho par les termites "noires" quand on utilise du fumier bovin, alors que le fumier de caprin ou d'ovin pose moins de problème car il favorise les termites "blanches".
- Pendant les années pluvieuses, en zones assez humides notamment (Koning, 1987), les plants risquent d'être asphyxiés dans les creux de zaï trop longtemps gorgés d'eau (des trous moins profonds et plus denses permettent de réduire ce risque).

REFERENCES

- FAO et DVA/Burkina, 1990: Technique traditionnelle du Zaï associée aux diguettes anti-érosives - exemple de restauration des sols au Yatenga - Burkina Faso.
- FEER, 1986: Evaluation des programmes de lutte contre l'érosion. Ministère de l'Eau - Ouagadougou.
- Koning J., 1987: De droge landbouw in Burkina Faso (concept) - SNV - Ouagadougou.
- PAE, 1984: Evaluation des champs traités avec diguettes - Programme Agro-Ecologie - Ouahigouya.
- PAF, 1987: Rapport d'activité de la campagne 1986. PAF/OXFAM - Ouahigouya.
- Six S, 1992: Le zaï amélioré. Document de travail. Direction Six S - Ouahigouya.

Fiche préparée par Etienne Soma BARRO, Ingénieur agro-pédologique, Ouagadougou, Burkina Faso.

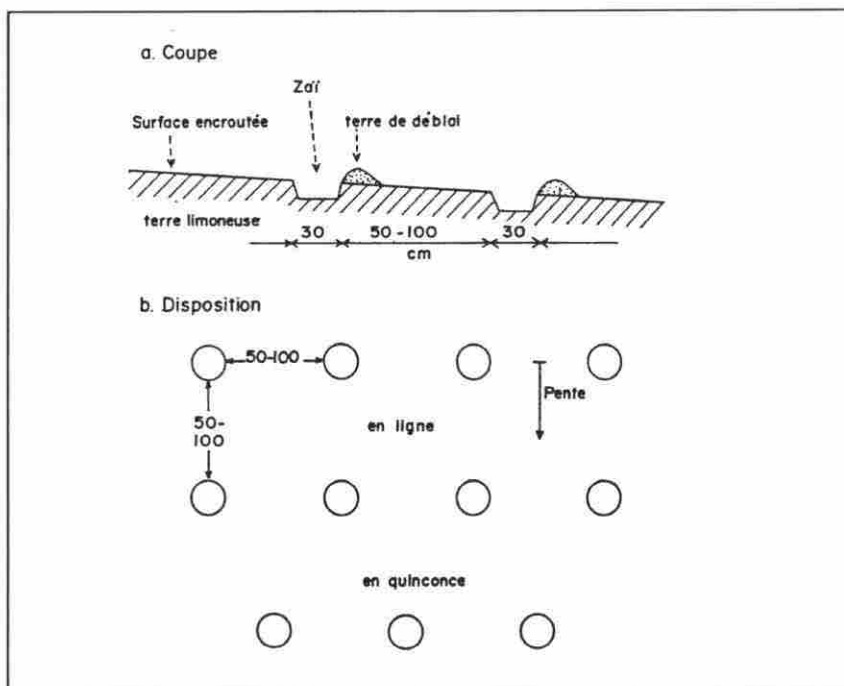
Fiche technique n° 5

Le zaï forestier

1. OBJECTIF

Le Zaï forestier est une pratique d'agro-foresterie dont l'objectif est de restaurer et valoriser des terres dégradées, voire abandonnées, en permettant d'y obtenir une production durable de 800 à 900 kg/ha de céréale et un couvert forestier appréciable au bout de 2 à 3 ans.

Fig. n°1: Schéma descriptif et de disposition du zaï forestier.



2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat: Pluviométrie supérieure ou égale à 300 mm/an.
- 2.2. Sols: Sol moyennement profond à croûte superficielle.
- 2.3. Relief: Glacis à déclivité de 1 à 3 %.
- 2.4. Compétence: Technique simple qui ne nécessite pas de formation spéciale.
- 2.5. Matériaux: Assez facilement disponible dans les régions touchées (fumier et graines forestières).
- 2.6. Équipement: Les moyens traditionnels peuvent être employés, mais il est souhaitable de disposer d'une charrette et d'un équipement pour effectuer un sous-solage croisé (zaï amélioré).

3. ZONES D'APPLICATION

Le zaï forestier est appliqué dans la province du Yatenga au nord-ouest du Burkina Faso. Il peut être utilisé dans un certain nombre de pays du Sahel là où des sols assez profonds ne portent plus de végétation à cause des croûtes indurées superficiellement.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 6

Pare-feu vert

1. OBJECTIF

Le pare-feu vert est une bande de terre désherbée disposée à l'intérieur ou tout autour d'un terrain à protéger (village, champ, forêt, pâturage) et qui est plantée d'une espèce comme l'anacardier (*Anacardium occidentale*), toujours feuillée, difficilement combustible et qui maintient le sol dénudé grâce à son couvert. L'établissement d'un pare-feu vert (PFV) périmétral et/ou central est une action de protection de l'écosystème.

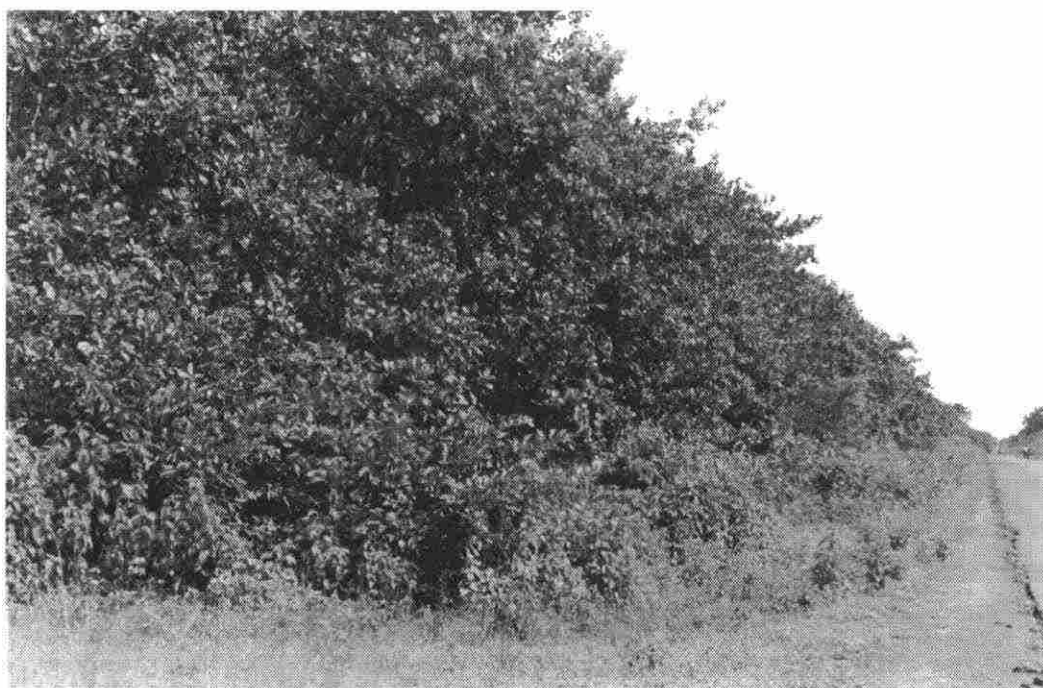


Photo 1: Un pare-feu vert de 6 ans dans la forêt de Tobor, au Sénégal.

2. CONTRAINTES

- 2.1. **Climat** : Pluviométrie comprise entre 800 et 1.000 mm avec un court hivernage (3 à 5 mois); dans des stations plus sèches (minimum 400 mm), l'anacardier peut protéger le sol sans fructifier.
- 2.2. **Sol** : Profond, sablonneux, argilo-sableux ou sablo-argileux mais non inondé même temporairement.
- 2.3. **Relief** : Aucune influence significative
- 2.4. **Compétences** : Techniques simples et rapidement assimilables par formation.
- 2.5. **Matériaux, équipement** : Outils traditionnels; engin lourd et sacs polyéthylène sont facultatifs.
- 2.6. **Équipement** : Matériel de pépinière, noix ou plants en motte, matériel topographique, location éventuelle d'un engin lourd (200cv).



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



8. BENEFICES

- Amélioration des revenus paysans tirés des produits fruitiers forestiers.
- Augmentation qualitative et quantitative de la production ligneuse et fourragère des périmètres forestiers protégés du feu.
- Réduction des pertes de récoltes dues aux feux.

9. ANALYSE

Cette technique remplace avantageusement le pare-feu simple qui doit être entretenu chaque année et qui ne produit rien. De plus, le pare-feu simple laisse le sol nu et favorise l'érosion hydrique, contrairement au pare-feu vert. La plantation d'anacardier peut être utilisée pour renforcer les pare-feu carrossables: la bande centrale occupée par la piste, plus large pour ne pas être envahie par les branches, doit alors être nettoyée à intervalles réguliers. Ce supplément de travail est largement compensé par la production de fruits des arbres mieux éclairés.

9.1. Avantages:

- Technique facilement reproductible.
- Amélioration de la régénération naturelle dans le périmètre forestier si des mesures sont prises pour protéger le recrû de la concurrence herbacée; par exemple par le pâturage contrôlé.
- Meilleure protection des écosystèmes par la réduction des superficies brûlées et celle des surfaces dénudées sujettes à l'érosion.
- Production commercialisable (fruits et noix).
- Impulsion de l'économie forestière (intensification de la production ligneuse).

9.2. Inconvénients:

- Peut favoriser l'exploitation frauduleuse en forêt.

REFERENCES

- Rapports d'activités du projet de Protection des Forêts du Sud (PPFS), Ziguinchor. Sénégal.
- Guide pratique pour la protection contre les feux de brousse, PPFS éd. 1979, Ziguinchor. Sénégal.
- Initiation à la culture de l'Anacardier. Rudiger Behrens, PASA. Sénégal.
- Aménagement et sylviculture, R. Langley. FAO, Rome. 1978

Fiche préparée par Amadou Ba, Chef division foresterie sociale, PPFS. Ziguinchor. Sénégal.

Fiche technique n° 7

Haie vive en pourghère

1. OBJECTIF

Le pourghère (*Jatropha curcas* L.) est une euphorbiacée originaire du Brésil central (A. Chevalier, 1935), largement répandue dans tous les pays tropicaux. La multiplication de cette plante xérophile est aisée et elle pousse sans soin particulier dans les zones semi-arides et même arides où on l'utilise pour les aménagements anti-érosifs et la constitution de haie vive non épineuse. Le "médecinier", autre nom donné au pourghère, entre dans la préparation de remèdes traditionnels. Les graines sont particulièrement utiles, l'huile qu'elles contiennent en abondance est employée comme médicament, pour fabriquer du savon et pour l'éclairage. Depuis quelques années, cette huile fait l'objet d'études prometteuses en tant que carburant de remplacement du diesel.

La plantation du pourghère, notamment en haies vives, vise donc aux objectifs suivants:

- Constituer une barrière perméable aux eaux de ruissellement et aux vents afin de favoriser le dépôt des particules transportées.
- Délimiter les propriétés (champs, vergers, lieux d'habitation, lieux de culte, etc.).
- Protéger les propriétés contre la pénétration des animaux et des hommes.
- Produire de l'huile végétale pour la saponification, l'éclairage ou l'alimentation de moteur.
- Procurer un revenu monétaire par la vente des fruits.
- Contribuer à la médecine traditionnelle (feuilles, sève, amandes).

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat: Le pourghère se comporte mieux dans les zones à pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm, cependant il peut supporter un climat semi-aride surtout s'il est abrité des vents desséchants (au Cap Vert, il pousse naturellement avec moins de 200 mm/an).
- 2.2. Sol: Préférant les sols limoneux, les sols argileux ne lui conviennent pas; mais il peut se développer sur des sols très pauvres et prospère sur les sols poreux (piémont et sables).
- 2.3. Relief: Le relief n'a pas beaucoup d'effet sur sa réussite, par contre les expositions protégées des vents violents, surtout desséchants, lui sont favorables.
- 2.4. Compétences: L'installation du pourghère, que ce soit en semis direct ou par bouturage, ne demande pas de soin particulier. Une explication suffit pour que chaque agriculteur puisse l'installer. La plantation de semis élevés en pépinière est un peu plus exigeante et réclame une démonstration.
- 2.5. Matériaux: Des semences fraîches ou des boutures.
- 2.6. Équipement: Les outils utilisés habituellement par l'agriculteur suffisent: charrue, daba, ruban de mesure; éventuellement du matériel de pépinière, selon le mode de propagation retenu.

3. ZONES D'APPLICATION

Les haies vives de pourghère peuvent être réalisées dans presque toutes les zones sahéliennes. Au Mali-Sud, on les plante sous des isohyètes de 600 à plus de 1.200 mm, avec une meilleure réussite quand la pluviométrie augmente. Au Cap Vert, les plantations sont réalisées en plein avec un taux de réussite supérieur à 80 % sous 200 à 300 mm pour des aménagements anti-érosifs et la production de graines.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



7. COUTS

Dans les conditions du Mali la réalisation d'une haie ne demande pas de frais supplémentaires: les boutures et les graines viennent des voisins, les travaux et les outils sont entièrement pris en charge par l'agriculteur.

8. BENEFICES

- Lutte contre l'érosion hydrique: réduction de l'effet splash, de la battance, ralentissement du ruissellement en nappe.
- Médecine traditionnelle.
- Brise vent.
- Haie défensive non appétée par le bétail.
- Organisation de l'espace rural (démarcation durable des limites, rétention du bétail).
- Matière première pour fabriquer du savon: l'huile de pourghère peut remplacer jusqu'à 10 % d'huile comestible de qualité entrant dans cette fabrication (malgré sa toxicité par ingestion, aucun effet nocif n'a été mis en évidence par contact avec la peau).
- Production d'huile combustible (énergie renouvelable ne contribuant pas à l'effet de serre).
- Revenu monétaire par la vente directe des amandes.
- Utilisation du tourteau d'extraction comme engrais organique (teneur en minéraux équivalente à du fumier de volaille).
- Des propriétés nettement insecticides ont été observées pour des composants (esters de phorbol) et pour l'huile elle-même; des recherches pourraient permettre d'obtenir ainsi un nouvel insecticide naturel à partir du pourghère.

9. ANALYSE

L'évaluation coût/bénéfice d'une plantation de pourghère est difficile. Le paysan a pris l'habitude de minimiser tout ce qu'il ne paie pas directement: main-d'oeuvre familiale, amortissement des outils. Par ailleurs l'effet positif d'une haie sur la production de la parcelle est difficile à quantifier.

L'effet le plus visiblement positif pour la population rurale, et particulièrement pour les femmes, est la récolte de graines et l'extraction d'huile. Il est possible de récolter entre 1 et 2 kg de graines par mètre de haie et par an; une personne pouvant récolter jusqu'à 3 kg de graines en 1 heure (expérience PSE-Mali). De plus ce travail, effectué en août-septembre, ne chevauche que légèrement les autres activités agricoles. Les graines, qui contiennent environ 33 % d'huile, sont aisément stockées. L'extraction par presse traditionnelle est possible, mais peu efficace.

L'huile de pourghère a une valeur énergétique inférieure à peine de 3 % à celle du même volume de carburant Diesel et peut alimenter directement des moteurs Diesel adaptés (moteur à chambre de précombustion ou moteur calorifugé à injection directe). Les moteurs Hatz de type E89 à un cylindre sont particulièrement bien adaptés pour les moulins villageois par leur puissance (de 3,6 à 9 kW), leur robustesse et leur large distribution.

Une étude réalisée en 1991 au Mali par Demant et Gajo a conclu que l'huile de pourghère pouvait être produite au niveau villageois à un coût inférieur au prix du Diesel: 163,4 FCFA par litre d'huile au lieu de 210 FCFA (avant dévaluation) pour le Diesel.

REFERENCES

- CHEVALIER A., 1935: Les îles du Cap Vert. Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.
- HENNING R., 1992: Production et utilisation d'huile végétale comme carburant au Mali. Doc. GTZ, Eschborn, Allemagne.
- HENNING R., 1993: Aperçu sur les possibilités actuelles d'utilisation d'huile végétale dans les moteurs. Doc. GTZ, Eschborn, Allemagne.
- KOBILKE H., 1989: Méthodes de plantation du Pourghère. Mémoire de fin d'études, Université de Hohenheim, Allemagne.
- DEMAND A. et GAJO M., 1992: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Förderung des Erosionsschutzes durch Produktion und Nutzung von Purgieröl als Kraftstoff im Sahel, am Beispiel von Mali. GTZ, Berlin, Allemagne.

*Fiche préparée par Soulemane DIARRA, Chercheur, Sikasso, Mali;
avec la collaboration de Benoît DELAITE, DFS, et les informations de R. Henning, GTZ.*

Fiche technique n° 8

Caravane écologique

1. OBJECTIF

La pression de l'homme sur son environnement à travers des pratiques telles que les feux de brousse, l'extension accélérée et anarchique des surfaces cultivées, l'exploitation à outrance du bois de chauffe, le surpâturage, etc., favorise grandement la dégradation alarmante des sols et du couvert végétal.

De plus en plus les communautés paysannes prennent conscience des phénomènes de dégradation au niveau de leur terroir ainsi que de leur part de responsabilité dans ce processus. Cependant pour certaines collectivités, notamment celles dont le territoire est encore relativement privilégié par les pluies, il est plus difficile de discerner ces phénomènes et les différents facteurs qui en sont à l'origine. Pour cette tranche de population, la dégradation de l'environnement est souvent considérée comme un mal supportable ou une fatalité contre laquelle l'homme ne peut rien.

Il est essentiel de sensibiliser ces populations afin qu'elles abandonnent leur fatalisme et comprennent combien la situation peut être améliorée ou aggravée par leur propre volonté et par leurs actions. Cette prise de conscience doit se produire le plus rapidement possible, sans attendre d'être provoquée par une crise. Il est alors plus facile d'inverser le processus de dégradation, profitant de conditions encore favorables et de ressources naturelles suffisantes.

La "caravane écologique" consiste à traverser des régions où les rigueurs du climat ont exacerbé l'effet des activités humaines sur le milieu. Les personnes impliquées dans la caravane écologique sont placées ainsi brutalement dans la situation vers laquelle est censée évoluer leur terroir sous la pression de l'exploitation abusive des ressources naturelles.

Il s'agit d'une démonstration par la réalité et par un contact direct. C'est donc un support pédagogique extrêmement efficace.

2. CONTRAINTES

2.1. Climat: Partout au Sahel on a pu enregistrer une baisse de pluviométrie. Ce facteur doit pouvoir être démontré aux participants de la "caravane" afin qu'ils soient convaincus que le climat peut changer et que les conditions plus arides qu'ils rencontreront au cours de leur voyage ne sont pas complètement étrangères à celles qu'ils risquent de voir s'installer chez eux.

2.2. Systèmes d'exploitation: Les ressources naturelles se réduisent sous l'action du climat mais aussi de la surexploitation par l'homme et ses animaux. Il est donc prépondérant que la caravane traverse des zones où les participants retrouvent des modes d'exploitation comparables aux leurs ou des témoignages de ces systèmes disparus par suite des changements écologiques.

2.3. Compétences: Deux types de participants font partie de la caravane: les accompagnateurs et les paysans. Chacun doit avoir des qualités particulières.

Les paysans doivent être des témoins efficaces pour convaincre leurs "parents" restés sur place; ils seront choisis pour leur "leadership" mais aussi pour leur aptitude à restituer leur expérience. Les accompagnateurs doivent être des agents de développement rural compétents, mais aussi et surtout des pédagogues et des animateurs qui favoriseront la communication et l'échange d'expériences.

2.4. Logistique: L'organisation d'une "caravane écologique" demande des fonds qui, sans être excessifs, ne peuvent que difficilement être pris en charge par les communautés paysannes. L'appui financier de l'Etat, d'une ONG locale ou d'une association étrangère doit le plus souvent être recherché. Le CILSS a déjà aidé ce genre d'action.

Comme la caravane écologique doit pouvoir compter, pour être efficace, un certain nombre de femmes, il est important de tenir compte des problèmes logistiques que les habitudes culturelles imposent entre les sexes, tant au niveau des participants de la caravane que des populations d'accueil.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



6. COUT

Pour l'organisation financière et matérielle, il faut envisager:

- Un véhicule, de préférence un autobus: location, entretien, carburants, lubrifiants, chauffeur;
- la prise en charge de la nourriture et du logement des participants;
- les frais de collecte et de traitement des données,
- l'acquisition du matériel audio-visuel pour le reportage.

7. BILAN

Au retour de la caravane, une synthèse est faite en vue d'une capitalisation des avantages et problèmes rencontrés. Lors d'une réunion générale regroupant participants et personnes restées sur place, trois thèmes sont abordés:

- 1^a) Une restitution complète pour tous ceux qui n'ont pas fait le déplacement avec l'aide d'un reportage (audio-visuel) des choses découvertes.
- 2^a) Un débat entre les différents participants permettant:
 - d'apprécier le niveau de renforcement des liens entre techniciens et paysans, entre décideurs et paysans;
 - d'évaluer l'impact de la mission sur le monde paysan par l'expression de sa volonté d'apprentissage et d'adhésion aux techniques de CES/DRS vulgarisées par l'encadrement; cette discussion est l'occasion de lancer des projets concrets pour le terroir.
- 3^a) Une évaluation de l'organisation et de la réalisation de la caravane: pertinence des visites, détails de l'organisation, analyse des problèmes rencontrés au cours des échanges entre les paysans hôtes et visiteurs, les difficultés dues aux problèmes de communication, de langues et de différences socio-culturelles, etc.

Fiche préparée par Toumani Sidibé, Chef de Division Aménagement Hydro-pastoral, DRE/PAAP, Sikasso, Mali.

Fiche technique n° 9

Citerne de captage des pluies

1. OBJECTIF

Les régions arides et semi-arides correspondent à 55 % des terres immergées de la planète. Dans ces régions, le manque d'eau potable pour la consommation humaine ou pour abreuver le bétail est une des principales causes qui expliquent le niveau de vie très bas en milieu rural.

Or chaque année, pendant la courte saison des pluies souvent torrentielles, des milliards de litres d'eau sont perdus dans les mers par ruissellement superficiel.

Cette fiche propose une solution à ce problème: le captage et le stockage en citernes des eaux de ruissellement en nappe. Nous présentons dans la suite les méthodes pour dimensionner, construire et entretenir ces citernes de captage.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat: Cette technique convient bien partout où l'insuffisance des pluies est aggravée par la difficulté de puiser l'eau souterraine.
- 2.2. Sols: Les sols naturellement imperméables (glacis, roches) facilitent l'installation des surfaces de captage des citernes. Par contre, les sols riches en sable réclament des travaux coûteux d'imperméabilisation (ciment, goudron).
- 2.3. Compétence: La construction des citernes réclame des techniciens compétents et des ouvriers spécialisés. Cet aspect pose un réel problème à la large diffusion de la technique au Sahel.
- 2.4. Matériel: Les matériaux de construction sont chers et parfois difficiles à obtenir au Sahel: ciment, pierres, canalisations. Cependant, là où on installe des infrastructures sociales en dur (école, dispensaire ...), il est aisé d'implanter la technique de la citerne et les cases équipées d'un toit en tôle peuvent facilement être associées à un réservoir de stockage d'eau de pluie.

3. ZONES D'APPLICATION

Cette technique est assez largement utilisée dans certaines régions du Cap Vert et du nord-est brésilien. Dans une version moins sophistiquée, elle était traditionnelle en Casamance où l'on construisait des cases à impluvium.

Les sites où des surfaces de ruissellement pourraient être aménagées selon la technique décrite ici sont assez répandus un peu partout au Sahel. Là où des reliefs accidentés existent et où les nappes aquifères sont peu accessibles, la construction de citernes publiques est une solution très intéressante.

4. ÉLÉMENTS D'UNE CITERNE

Une citerne de captage est composée de trois parties: une surface de captage, un réservoir et un système de filtrage.

- 2.1. La surface de captage: Généralement, cette zone est un espace de terrain imperméabilisé, mais il peut aussi s'agir d'un tronçon de route, d'un micro-barrage, voire dans le cas d'une citerne familiale du toit ou d'une terrasse de maison.
- 2.2. Le réservoir: Le stockage de l'eau captée se fait dans un réservoir cubique ou cylindrique.
- 2.3. Le système de filtre: Les filtres dans les modèles traditionnels se situent généralement à l'aval du réservoir et sont composés de couches superposées de sable fin, de sable grossier et de pierres (gravier ou cailloux). Ces systèmes sont nécessaires pour garantir la qualité de l'eau.



Les conduites d'eau seront vérifiées chaque année pour y éliminer les envasements ou y réparer les fuites qui conduiraient rapidement à des dégâts majeurs.

Les décanteurs doivent être régulièrement vidés et nettoyés.

Le réservoir doit être toujours maintenu fermé pour interdire l'entrée de lumière, d'insectes ou de petits animaux, sources de pullulation microbienne, mais aussi pour réduire les pertes par évaporation et éviter les accidents.

Annuellement le réservoir est vidé et nettoyé, on utilise pour cela l'eau excédentaire de la période précédente ou celle des premières pluies. Cette eau de lavage est éliminée à travers le robinet de vidange situé au point bas, un peu en dessous du tuyau de prise vers le filtre.

Si toutes les précautions précédentes sont bien suivies, le filtre ne demande que peu d'entretien. Le changement annuel de la couche supérieure de sable fin suffit à assurer son bon fonctionnement.

8. ANALYSE

Tenant compte que la fonction de tout le système est de fournir de l'eau potable, le rôle du filtre est fondamental. L'eau qui le traverse perd ses éléments en suspension ou en état colloïdal, pouvant même subir des modifications chimiques et bactériologiques sous l'action de quatre mécanismes:

- la rétention mécanique;
- la sédimentation, l'absorption et l'aération;
- le métabolisme biologique;
- l'échange d'électrolytes.

La part la plus importante de l'action du filtre se joue à la surface du sable fin et dans la couche de matière vivante qui s'y constitue: sorte de gelée formée par le mélange de boue colloïdale et d'organismes vivants et morts (algues et bactéries) qui s'y développent.

Toute intervention qui favorise l'activité biologique dans cette couche contribuera à la qualité de l'eau. Ainsi le remplacement de la couche de sable peut diminuer l'efficacité du filtre et produire de l'eau encore souillée. On veillera donc à ensemercer la nouvelle couche de sable fin en y mélangeant une partie de la couche ancienne. Pendant les quelques semaines qui suivent le changement du filtre, l'eau soutirée sera bouillie ou désinfectée chimiquement. Par contre l'emploi d'eau de Javel dans le réservoir peut avoir pour conséquence de réduire la vitalité du filtre et par conséquent son efficacité. La dispersion de graines pilées de *Moringa oleifera* dans l'eau du réservoir est une mesure préférable à l'usage de désinfectant. Cette technique est utilisée à grande échelle dans certaines stations de purification en Afrique.

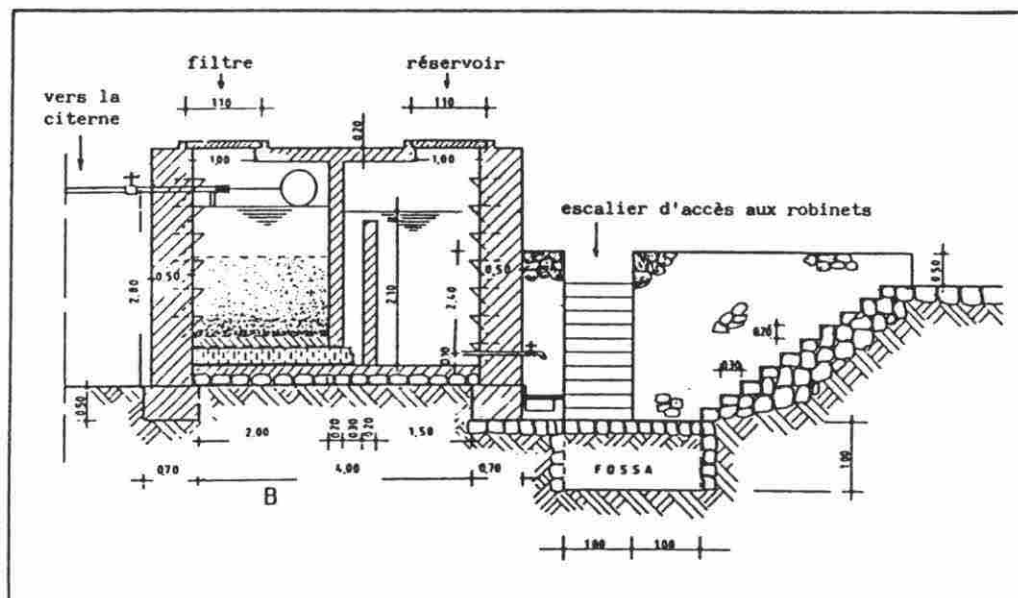


Figure n°1:
Filtre à eau

REFERENCES

Le Sahel en lutte contre la désertification, leçons d'expériences, CILSS/PAC, Ouagadougou, Burkina Faso, 1988 (ouvrage dont sont tirées les figures).

Fiche préparée par Fransisco MARTA, Ingénieur des Eaux et Forêts, M.A., Assomada, Cap Vert.
Traduction du portugais par B. DELAITE, DFS.

Fiche technique n° 10

Captage de l'humidité atmosphérique

1. OBJECTIF

L'insuffisance d'eau pour la consommation dans les îles du Cap Vert constitue, depuis plusieurs années, une des préoccupations du gouvernement. Les efforts dans ce domaine n'ont pas été épargnés et plusieurs solutions originales ont été mises à l'essai. Certaines sont déjà appliquées à grande échelle: c'est le cas des barrages et des citernes de captage (voir les fiches n° 3 et 9), de la dessalinisation thermique ou par osmose inverse, etc. D'autres techniques sont encore au stade expérimental: éolienne à axe vertical, purification par culture hydroponique.

La technique de captage de l'eau atmosphérique est traditionnellement utilisée dans certains endroits privilégiés de l'archipel. En améliorant le rendement de ce captage, on pense pouvoir en élargir l'application dans des sites moins favorables. Les essais entrepris pourraient en faire une technique fiable, susceptible de compléter les ressources en eau plus traditionnelles dans des endroits peu accessibles.

Le captage d'humidité atmosphérique a donc été l'objet d'expériences en plusieurs points du Cap Vert. Les paramètres étudiés dans le but d'optimiser la rentabilité du système ont été l'épaisseur des toiles moustiquaire utilisées comme capteur et leur hauteur par rapport au sol.

Les données et observations présentées ici ont été recueillies sur le site expérimental de Monte Gordo sur l'île de São Nicolau. Quelques données font références à des applications dans des zones comparables en dehors de la région sahélienne.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat: Le système de captage de l'humidité atmosphérique ne peut s'appliquer qu'aux endroits où des vents encore chargés d'humidité se refroidissent assez brutalement, en général en rencontrant une élévation du sol qui les oblige à prendre de l'altitude. Le refroidissement brutal provoque la condensation d'une part importante de l'humidité contenue dans l'air sous forme gazeuse.
- De novembre à juin prédominent au Cap Vert les alizés du nord-est qui, malgré leur caractère asséchant à basse altitude, peuvent occasionner des précipitations occultes sur les versants exposés au Nord et nord-est à partir de certaines hauteurs. Cependant, de novembre à mars, l'Harmattan peut également souffler et accentuer la sécheresse de saison. L'aridité de ce vent très chaud et sec ne permet plus le captage d'humidité atmosphérique.
- 2.2. Sol: La nature du sol a peu d'importance, mais elle doit permettre l'encastrement d'un support solide pour le système de captage soumis aux vents.
- 2.3. Relief: Le relief est le facteur le plus important, avec la présence de vent relativement humide, pour provoquer la condensation. Les sites favorables ont donc en général un relief élevé. La topographie doit cependant permettre l'installation du dispositif et un accès relativement facile.
- 2.4. Compétence: La technique d'installation est simple et aisément assimilable par formation.
- 2.5. Matériaux: Pour les capteurs: une simple toile moustiquaire suffit; en Amérique du Sud on utilise des filets de polypropylène traités pour résister aux rayons ultraviolets.
- Pour les fondations, les supports et les collecteurs: tuyau en plastique souple, câble en acier plastifié, ciment, sable, eau, tôle de fer zingué, tendeurs, boulons, etc.
- 2.6. Outils: Houe, pioche, pelle, fer à souder et marteau.



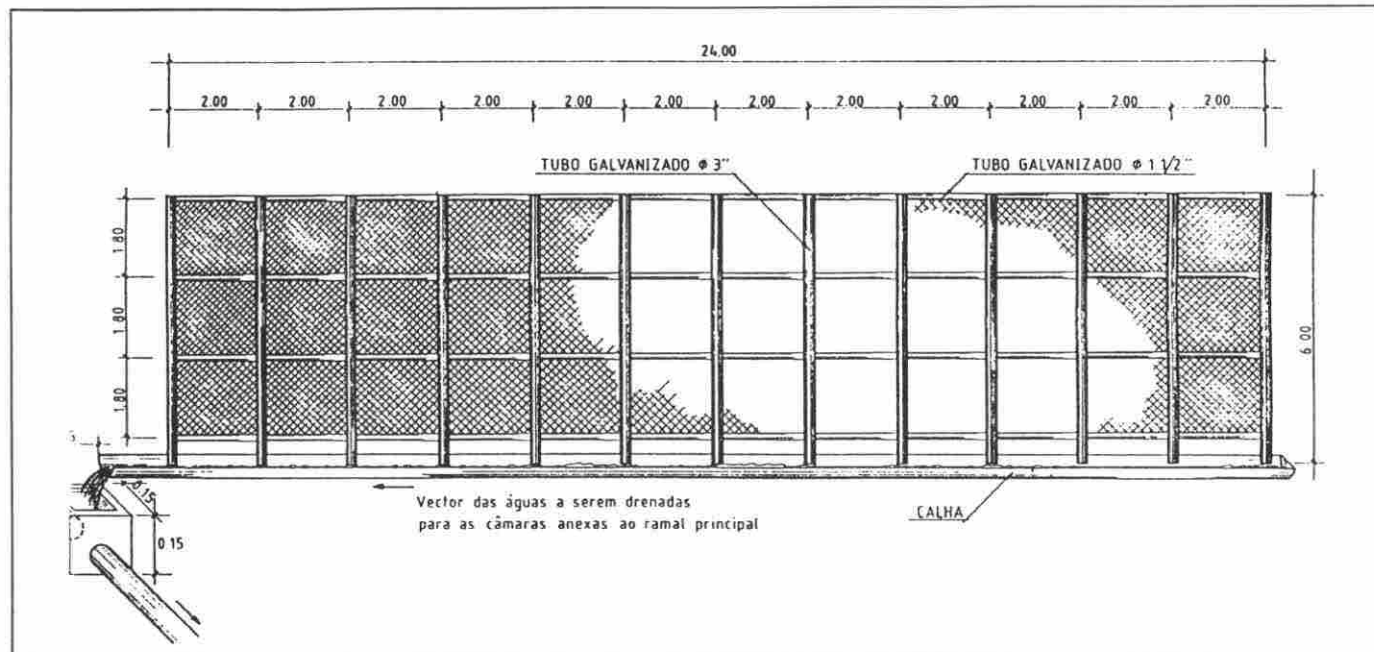


Figure 2: Dispositif de captage de brume proposé pour le Cap Vert, adapté d'un dispositif chilien.

7.2. Coûts d'installation d'une cellule de production de captage de nuage en Amérique latine

Selon Robert Schemenauer (Cérès, FAO, 1994), l'écran de 48 m² (voir figure 3) avec filet en polypropylène utilisé au Pérou par le CRDI (Centre de recherche pour le développement international) coûte entre 300 et 400 dollars canadiens. Des écrans moins efficaces pourraient être fabriqués à moindre coût.

8. BÉNÉFICES

La technique de captage d'humidité atmosphérique est avantageuse si elle se substitue à un approvisionnement par route, surtout dans les zones à relief accidenté d'accès difficile. Cependant sa production est irrégulière et n'est généralement envisagée qu'en tant qu'approvisionnement complémentaire. L'eau captée est utilisée pour la consommation, réduisant ainsi le déficit existant. Au Pérou, l'eau ainsi captée est aussi utilisée pour le maraîchage.

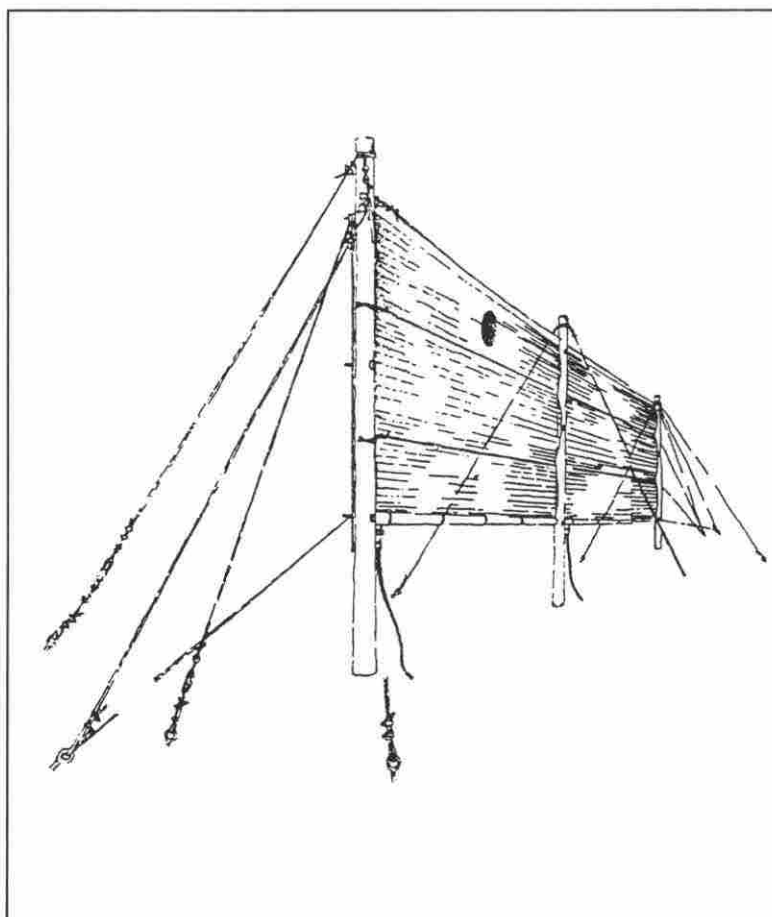


Figure 3: Ecran de collecte des eaux de brume en Amérique latine (Cérès n°146, 1994).

REFERENCES

Puigredón M. et Dunn K., Chasseurs de nuages au Pérou, Cérès n° 146, FAO, mars-avril 1994.

Fiche préparée par Manuel Leão Silva de Carvalho, Ingénieur des Eaux et Forêts, DSS, Praia, Cap Vert;
et par B. Delaite, DFS.



Fiche technique n° 11

Plantation avec arrosage profond

1. OBJECTIF

La plantation en profondeur est une technique mise au point pour la plantation d'arbres en zone aride. Elle permet d'installer de jeunes plantations dans des conditions particulièrement difficiles, notamment pour la fixation des dunes. La technique permet de rapprocher les racines du jeune plant de la frange profonde de sol humide et de favoriser leur développement en profondeur par un apport d'eau minime. En favorisant un enracinement profond, on permet au jeune plant de s'affranchir de tout arrosage ultérieur.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** En raison de son coût, la technique de plantation avec arrosage profond est uniquement appliquée dans des stations caractérisées par un déficit hydrique important (pluviométrie inférieure à 100 mm/an), là où les techniques traditionnelles ont une faible probabilité de réussite.
- 2.2. Sol:** Seuls les sols meubles avec une certaine proportion de sable conviennent pour l'arrosage profond. Dans ces types de sol, l'ouverture des trous est relativement aisée et l'installation du système racinaire en profondeur assure aux plants de meilleures conditions de développement.
- 2.3. Compétence:** La formation nécessaire pour les ouvriers est comparable à celle de la plantation de plants en sachets. L'utilisation de matériel d'arrosage spécial ne permet cependant pas une large vulgarisation de la méthode.
- 2.4. Équipement:** Outre les outils habituels pour la plantation (houe, couteau), la technique réclame l'emploi d'une pelle, d'un cylindre creux ou de matériel d'arrosage plus ou moins sophistiqué: des réservoirs surélevés ou une citerne tractée équipée d'injecteurs.

3. ZONE D'APPLICATION

La technique a été mise au point en Mauritanie; elle est appliquée dans d'autres pays sahéliens: le Niger et le Sénégal notamment.

4. CARACTERISTIQUES

En Mauritanie, l'arrosage profond s'effectue pour les plantations d'espèces utilisées pour fixer les dunes: *Acacia tortilis*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis juliflora* et *Tamarix aphylla*.

Les plants destinés à la fixation des dunes doivent être particulièrement résistants. Leur sélection est donc primordiale. Pour la plantation avec arrosage en profondeur, les plants doivent avoir une tige plus longue que de coutume: 70 à 100 cm au lieu de 20 à 40 cm. Les sachets seront donc plus grands et la période de croissance en pépinière un peu plus longue que pour les plants normaux.

Dans le sable mobile des dunes vives, les plants sont exposés à des conditions très difficiles:

- Leur pousse est soumise à un bombardement de grains de sable qui blessent les organes imparfaitement protégés (bourgeons et pousses juvéniles). Aussi les tiges en croissance doivent elles être à plus de 30 cm au-dessus du sol.
- Ils risquent tour à tour d'être enfouis ou de voir leurs racines déchaussées par le mouvement du sable. Grâce à une plantation profonde, on réduit le risque de déchaussement.
- Le sable garde peu d'humidité et est facilement lessivé. En surface, il constitue un milieu particulièrement pauvre et aride; par contre l'eau de pluie infiltrée en profondeur y reste longtemps stockée, hors d'atteinte de l'action du vent et du soleil.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 12

Semis forestier direct

1. OBJECTIF

"Imiter la Nature, hâter son oeuvre": le semis direct est une technique intermédiaire de régénération forestière qui allie la plupart des avantages de la plantation à ceux de la régénération naturelle.

2. PREPARATION ET CONDITIONS PRELIMINAIRES

2.1. Identification du terrain et choix des espèces

Une première étude s'attachera à définir les conditions de la station:

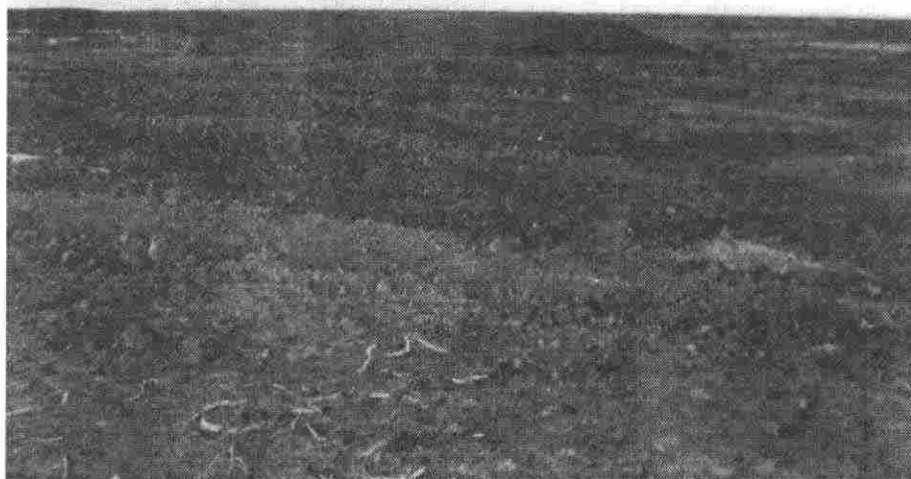
- le climat de la zone;
- la nature des sols, leur profondeur, leur régime hydrique, leur pierrosité.

Parallèlement, une étude socio-économique déterminera, en consultant les populations locales, la vocation du terroir et les rôles attendus de la zone à boiser ou à enrichir: pastoralisme, bois de feu ou de service, artisanat, pharmacopée, fruits, chasse, tourisme, D.R.S., etc.

Les contraintes écologiques et socio-économiques orienteront ensuite le choix des différentes espèces et les quantités de semences à prévoir. Elles préconiseront également les mesures d'accompagnement nécessaires à la survie de la régénération:

- éventuels travaux de préparation du sol (scarification, tranchées, demi-lunes, sous-solage ...) (voir photo n° 1);
- gardiennage ou protection contre le bétail, le feu ...

Photo n° 1: Plateau traité en tranchées mécanisées prêtes à être ensemencées.



2.2. Programme de récolte des semences

La seconde condition préliminaire est la possibilité d'acquérir des semences en quantité et qualité suffisantes. Pour garantir un approvisionnement valable, il convient de suivre les étapes suivantes:



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL

BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO

Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL

CP 365 Praia CABO VERDE

Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Photo n° 3: Début de germination de *Acacia nilotica* dans une tranchée mécanisée.



5. ANALYSE

5.1. Avantages

- Opération peu coûteuse;
- facilement maîtrisable par la population;
- possibilité de reboiser de vastes superficies dans un court laps de temps;
- exige peu de main-d'oeuvre;
- permet le recours à un matériel génétique amélioré par rapport à la simple régénération naturelle.

5.2. Inconvénients

- exige beaucoup de semences;
- pose le problème de la protection contre les dégâts d'animaux domestiques ou sauvages (voir photo n° 4), surtout quand il s'agit de grandes superficies; les réponses à ce problème sont coûteuses et peu reproductibles (grillage, gardiennage) ou longues à mettre en place (mise en défens appliquée par la population).

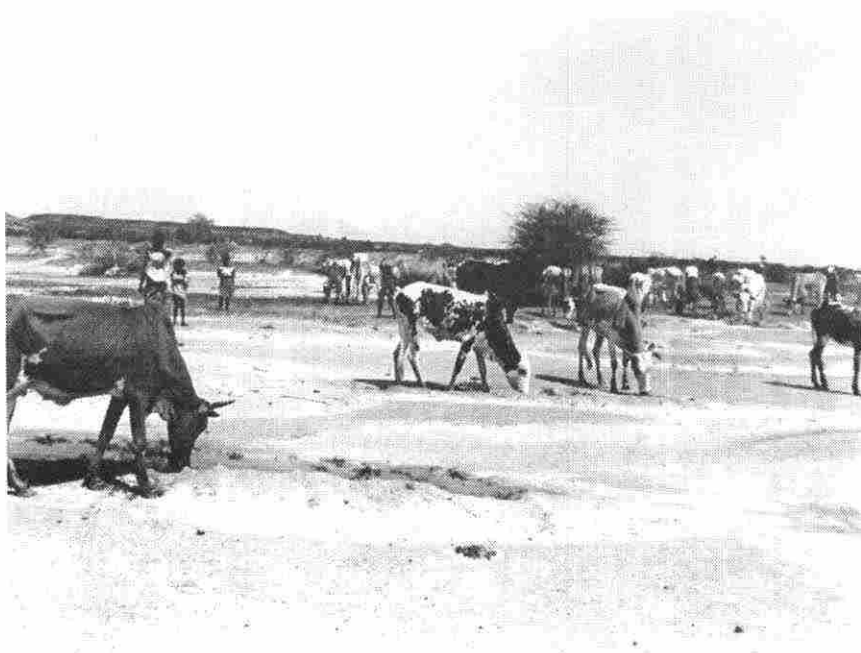


Photo n° 4: Divagation du bétail au niveau d'un site de semis direct.

Fiche technique n° 13

Talus végétalisé

1. DEFINITION/PRINCIPE

Il s'agit de la formation de terrasses qui se construisent d'elles-mêmes grâce aux dépôts de matériaux entraînés par le ruissellement sur la parcelle ou encore par le travail du sol (érosion anthropique). Ce dépôt est obtenu en implantant une végétation pérenne sur des bandes horizontales de faible largeur (0,60 à 1,20 m) qui va freiner le ruissellement en jouant le rôle de filtre ou de piège à sédiments et permettre ainsi l'accumulation de la terre transportée en amont de la bande végétalisée.

2. OBJECTIFS

Cette technique conduit, à moyen terme, à remplacer la pente d'un versant ou d'une parcelle par une succession de terrasses, c'est-à-dire de replats à pente faible et de talus à pente forte. Le versant est ainsi remodelé en marches d'escalier. Cela permet de:

- améliorer la fertilité des sols traités en provoquant l'accumulation de terre fine et de matières organiques tout en réduisant les pertes de fertilisants par entraînement;
- réduire l'érosion par l'eau (diffuse, en griffe ou en rigole) avec des coûts de construction et d'entretien réduits;
- augmenter l'infiltration des eaux de ruissellement au niveau de l'installation de la haie vive et par la suite, grâce au reprofilage, au niveau de la parcelle;
- produire une biomasse diversifiée utilisable par les agriculteurs par la plantation d'espèces adaptées au milieu permettant de fournir à court terme du fourrage, du bois de feu, du bois d'œuvre et des fruits tout en formant des haies brise-vent. L'association des terrasses avec des systèmes agro-forestiers est particulièrement intéressante. Ils peuvent jouer des rôles complémentaires dans la réduction de l'érosion des sols et dans l'amélioration de la productivité agricole. Ils favorisent une protection du sol contre l'impact direct des gouttes de pluie et donc du splash en retardant la formation de croûte de battance, mais aussi contre les effets du ruissellement grâce aux feuilles tombées qui jouent un rôle comparable à celui des résidus de récolte en restituant en surface des éléments minéraux prélevés en profondeur.

3. TECHNIQUE D'INSTALLATION DES OUVRAGES (description)

3.1. Préparation de la bande horizontale

- Un fossé sera réalisé en courbe de niveau. Sa forme sera trapézoïdale de 0,15 m de profondeur dans la partie aval de l'ouvrage. Le fond sera soigneusement nivelé afin d'éviter la formation de points bas.

3.2. Végétalisation de l'ouvrage (figure 1)

- Dans le fossé, des espèces conduites en arbuste seront plantées tous les 0,50 m et d'autres, conduites en arbre, tous les 7 à 13 m dans l'alignement suivant l'espacement des bandes. La plantation dense sera maintenue basse (taille chaque année).

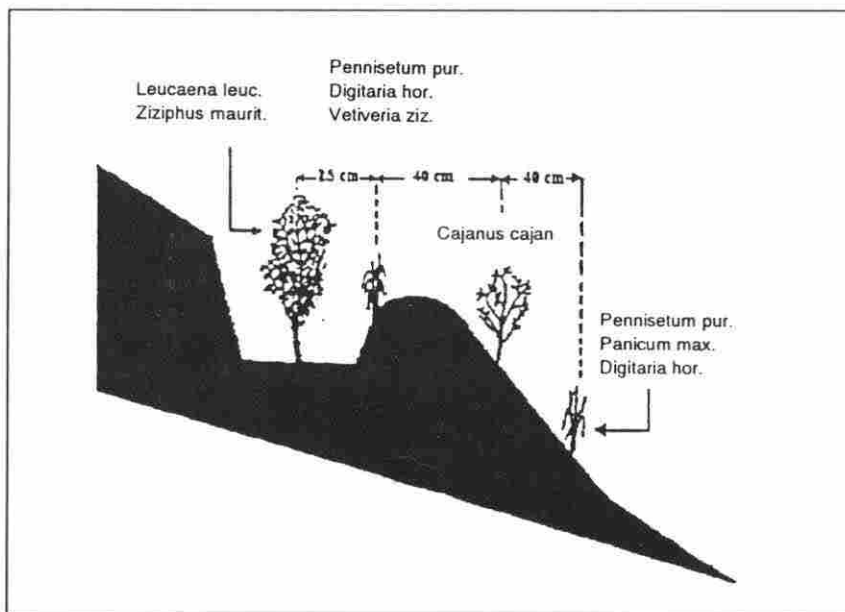


Figure 1: Végétalisation de l'ouvrage



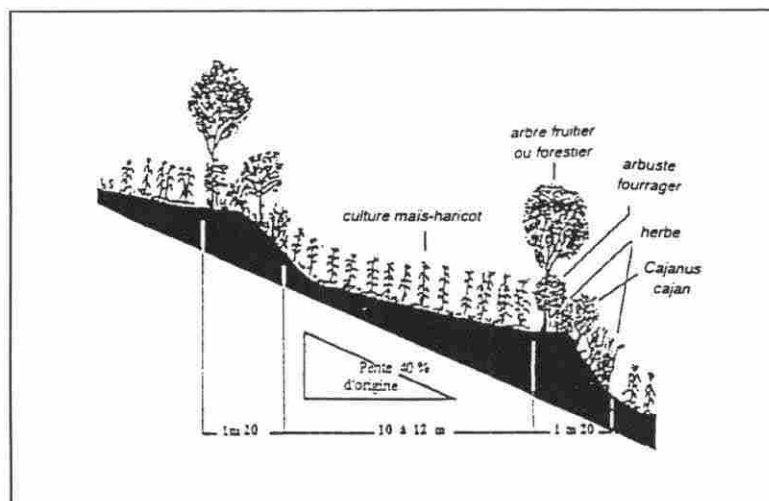


Figure 3: Evolution des fossés végétalisés 5 à 6 ans après plantation et formation de terrasses progressives (profil).

5. LES LIMITES D'UTILISATION DE LA TECHNIQUE

Contraintes foncières: La création de terrasses constitue un investissement dont la rentabilité n'est pas immédiate. L'intérêt d'un tel investissement sera d'autant plus important que, d'une part la sécurité foncière de la parcelle aménagée est bonne, les avantages de l'aménagement profitant d'abord à celui ayant des droits sur elle (le cas le plus défavorable pouvant amener l'éviction de l'exploitant), et d'autre part que l'exploitant ne soit pas obligé de partager avec d'autres la plus-value apportée par les améliorations issues de l'aménagement, ce qui est le cas lorsqu'il est métayer.

Impact sur les cultures vivrières: L'implantation de bandes de végétation pérenne dans les parcelles se traduit par une diminution immédiate de la surface qui leur est consacrée surtout sur les parcelles pentues où les bandes de végétation doivent être rapprochées si l'on veut limiter la hauteur des talus.

Terrasses et élevage: Le libre parcours du bétail n'est pas toujours compatible avec la mise en place d'un réseau de terrasses (destruction de la végétation, piétinement des talus, etc.). Le développement de l'élevage doit être complémentaire avec la mise en place de terrasses et nécessite des changements dans la conduite du bétail. En effet, la valorisation par l'élevage au piquet ou en stabulation des cultures fourragères rentabilise les bandes de végétation installées.

6. CONCLUSIONS

La terrasse progressive et l'agroforesterie constituent des éléments de réponse à la crise de fertilité. Elles devraient conduire, par des pratiques différentes, à une meilleure gestion des ressources et plus précisément de la biomasse produite: restitutions organiques, amélioration de l'élevage, amélioration de la fertilité des sols, etc. Mais l'intérêt de ces techniques sera souvent fonction de l'existence d'actions complémentaires visant à développer l'agriculture et l'élevage dans des conditions de tenure foncière sécurisante.

REFERENCES

- LILIN C., KOOHAFKAN A.P., 1987: Techniques biologiques de conservation des sols en Haïti, FAO, 35 p.
- GRET/AFVP, 1992: Manuel d'agronomie tropicale appliquée à Haiti, 250 p.
- BARRY O., SMOLIKOWSKI B., 1995: La gestion conservatoire des eaux, de la biomasse et de la fertilité des sols au Cap Vert. Agriculture et Développement n°5, CIRAD.
- SMOLIKOWSKI B., 1993: Techniques d'aménagement des versants dans les zones d'agriculture pluviale au Cap Vert. PRODAP. (doc. interne), 8 p.

Fiche préparée par O. BARRY et B. SMOLIKOWSKI, Projet PRODAP/FIDA, Praia, Cap Vert.

Fiche technique n° 14

Digue de culture de décrue

1. OBJECTIF

Les digues de décrue sont réalisées dans des cuvettes pour les cultures d'hiver et ce au fur et à mesure du retrait des eaux. Elles sont destinées à garder les eaux de crue durant la saison sèche. Les objectifs fixés pour la digue de culture de décrue sont:

- favoriser la fertilité des parcelles par l'infiltration d'eau et le dépôt des sédiments entraînés par les crues;
- relever le niveau des nappes superficielles pour permettre la fourniture d'eau par des puisards.

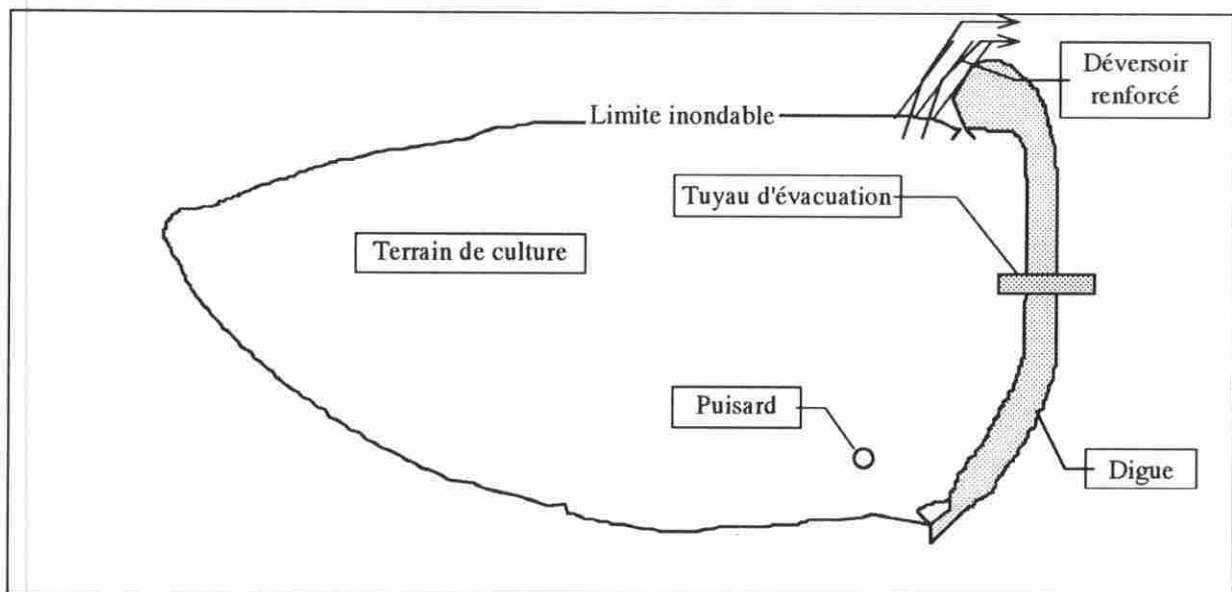


Figure 1: Digue de décrue vue en plan

2. CONTRAINTES

- 2.1. Sol:** La technique est indifférente à la nature du sol et convient à tous les terrains cultivables.
- 2.2. Coût:** Le coût de construction est assez important: la location d'un bulldozer revient à 7.000 ouguiya par heure de travail (30.000 F CFA en 1995). L'efficacité des travaux dépend de la topographie, mais l'aménagement d'une digue pour une centaine d'hectares peut réclamer 2 à 4 jours de travail d'engin.
- 2.3. Compétence:** La construction manuelle nécessite un grand effort, une main d'oeuvre importante et une protection biologique contre l'avancée des sables.

3. ZONE D'APPLICATION

Ces ouvrages conviennent bien dans plusieurs zones sahéliennes et plus particulièrement en zone aride ou semi-aride dans les terrains de bas-fonds, les dépressions situées dans des stations à ruissellement important et à érosion en nappe.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL

CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 15

Le paillage

1. OBJECTIF

Le paillage par résidus de céréales ou par herbes coupées en brousse vise à couvrir le sol pour le protéger de l'énergie des gouttes de pluie et du ruissellement et pour la restitution de la matière organique. C'est donc aussi une forme d'amendement organique. (Voir photos n° 1 à 3).

Photo n° 1: Mulch pailleux dans un champ avec parc à *Acacia albida*.



2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** Pluviométrie annuelle supérieure à 300 mm, mais la technique est mieux adaptée aux régions bien arrosées (de l'ordre de 1.000 mm/an).
- 2.2. Sols:** Tout sol cultivable excepté les sols à pseudogley ou gley d'ensemble ou superficiel.
- 2.3. Relief:** Indifférent.
- 2.4. Compétence:** Technique simple qui demande peu ou pas de formation particulière.
- 2.5. Matériaux:** Les résidus végétaux nécessaires au paillage sont généralement peu disponibles suite à une forte demande concurrentielle pour l'utilisation des pailles comme combustibles ou fourrage.
- 2.6. Équipement:** Les outils traditionnels conviennent, mais une charrette est nécessaire en cas d'apport d'herbe de brousse ou de paille d'autres champs éloignés.

3. ZONES D'APPLICATION

Le paillage est appliqué dans pratiquement toutes les régions agricoles du Burkina Faso, mais surtout au Plateau Central et dans le Mouhoun et la Sissili où le mulch pailleux est une mesure d'accompagnement des diguettes en terre ou en pierres ainsi que du billonnage (cf. photos n° 2 et 3).



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



NICOU, R., 1977: Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal, motivation, contraintes. IRAT/ISRA Bambey, Sénégal.

ROOSE, E., 1981: Dynamique actuelle de sols ferralitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale - Travaux et documents de l'ORSTOM n° 130, Paris, France.

Fiche préparée par Etienne Soma BARRO, Ingénieur agro-pédologique, Ouagadougou, Burkina Faso.

Fiche technique n° 16

Irrigation goutte à goutte

1. OBJECTIF

L'irrigation goutte à goutte est un système à très faible débit (1 à 4 l/h) permettant un pilotage précis des approvisionnements d'eau grâce à un arrosage juste au niveau des racines, réduisant ainsi les pertes par infiltration ou évaporation.

2. CARACTERISTIQUES

Un système goutte à goutte élémentaire (voir fig. 1) est composé d'éléments qui assurent et surtout contrôlent le transport de l'eau depuis la source d'eau: forage, puits, réservoir, rivière ... jusqu'aux racines des plantes; même l'eau de récupération peut être utilisée (avec des filtres *ad hoc*). Ces différents éléments sont:

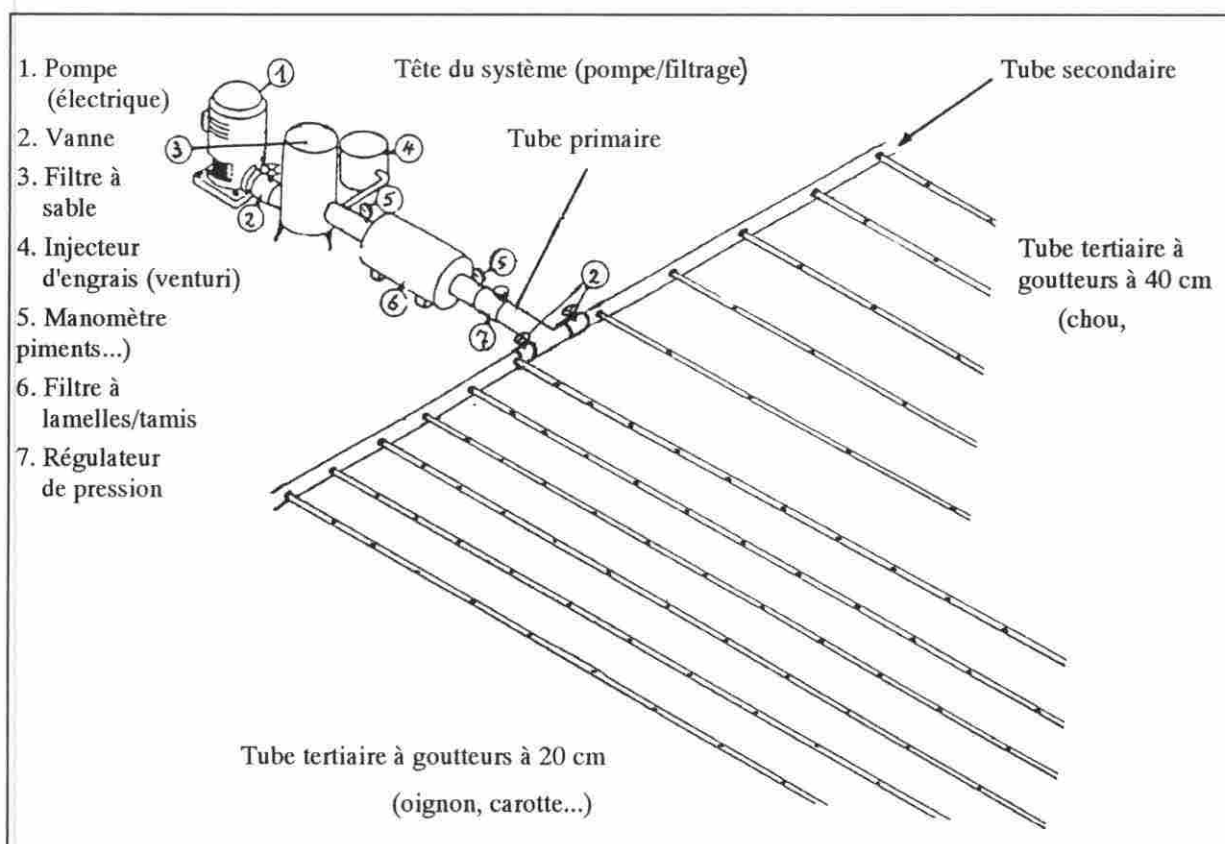


Figure 1: Système élémentaire pour l'irrigation goutte à goutte

1. Une **pompe**, dont le débit conditionne la surface à irriguer; la pression à assurer au niveau des «goutteurs» est peu élevée (0,5 à 1 kg/cm², ou encore 5 à 10 m de colonne d'eau) de sorte qu'il est possible, si l'eau est captée en hauteur, de se passer de pompe en surélevant simplement le réservoir de stockage d'eau à 7 ou 8 mètres du sol, tenant compte d'une perte de charge de 200 à 300 gr dans le filtre; il faudra dans ce cas lutter contre les algues et micro-organismes qui se développent dans un tel réservoir, notamment en couvrant celui-ci ou en assurant la désinfection à l'eau de Javel.
2. Un **filtre à sable**: élément nécessaire seulement si l'eau est chargée en matière organique (cas de l'eau de récupération ou de réservoir);
3. Un **filtre à tamis** ou, plus souvent, à **lamelles**: filtre indispensable pour éliminer les particules inertes risquant d'obturer les «goutteurs», la qualité de filtrage plus ou moins grande dépend du type de goutteur.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL

BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL

CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



8. BÉNÉFICES

Les bénéfices de l'irrigation goutte à goutte sont issus d'une économie d'eau et de main d'oeuvre du fait de l'automatisation de l'arrosage et de la réduction importante des désherbages. Le tableau suivant donne une idée de la réduction des coûts obtenue pour une culture d'oignon. Dans les zones où le facteur limitant est le manque d'eau, le bénéfice pourrait se calculer en comptant que l'irrigation goutte à goutte double la production à partir de la même quantité d'eau pour environ 10 % de travail supplémentaire.

Comparaison des coûts entre l'irrigation goutte à goutte et à la raie pour un hectare d'oignon

Matériel	Irrigation traditionnelle	Irrigation par T-Tape
Pompe/tuyaux	P/T	P/T
Amortissement (voir tableau 1)	-	137.800 f CFA
Intérêt 3 % pour 4 mois	-	4.200 f CFA
Main d'oeuvre irrigation	114.500 f CFA	6.800 f CFA
Main d'oeuvre labeur	154.500 f CFA	108.500 f CFA
Installation	-	33.900 f CFA
Eau d'irrigation	407.000 f CFA	(50 %): 203.500 f CFA
Totaux (en f CFA 1994)	P/T + 676.000 f CFA	P/T + 495.000 f CFA

9. ANALYSE

9.1 Avantages:

1. Le système T-Tape est peu coûteux, au Cap Vert l'investissement moyen revient à 15 f CFA / m².
2. Economie de 40 à 50 % d'eau par rapport à l'irrigation à la raie, de 70 % par rapport à l'irrigation en planche, grâce à une irrigation localisée qui assure, surtout en début de culture, une efficacité approchant les 100 %.
3. Fonctionne à basse pression et peut même arroser par gravité, ce qui peut réduire les dépenses d'énergie.
4. Réduit la main d'oeuvre d'arrosage et de désherbage.
5. Facile et rapide à mettre en place et à réparer, facile à enrouler et à stocker.
6. Respectant la structure du sol et s'adaptant aux limites existantes, le système s'applique à toutes les cultures agricoles.
7. Peut utiliser des eaux légèrement salées ou calcaires.

9.2 Inconvénients:

1. Adapté aux terrains plats ou à légère pente (max. 2 %) à condition d'orienter les T-Tapes dans le sens de la pente. Il existe cependant des solutions pour les pentes légères à fortes (plusieurs régulateurs de pression, goutteurs «auto-compensants» (par exemple Ramstrip de Netaflm).
2. Les paysans doivent acquérir une certaine compétence pour assurer le pilotage précis des arrosages ainsi que l'entretien du système et les soins culturaux sans endommager les tubes.
3. Ne convient pas aux vergers pour lesquels il faut utiliser des tubes plus coûteux que les T-Tape parce qu'une meilleure résistance et une plus grande longévité est nécessaire.

REFERENCE

Mémento de l'agronome, Ministère de la Coopération française, Paris, 1980.

T-Systems Europe, S.A., 7, Chemin de Novital, Z.I. La Pointe, 81150; Lespinasse (Toulouse) France.

Fiche préparée par B. Delaite (DFS) avec l'appui de G. Vande Plas et F. van der Linden (FAO).

Fiche technique n° 17

Pépinière forestière

1. OBJECTIF

La pépinière est un endroit aménagé en vue d'assurer les conditions optimales pour la production de plants en quantité et en qualité.

Sa réussite dépend du bon choix du site, des techniques maîtrisées et d'un aménagement adéquat.

2. CONSTRUCTION D'UNE PEPINIERE

2.1. Conditions d'implantation

Le choix de l'emplacement d'une pépinière doit répondre à une série de critères dont les principaux sont:

- l'accessibilité,
- la disponibilité de l'eau et des matériaux pour la préparation du substrat,
- la topographie,
- le personnel.

2.2. Situation géographique

L'endroit doit être facilement accessible pour assurer le suivi et les approvisionnements, notamment en terre, mais surtout pour un acheminement aisé des plants sur les sites de plantation.

2.3. Disponibilité en eau

L'eau doit être de bonne qualité, c'est à dire sans sels, ni sédiments, ni germes pathogènes.

Elle doit être aussi disponible en quantités adéquates tout au long de la culture; en tenant compte spécialement des besoins importants au moment de la germination et au risque de rupture d'approvisionnement en fin de saison sèche.

Des points d'eau bien répartis sur toute la surface facilitent et accélèrent grandement les travaux.

2.4. Topographie

Le terrain doit être plat ou avoir une légère pente (1 à 2 %) qui facilitera l'écoulement des eaux de pluies. Une situation à mi-pente assure généralement une température plus régulière, alors que les bas-fonds sont exposés aux coups de froid et aux inondations. Enfin le site sera choisi en fonction des vents et du ruissellement des pluies afin d'éviter autant que possible la coûteuse installation de brise-vent et de fossés de dérivation.

2.5. Le personnel

Il doit être compétent et disponible, ce qui suppose souvent la proximité d'un village plus ou moins important.

3. AMENAGEMENT D'UNE PEPINIERE

L'aménagement consiste à mettre en place des éléments nécessaires pour la production en les organisant judicieusement dans l'espace (voir figure 1).

L'aménagement comprend les opérations suivantes:

- délimitation du site (forme rectangulaire ou carrée) avec des entrées facilitant les opérations de transport;



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



5. PLANTATION

Quelques conseils pratiques:

- protéger les plants du soleil et du vent pendant le transport et le stockage,
- réhumidifier les mottes avant transport et plantation,
- trier les plants (les plus grands sortent les premiers),
- réaliser de préférence piquetage et trouaison bien avant la plantation,
- mêler au sol un insecticide (HCH) contre les termites,
- veiller à ne pas briser la motte entourant les racines,
- supprimer par une coupe nette le "chignon" de racines enroulées dans le fond du sachet et enlever la gaine,
- bien placer le collet, zone plus résistante à la chaleur, au ras du sol, surtout en terrain sableux où les brûlures sont très fréquentes,
- tasser fortement autour des racines pour assurer le contact intime des radicelles avec le sol humide.

6. COUT

Le coût de production des plants en sachet varie selon les conditions de production. Les deux facteurs qui influencent le plus les coûts sont l'efficacité de la main d'oeuvre (rendements, organisation, taille de la pépinière) et l'espèce à produire (durée de la production, consommation d'eau, rusticité, taille des sachets).

La plupart des plants forestiers réclament de 12 à 20 semaines d'élevage en pépinière et reviennent entre 40 et 60 f CFA (1993) pièce. Ces plants sont élevés dans des sachets petits ou moyens (0,6 ou 0,9 l), soit 10 ou 12,5 cm de large sur 20 cm de haut (dimensions du sachet à plat). Pour les arbres fruitiers, les coûts sont plus élevés et varient considérablement: de 50 à 500 f CFA (1993) selon l'espèce et les soins apportés (taille de la motte et durée d'élevage, greffage, traitements phytosanitaires).

7. ANALYSE

L'analyse de la production de plants en pépinière dépend des critères qui seront pris en compte. On peut notamment envisager l'intérêt d'une pépinière par rapport à deux autres options:

- le coût d'opportunité calculé par rapport à un autre type de production concurrent, généralement le maraîchage qui pourrait utiliser les mêmes ressources: terrain, eau, main d'oeuvre;
- les avantages et inconvénients par rapport au reboisement par semis direct (voir fiche n° 12).

REFERENCES

Etudes F.A.O./Forêts: Techniques de plantations forestières, Rome, 1978.

I. Gueye: Techniques de pépinière, DEFCCS, Dakar.

Ministère de la Coopération française: Mémento du Forestier, Paris.

C.N.S.F./ISRA Semences-Forêts et Développement, Dakar.

F.R. Weber: Reforestation In Arid Lands, Peace Corp/Vita Manual.

*Fiche préparée par Mady Diop, Chef du secteur forestier de Bakel, DEFCCS, Sénégal;
avec la participation de B. Delaite, DFS Deutsche Forstservice.*

Fiche technique n° 18

Gestion des sols de mangrove

1. OBJECTIF

Les mangroves sont établies dans les plaines d'estuaire sur des sols alluvionnaires très riches, mais très délicats à mettre en valeur. En effet ces sols se sont développés dans des conditions favorisant les réactions chimiques réductrices. La modification de ces conditions entraîne aussitôt une oxydation intense qui dégage des composés acides pouvant conduire à la stérilisation complète du sol.

En Guinée, les *Balantes* ont mis au point une technique traditionnelle de riziculture qui maintient la fertilité de ces sols: le système des *bolanhas*.

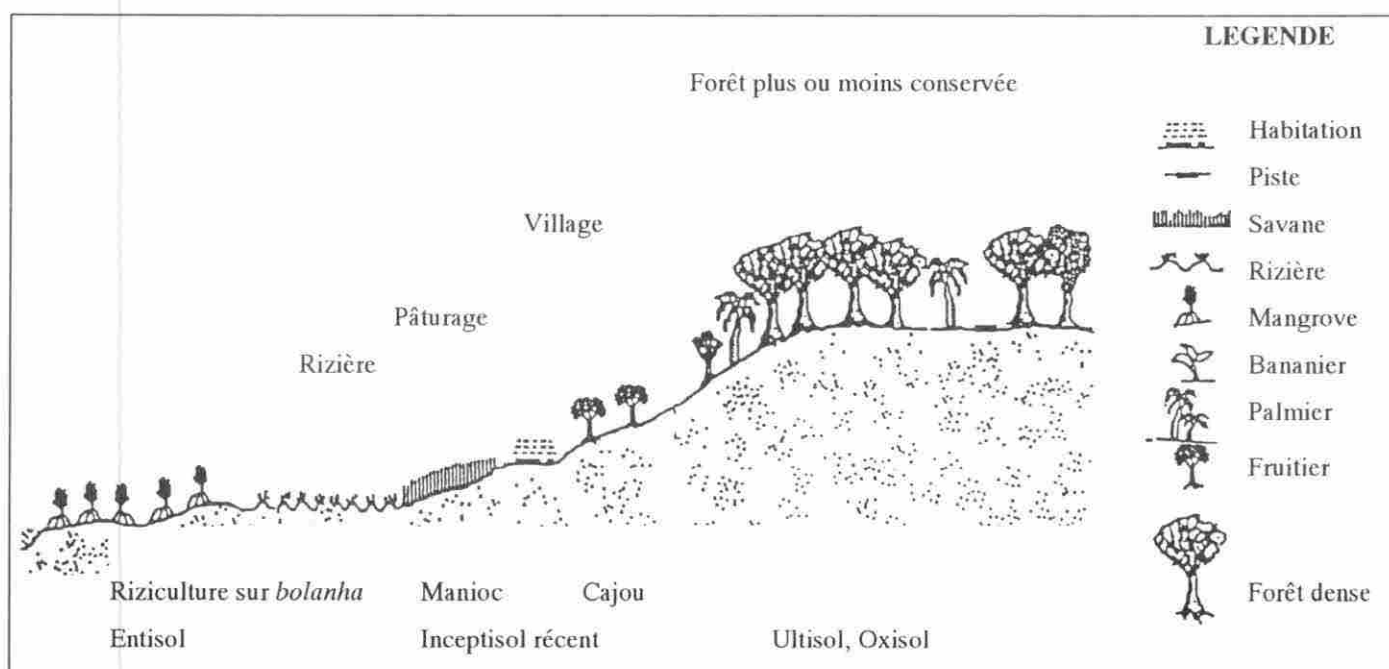


Figure 1: Modèle de la toposéquence du système *Bolanha* (Source: DHAS).

2. CONTRAINTES

- 2.1. **Climat:** convient aux zones côtières soumises à l'influence des marées sous climat tropical à saison sèche plus ou moins longue et dont la pluviométrie dépasse 800 mm/an.
- 2.2. **Le relief:** technique adaptée aux zones à faible pente (maximum 2 %).
- 2.3. **Niveau de compétence:** la compétence est rapidement acquise par la formation.
- 2.4. **Matériaux:** matériaux locaux (végétaux et argile).
- 2.5. **Équipement:** *kébindes* et *catanes* (outils *balantes*, voir plus loin).



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

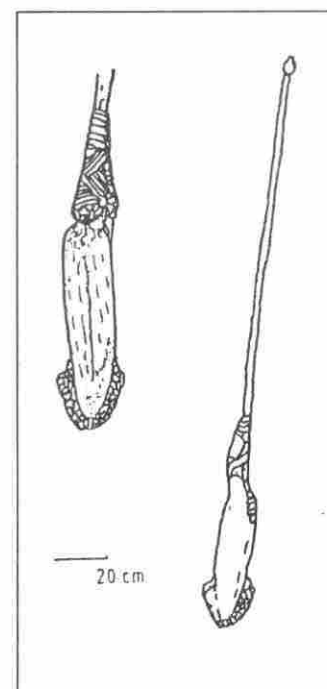
PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Photos 7 et 8:
Billonnage avec le kébinde.

(Source DHAS)

Figure 9: le Kébinde



Il est primordial d'aérer le moins possible le sol pour éviter l'oxydation et l'acidification qui en résulte.

Les autres opérations culturales sont le repiquage, le gardiennage et la récolte.

6. LE SUIVI

Après les travaux d'aménagement, la gestion de l'eau est la seule opération d'entretien, mais elle doit être permanente tout au long de la saison sèche comme de la saison des pluies.

Les drains, en permettant le passage contrôlé de l'eau douce et de l'eau salée, assurent deux fonctions:

- au cours de la saison sèche, lutter contre les mauvaises herbes en submergeant les parcelles d'eau salée; ce processus contribue aussi à régénérer la fertilité du sol en contrecarrant les réactions d'oxydation;
- pendant l'hivernage, régler la hauteur de l'eau dans les parcelles plantées de riz.

7. LES COUTS

Le coût de cette technique traditionnelle est uniquement celui de la main-d'œuvre et des outils traditionnels. Le travail est généralement réalisé en famille, parfois aidée des voisins grâce à la solidarité du village ou de l'ethnie. D'autre part la participation aux travaux donne droit à l'obtention d'une parcelle dans la zone aménagée. Cependant, en raison de la crise économique actuelle, il est souvent nécessaire d'offrir un appui en nourriture pour permettre d'attendre les premières récoltes, 5 à 6 ans après le début de l'aménagement.

Fiche technique n° 19

Quantifier expérimentalement le ruissellement

1. OBJECTIF

Parmi les méthodes utilisées pour l'estimation du ruissellement et de la perte en terre, celle des parcelles expérimentales, dites parcelles de Wischmeier et Smith (1962), est sans doute la plus connue et une des moins difficiles à mettre en oeuvre.

Elle vise plusieurs objectifs:

- mieux apprécier l'ampleur des dégâts que le phénomène peut causer en vue d'une recherche éventuelle des solutions,
- reconnaître les causes d'érosion des sols,
- se rendre compte du degré de sensibilité des sols à l'érosion vis-à-vis de certains facteurs (climat, nature du sol, pente du terrain, présence ou absence de couverture végétale, pratiques culturales).

C'est donc un outil de recherche, mais aussi de démonstration et de sensibilisation.

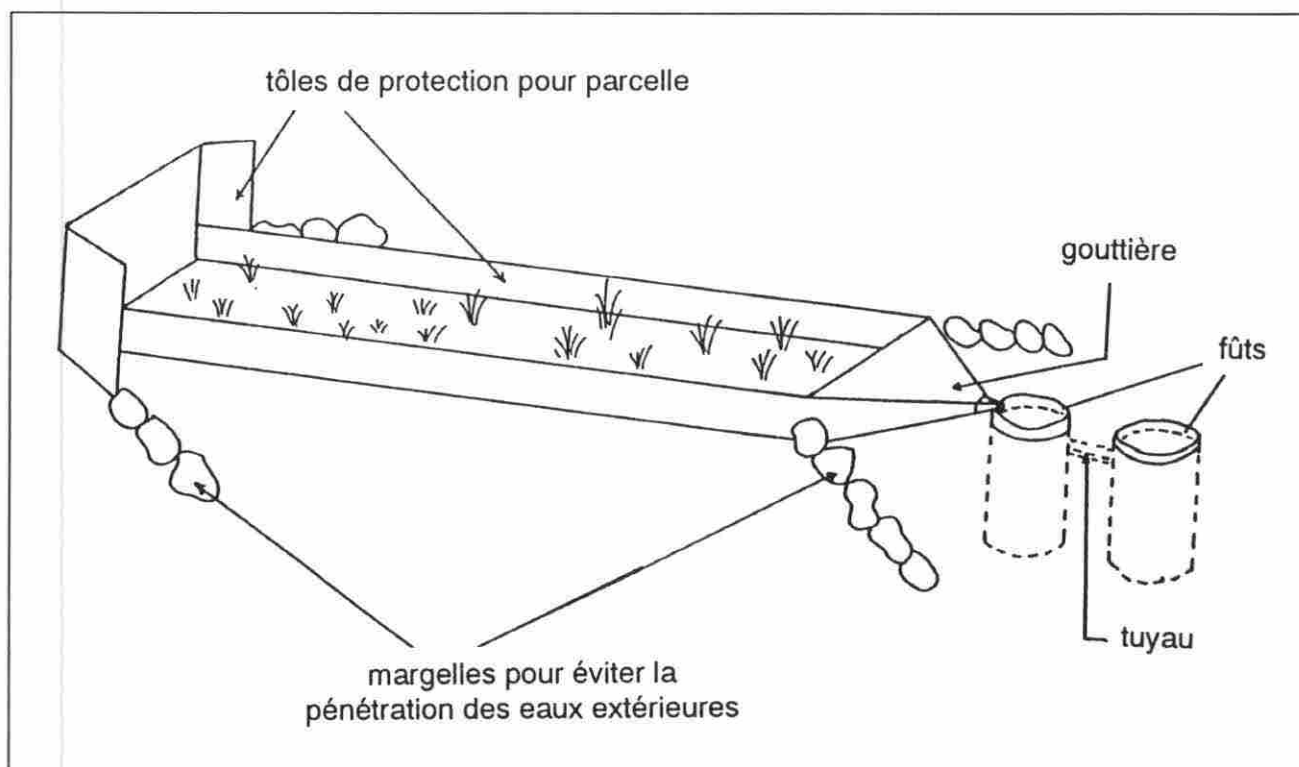


Figure n°1: Schéma du dispositif expérimental (Parcelle de Wischmeier).

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** L'expérimentation est praticable dans toutes les zones soumises à une dégradation par érosion hydrique.
- 2.2. Sol:** Moyennement profond à profond, jamais soumis à une quelconque inondation.
- 2.3. Relief:** La parcelle de référence de Wischmeier mesure 22,12 m de long pour une largeur d'au moins 5 m sa pente, d'une valeur de 9 %, doit être régulière et la surface du sol nue. Il est préférable, mais non obliga-



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



9. ANALYSE

- Meilleure connaissance de la corrélation entre perte de terre et pluies érosives.
- Reconnaître et apprécier les conséquences implicites présentes et futures du phénomène d'érosion (sensibilisation).
- Evaluation de l'importance relative de certains facteurs sur les phénomènes d'érosion et de ruissellement (nature, pente et végétation de couverture du sol ...).
- Quantification de l'érosion, sur le sol nu et sous cultures.
- Quantification du volume d'eau ruisselée et des pertes en terre qui en découlent par averse, par campagne et par site expérimental au niveau de la parcelle; toutefois ces données ne peuvent être extrapolées au niveau du bassin versant en raison des séquences érosion/dépôts qui s'y succèdent et des phénomènes de ruissellement en rigole qui ne peuvent être mesurés sur parcelle expérimentale.
- Déduction de la sensibilité pour chaque type de sol à l'érosion (mise en évidence sur la parcelle de référence de Wischmeier).
- Détermination de la quantité d'eau infiltrée (hauteur de pluie tombée dont on déduit la quantité mesurée du ruissellement et la quantité estimée d'eau évaporée).
- Les parcelles sont adaptées à l'étude de l'érosion en nappe et aux dispositifs de lutte contre cette dernière. Elles ne donnent aucune idée des phénomènes d'érosion linéaire qui peuvent être très dommageables.

REFERENCES

NANDOUMABÉ Allarabaye, 1982: "Contribution à l'étude de la sensibilisation des sols Katibougou à l'érosion. Expérimentation en parcelle Wischmeier". Eaux et Forêts Mémoire de fin d'études. Bamako, Mali.

Fiche préparée par Zeïnab DIARRA, Pédologue au Laboratoire des Sols Ier Sotuba Bamako, Mali..

Fiche technique n° 20

Végétalisation et CES

1. OBJECTIFS

La végétalisation est une étape importante dans le processus de conservation des sols.

Elle se concrétise par la mise en place d'armatures végétales aux fins d'assurer la pérennité du fonctionnement des ouvrages anti-érosifs mécaniques.

Dès lors, il convient d'opérer à un choix judicieux des espèces. La liste ci-dessous, loin d'être exhaustive, en recense quelques unes.

2. ESPECES LIGNEUSES

2.1 *Acacia albida*

2.1.1 Ecologie

Essence très plastique qui supporte de longues sécheresses. Peu exigeant quant à la structure et à la fertilité du sol. Elle réclame une nappe phréatique assez profonde qu'elle doit atteindre avant de commencer sa croissance en hauteur.

2.1.2 Aptitude pour la conservation des sols

Grâce à son système racinaire pivotant, *Acacia albida* assure la cohésion du sol. Il est réputé pour sa capacité à fixer l'azote atmosphérique. Sa litière qui tombe améliore la teneur en éléments nutritifs ainsi que les conditions physiques du sol. Il est très utilisé dans les zones agricoles à cause de la particularité de conserver son feuillage pendant la saison chaude pour le perdre en hivernage. Les rendements observés sous cet arbre sont très importants.

2.2 *Acacia senegal*

2.2.1 Ecologie

Espèce résistante à la sécheresse (100 mm/an), elle supporte les fortes températures. Préférant les sols sableux, on la trouve aussi sur les sols limoneux ou argileux.

2.2.2 Aptitude pour la conservation des sols

Elle garde le sol et conserve son humidité grâce à ses racines latérales très ramifiées.

Fixatrice d'azote, elle enrichit le sol en minéraux par sa litière. Sa cime en parasol et ses branches ramifiées assurent une bonne protection du sol.

Les gousses et les feuilles qui tombent, recouvrent le sol.

2.3 *Anacardium occidentale*

2.3.1 Ecologie

L'espèce prospère sur les sols profonds légers.

2.3.2 Aptitude pour la conservation des sols

Essence à croissance rapide; son feuillage dense et persistant protège le sol contre la chaleur et assure sa bonne couverture.

Les racines latérales très développées s'étendent loin et le pivot qui pénètre profondément retient bien le sol.



REFERENCES

Etudes FAO/Forêts: Espèces forestières - Rome

Etudes FAO/Forêts n° 34: Espèces fruitières et forestières, Rome, 1982.

H.J. Von Maydell: Arbres et arbustes du Sahel, Eschborn, 1983.

M.J. Montegret: Adventices - Tropicales.

Fiche préparée par Mady Diop, Projet Conservation des Terroirs Littoraux. Thiès. Sénégal.

Fiche technique n° 21

Entretien des arbres de champs

Entretien des arbres dans les parcours et les champs, cas du Karité (*Butyrospermum parkii*), du Néré (*Parkia biglobosa*) et des jeunes balanzans (*Acacia albida*).

1. OBJECTIFS

- Maintenir un approvisionnement optimal et régulier en fourrage aérien tout en laissant aux arbres la possibilité de fructifier dans les parcours.
- Diminuer l'effet d'ombrage des grands arbres dans les champs.
- Favoriser la régénération des arbustes de *Acacia albida* et leur développement sans gêner les paysans dans les travaux des champs.
- A moyen terme, améliorer la régénération naturelle des arbres.

2. CONTRAINTES

L'entretien des arbres est souhaitable partout où ces espèces sont associées aux cultures (Karité, Néré, Gao ou Kad, Jujubier, etc.). Ce travail ne demande aucune technicité et peut facilement être réalisé dès lors que l'agriculteur y voit son intérêt: le paysan choisit les branches à éliminer selon son propre jugement. L'entretien des arbres a un grand impact sur les terres à sol profond, notamment au bas des pentes: dans ces stations, Karité et Néré y atteignent une grande taille et leurs houppiers gênent les cultures.

Dans les parcours libres, les éleveurs coupent des branches en saison sèche, mettant ainsi un fourrage vert à la portée de leur bétail. Dans les zones où les ressources pastorales sont surexploitées, les arbres sont complètement mutilés et produisent peu, chaque arbre étant retaillé chaque année. Dans le cadre du pastoralisme, l'entretien des arbres pose donc le problème d'un changement de pratique: il suppose que le village s'entende sur un règlement de l'émondage et qu'il prenne les mesures pour le faire respecter, tant par les bergers du village que par les éleveurs transhumants ou nomades.

Dans certains pays où la taille des arbres est réglementée par le code forestier, il peut se poser un problème juridique. Il convient donc de s'assurer auprès des Services Forestiers des mesures à prendre afin de proposer un aménagement qui respecte les textes légaux.

Équipement: une machette, une hache, une corde, éventuellement une scie et un sécateur.

3. ZONE D'APPLICATION

La technique d'entretien des arbres s'applique surtout dans les champs. En brousse, *A. albida* peut être élagué dans les jachères dont on prévoit la mise en valeur. Sur les parcours, l'émondage est pratiqué dans toute la zone sahélienne. Son contrôle peut théoriquement s'appliquer partout où une communauté est décidée à s'organiser pour mieux exploiter les ressources de son terroir.

4. CARACTERISTIQUES

D'une façon générale, la coupe à tous les niveaux doit être nette, sans blesser l'écorce des arbres, car ces blessures pourraient devenir des points d'infestation. Dans les parcours, il faut absolument éviter de laisser pendre des branches partiellement coupées. Cette pratique destinée à offrir plus longtemps du fourrage vert aux animaux est particulièrement néfaste: non seulement elle affaiblit l'arbre et le met à la merci des maladies, mais de plus elle amplifie les dégâts des feux de brousse qui enflamment ces branches à demi-sèches tout autour du tronc.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 22

Défrichement contrôlé

1. OBJECTIF

- Lutter préventivement contre l'érosion et la dégradation.
- Jouer le rôle de brise-vent atténuant le pouvoir érosif des vents dominants surtout en période sèche quand le sol est sec et plus sensible à l'érosion éolienne.
- Diminuer la vitesse de ruissellement des eaux tout en favorisant une plus grande infiltration et le dépôt d'éléments fins.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** Le défrichement amélioré convient à tous les climats lors d'une mise en valeur de nouvelles terres.
- 2.2. Sol:** Il convient à tous les sols sur lesquels il est autorisé de faire un défrichement. Cette autorisation est faite selon le type de sol, la nature de la végétation et les conditions climatiques.
- 2.3. Relief:** Il est conseillé sur les terrains de culture qui ne sont pas sur des pentes de plus de 3 %, sur des berges et occupés par des peuplements d'espèces de valeur, etc.
- 2.4. Compétences:** Le défrichement contrôlé demande une détermination de la pente, une connaissance de la technique de coupe des arbres et une connaissance des espèces à épargner. Ce travail peut être fait par les agents d'encadrement de base ou par une équipe technique de villageois formés à cet effet.
- 2.5. Équipement:** Pour faire un défrichement il faut disposer de matériel de mesure et de matériel de coupe (hache, machette, scie, corde).

3. ZONES D'APPLICATION

Le défrichement amélioré est surtout indiqué pour des zones peu ou pas encore dégradées.

Les zones extrêmes sud du Mali (Bougouni et Kadiolo) qui répondent mieux à ce critère sont les premières visées par la technique en zone Mali-Sud.

4. CARACTERISTIQUES

La surface nécessaire à l'aménagement est bien délimitée tout en laissant, en plus des arbres épargnés (15 à 20 pieds par ha), des bandes de végétation naturelle de 5 mètres de large entre et/ou autour des parcelles défrichées.

5. EXECUTION ET TECHNIQUES D'INFILTRATION

5.1. Mise en place des bandes boisées (voir fig. 1)

- Piquetage de la surface à défricher;
- Matérialisation des bandes de 5 mètres de large à écartement régulier de 50 mètres et perpendiculairement à la pente. On peut utiliser un niveau de maçon monté sur chevalet ou un tuyau à eau.
- Il faut mettre des piquets bien visibles.

5.2. Marquage des arbres

- Identifier et marquer les espèces protégées par le code forestier;



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



Fiche technique n° 23

Culture en couloir

Culture en couloir: association céréale/pois d'Angole avec bordure d'Andropogon.

1. OBJECTIF

L'association d'une céréale au pois d'Angole a les objectifs suivants:

- la production de fourrage pour les animaux;
- la contribution à la régénération de la fertilité par les feuilles qui tombent, la fixation éventuelle d'azote atmosphérique par des nodules sur les racines du pois d'Angole;
- l'augmentation de la perméabilité des sols en favorisant l'action des termites;
- la lutte contre l'érosion éolienne par les pieds de pois d'Angole et les bordures d'Andropogon.

2. CONTRAINTES

- Climat:** Le pois d'Angole demande une température moyenne entre 18 et 29 °C, la plante ne résiste pas au gel. La pluviométrie la plus favorable oscille entre 600 et 1.000 mm/an, mais la plante est tolérante à la sécheresse (elle produit au Cap Vert sous 300 à 400 mm) et aux fortes pluviométries (jusqu'à 2.500 mm/an), cependant l'humidité favorise les attaques de champignons. Indifférente à l'altitude, elle prospère entre 0 et 3.000 m.
- Sol:** *Cajanus cajan* est adapté à une grande variété de sols; le pH le plus favorable est compris entre 5 et 7; il ne supporte pas les stations à eau stagnante.
- Équipement:** La conduite de l'association d'une céréale avec le pois d'Angole se fait comme toutes les cultures. La disponibilité de semences et la volonté des paysans sont les seuls préalables pour l'adoption de la technique.
- Divers:** Le pois d'Angole ne supporte pas l'ombrage et son feuillage succulent ainsi que ces graines sont souvent attaqués par les insectes, ce qui réduit la production.

3. ZONES D'APPLICATION

En raison de sa plasticité et de sa rusticité, *Cajanus cajan* peut être cultivé dans toute la zone sahéenne profitant d'une pluviométrie supérieure à 400, voire 300 mm/an.

Dans le contexte malien, le pois d'Angole peut être associé à une céréale dans toutes les zones et sur tous les types de sol. A cause des pertes de plants de diverses origines, il serait raisonnable de considérer le pois d'Angole comme annuel au nord et au centre (sous une pluviométrie respectivement de 400 et 800 mm/an) et pluriannuel au sud (pluviométrie supérieure à 800 mm/an), si la divagation du bétail et les termites sont plus ou moins contrôlées.

La technique de l'association d'une céréale au pois d'Angole peut être conduite par tous les types d'exploitation. Les exploitations équipées pour la traction animale (exploitations de type A ou B selon la classification malienne - voir fiche n° 25) pourront utiliser le fourrage pour nourrir les animaux de trait, alors que les exploitations peu ou pas équipées pour la traction animale (types C et D) pourront vendre le fourrage en tout ou en partie. Les autres effets de l'association pourront servir tous les types d'exploitation.

Au Cap Vert, sous une pluviométrie de 300 à 500 mm/an, *Cajanus cajan* est maintenu 3 à 5 ans, en association avec le maïs et le haricot en mélange par pieds. Sur les sols assez riches de l'archipel, il fructifie chaque année et fournit finalement un peu de matière ligneuse utilisable comme combustible.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



REFERENCES

DUBOIS Olivier, 1992: Fiche technique dans les Annexes du Rapport final du projet "Reboisement - Phase 2, Agroforesterie M'Biné", DFS Deutsche Forstservice, Feldkirchen, Allemagne.

Fiche préparée par Souleymane Diarra, DSPRS, Sikasso, MALI.

Fiche technique n° 24

Sole fourragère pluriannuelle

Sole fourragère pluriannuelle avec *Stylosanthes hamata* et *Aeschynomene histarx*.

1. OBJECTIF

La sole fourragère avec *Stylosanthes hamata* ou *Aeschynomene histarx* a les objectifs suivants:

- Permettre une meilleure couverture du sol et atténuer ainsi l'érosion hydrique et éolienne, tout en obtenant une quantité importante de fourrage de bonne qualité pour l'alimentation des animaux, surtout en saison sèche.
- Améliorer la fertilité du sol à court terme par des espèces légumineuses.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** La sole fourragère avec le stylosanthès ou l'aechynomène peut être introduite dans toutes les zones agro-écologiques de 400 à 1.200 mm/an et plus.
- Dans les zones à pluviométrie plus faible, entre 400 et 700 mm/an, la mauvaise répartition des pluies peut entraîner une non-fructification des plants. Ceci provoque une baisse du semis naturel alors que c'est lui qui assure la pérennité de l'espèce à plus de 85 %.
- 2.2. Sol:** La sole fourragère est réalisée sur tous les types de sol mis en culture. Cependant sur les sols argileux les plantes n'arrivent pas à atteindre leur développement maximum.
- 2.3. Relief:** La pente n'a pas d'incidence sur le développement des espèces, si ce n'est pour le transport des graines.
- 2.4. Compétence:** L'installation et la récolte du fourrage sont réalisées de la même manière que les autres cultures.

3. ZONES D'APPLICATION

Stylosanthes hamata et *Aeschynomene histarx* sont indiqués pour les 3 zones agro-climatiques suivantes:

- la zone Sud-Soudanienne semi-aride: pluviométrie de 550 à 800 mm/an,
- la zone Nord-Guinéenne semi-humide: pluviométrie de 800 à 1.000 mm/an,
- la zone Guinéenne humide: pluviométrie supérieure à 1000 mm/an.

4. GROUPES CIBLES

1. La sole fourragère pourra être entreprise par les paysans possédant un noyau d'animaux de trait et entièrement équipés pour la culture attelée. Ces paysans pratiquent une exploitation presque permanente des terres cultivables. Cette pratique exige, vu le niveau réduit d'utilisation de la fumure minérale et organique, des mesures complémentaires pour maintenir la fertilité du sol. Le passage fréquent du matériel agricole favorise également l'érosion. Ces exploitations ont souvent des problèmes de qualité (et de quantité) du fourrage, surtout dans les zones où les pâturages sont devenus très pauvres.

Ces exploitations bien équipées sont dans la plupart des cas également en mesure d'insérer les travaux concernant l'installation des soles fourragères dans leur calendrier agricole.

2. Des pasteurs sédentaires peuvent être également intéressés par les soles fourragères, pourvu qu'ils disposent des parcelles pour pouvoir mettre en oeuvre cette technique.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



6. COUT

Tableau 2: Budget d'exploitation d'une sole fourragère dans la zone humide, avec clôture en barbelé et en exploitation du fourrage par coupe (période de 3 ans) sur un hectare

Recettes	en f CFA	Dépenses	en f CFA
Fourrage sur 3 ans: 11,2 t/ha (perte de 20 %)	168.000	Clôture	60.720
		Semences: 12 kg	18.000
Céréales: production supplémentaire de 300 kg/an x 2 ans = 600 kg	36.000	PTN 600 kg	18.000
		Préparation du sol	10.000
		Semis: 1 H-J	600
		Désherbage: 2 H-J	1.200
		Coupe, transport et stockage	40.000
Total des recettes	204.000	Total des dépenses	148.520

ANNEXE: CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES

Espèce	<i>Stylosanthes hamata</i>	<i>Aeschynomene histarx</i>
Densité du semis (kg/ha) *	6 à 10	6 à 10
Nombre graines/gr	450	?
Type de sol	Indifférent	Indifférent
Date de semis	Juin/Juillet	Juin/Juillet
Profondeur du semis (cm)	2	2
Scarifiage	oui	non
Taux de germination (%)	40	25 - 35
Regénération	Resemis et pérenne	?
Hauteur de coupe (cm)	5 à 15	5 à 15
Foin (t/ha)	2 à 4	4
Production de semences	Facile, à temps **	Facile
Regénération des sols	Très bonne	Très bonne
Zone pluviométrique	500 à 800 > 800 mm	500 à 800 > 800 mm

Note: * Semis de 6 kg/ha de graines décortiquées, 10 kg/ha de graines non décortiquées.

** La production de semences est facile, mais il faut veiller au bon moment.

Fiche préparée par Souleymane Diarra, DSPRS, Sikasso, MALI.

Fiche technique n° 25

Estimation des ressources naturelles

Estimation des ressources d'un terroir villageois: Bois-Pâturage-Eau. Cas Mali-Sud.

1. OBJECTIF

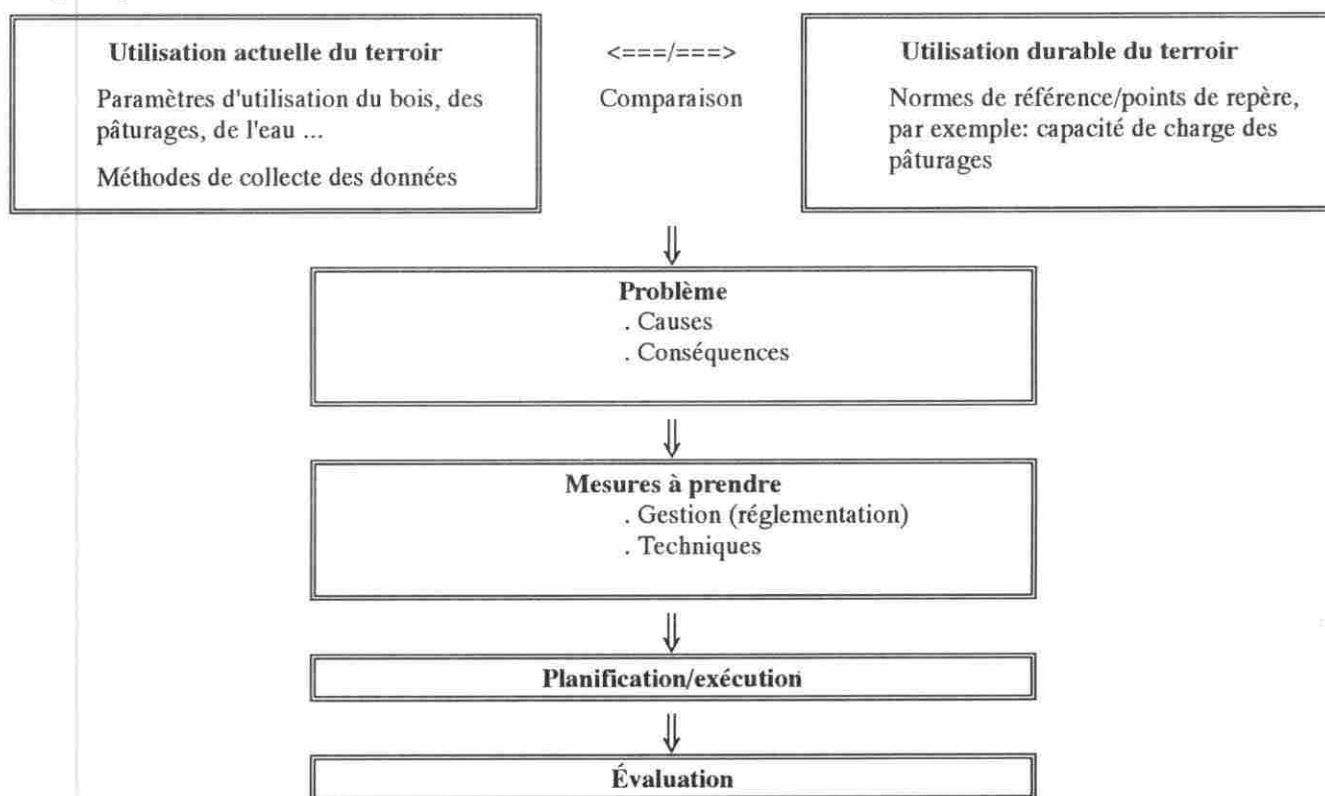
Il s'agit de comparer la situation actuelle d'un terroir ou d'une zone avec celle, idéale, d'une utilisation durable. A partir de cette analyse, des mesures de gestion et d'aménagement sont proposées en suivant des normes de référence.

2. CONTRAINTES ET ZONES D'APPLICATION

Une telle analyse est possible dans toutes les zones. Il suffit que les populations soient disposées à analyser leur situation et prendre en conséquence des mesures de gestion et d'aménagement.

3. PRINCIPE

Le principe de cet outil de *Conseil de Gestion de Terroir Villageois* est le suivant:



Quand il y a une différence entre la situation actuelle et la situation souhaitée (normes de référence ou *modèle*) c'est le signe d'un problème. La gravité du problème est fonction de l'écart et de l'importance que les paysans accordent à celui-ci.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



4.3 Gestion de l'eau

Données nécessaires pour l'analyse

- pluviométrie dans la zone
- présence de rigoles d'érosion
- présence de cours d'eau
- nombre de mares, leurs utilisateurs et la durée de présence d'eau superficielle
- nombre de puits, le mode d'utilisation et la durée de présence d'eau accessible
- nombre de forages, le mode de financement et les modalités d'utilisation
- existence de problèmes d'approvisionnement en eau.

Mesures proposées pour la gestion de l'eau

Problèmes	Mesures à prendre	Localisation	Niveau de décision	Travail coll./indiv.	Effet sur prod. pât.			Investissement		Zone agro-climatique	Catégorie cible d'exploitations
					1 à 2 ans	3 à 5 ans	>5 ans	Financier	humain		
Mauvaise utilisation des eaux de pluie	Défrichem. amélioré	3	E	I	+	++	+++	-	+++	C,D	A,B,C,D
	Cordons pierreux	1,2,3,4	V	C/I	+	++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Haie vive	3	E	I	+	++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Digue filtrante	4,5	V	C	+++	+++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Retenue d'eau	5	V	C	+++	+++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Traitement des rigoles	3	E/V	I/C	++	++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Surcreusement mares		V	C	+++	+++	+++	+++	++	B,C,D	
	Forage, puits		V	C	+++	+++	+++	+++	++	B,C,D	
Terres très dégradées	Régén. endroits dégra.	4	E,V	I,C	+	++	+++	+	+++	B,C,D	A,B,C,D
	Mise en défens	1,2,3,4	V,E	C	+	++	+++	-	++	B,C,D	A,B,
	Plant./semis pérenn.	3	E	I	-	+	+++	-	+	B,C,D	A,B,C,D

5. SUIVI-EVALUATION

Le suivi de l'exécution doit donner des réponses aux questions suivantes:

- Est-ce que les moyens ont été rendus disponibles?
- Est-ce que les tâches et les responsabilités ont été respectées par les différentes parties?
- Est-ce qu'on a pu suivre le calendrier?
- Qu'est-ce qui a été réalisé?
- Comment l'action a-t-elle été réalisée? Est-ce que les moyens ont été efficacement utilisés? Est-ce que les différentes parties impliquées ont exécuté leurs tâches?
- Est-ce que la solution proposée a contribué à résoudre le problème?

Fiche préparée par Souleymane Diarra, DSPRS, Sikasso, MALI.

Fiche technique n° 26

Grattage du sol à sec

1. OBJECTIFS

- Conserver l'humidité des premières pluies.
- Casser les billons pour favoriser leur humidification et faciliter le labour.
- Favoriser la germination des mauvaises herbes qui seront détruites par le labour.
- Favoriser l'infiltration des eaux et contrer le ruissellement.
- Gagner du temps sur la saison.

2. CONTRAINTES

- 2.1. Climat:** Le grattage à sec est surtout utile dans les zones à pluviométrie faible, mais il pourrait être réalisé sous toutes les pluviométries puisque, en brisant la croûte superficielle, il permet l'humidification de l'horizon cultural et en facilite le travail.
- 2.2. Sol:** Tous les sols peuvent être grattés, cependant le grattage apporte davantage de bénéfices sur des sols compacts que sur des sols gravillonnaires qui ont une infiltration souvent meilleure.
- 2.3. Relief:** Le grattage à sec est réalisé dans la zone de culture sur des sols sablo-limoneux ou argileux avec des pentes faibles.
- 2.4. Compétence:** La technique ne demande aucune formation spéciale.
- 2.5. Équipement:** Voir figure 1. La réalisation du grattage à sec réclame l'équipement suivant:
- Une paire de boeufs bien conditionnée tirant
 - soit un multicultureur équipé de 3 pics fouilleurs quand le sol est lourd,
 - soit un multicultureur équipé de 3 étauçons souples avec dents réversibles sur sol moyennement léger;
 - soit un multicultureur équipé de dents de sarclage sur sol léger.
 - Dans les zones sableuses, on peut utiliser une houe asinienne équipée de dents réversibles.

3. ZONES D'APPLICATION

Le grattage à sec est exécuté par les paysans de la zone soudano-sahélienne. Dans le Mali-Sud, c'est le cassage des billons qui domine sur les grattages des terrains plats.

4. CARACTERISTIQUE

Le grattage à sec se fait par éclatement des mottes de terre. Il se fait perpendiculairement à la pente ou en passage croisé. Sur les parcelles travaillées en billon, il est préférable de travailler perpendiculairement aux billons. Il ne faut pas trop fatiguer les animaux et il faut leur assurer une bonne alimentation.

5. TECHNIQUE DE REALISATION

- Faire un grattage croisé sur terrain plat; dans le cas d'un seul passage, il faut veiller à le faire perpendiculairement à la pente.
- Sur terrain billonné, casser les billons par un passage perpendiculaire à ceux-ci.



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



➤ On fait suivre le grattage par un labour après la première pluie importante.

6. COUT

- Le grattage à sec demande un certain investissement dans l'alimentation des animaux pour qu'ils soient bien conditionnés.
- Il demande la disponibilité d'instruments de trait: multicultureur, pics, dents, charrue.

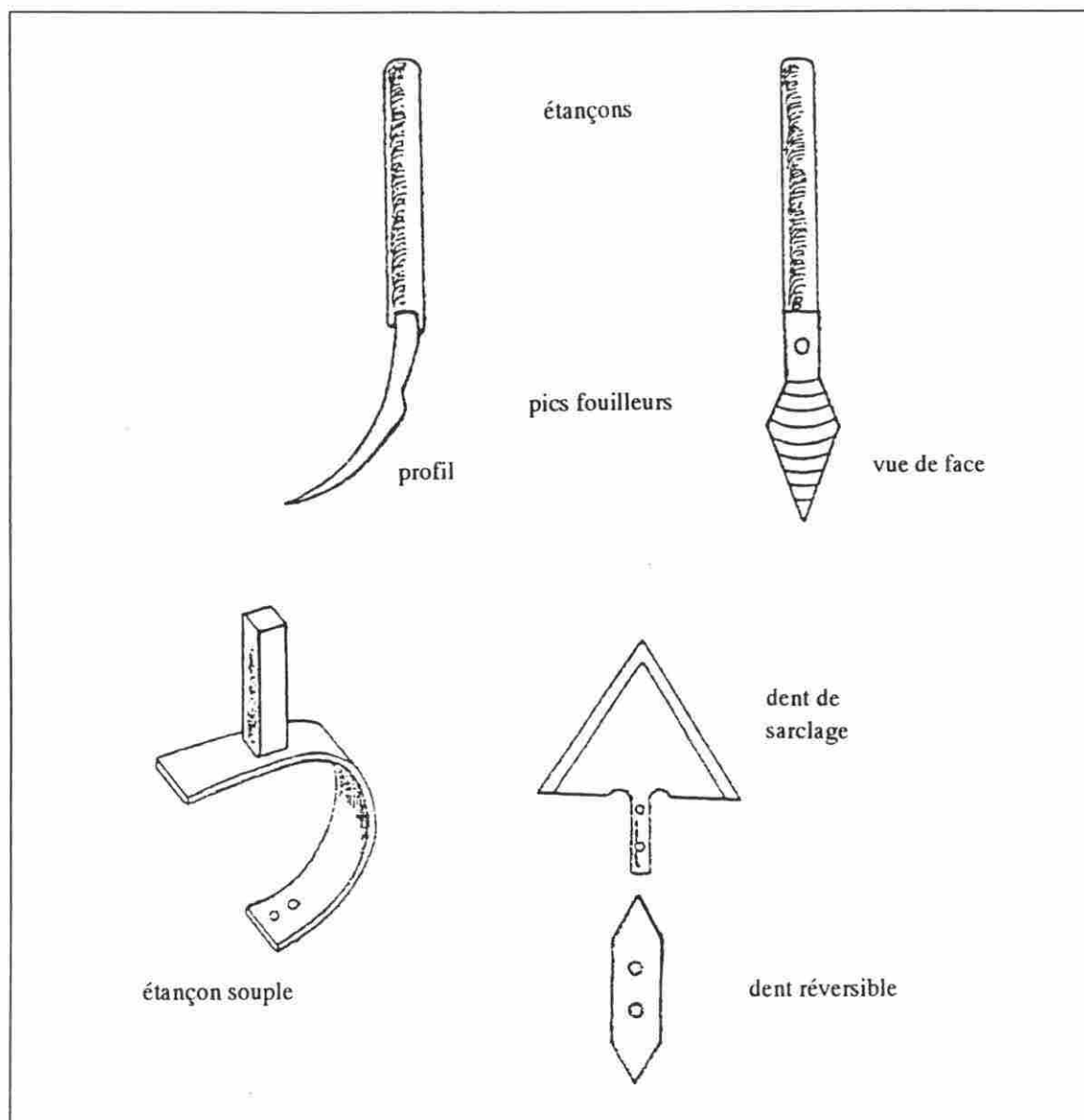


Figure 1: Accessoires du multicultureur pour le grattage à sec

7. BENEFICES

- réduit le ruissellement;
- favorise l'infiltration;
- améliore l'alimentation hydrique des plants;
- favorise une levée plus rapide;
- augmente la production si les autres paramètres sont maîtrisés: labour, sarclage.

8. ANALYSES

Malgré les avantages cités, le grattage n'est pas réalisé par tous les paysans. Ceux qui y recourent l'appliquent généralement sur une partie seulement de leurs parcelles (surtout pour le maïs précocé). Cela est dû au fait qu'ils ne veulent ou ne peuvent investir dans l'alimentation des animaux. A défaut de suivre la technique la plus efficace, un moyen terme pourrait être d'opter pour un grattage semi-humide qui demande moins d'effort de traction.

Fiche technique n° 27

Épuration biologique des eaux urbaines

1. OBJECTIF

Épurer les eaux usées est une condition indispensable pour pouvoir les réutiliser dans un but d'irrigation. L'épuration possède les avantages suivants:

- la réutilisation des eaux d'égout et des sels nutritifs qu'elles contiennent pour la production agricole.
- la prévention des épidémies dues aux maladies transmises par les eaux contaminées.
- la préservation de l'environnement où ne sont plus déversées les eaux souillées.

2. CONTRAINTES

Pour pouvoir traiter les eaux en bassins d'épuration, certaines conditions de base doivent être réunies:

- la température minimum ne peut être inférieure à 10 °C,
- un réseau préalable d'égout doit exister et fonctionner.

3. TECHNIQUE

Avant de pouvoir réutiliser l'eau usée pour l'agriculture, il faut l'assainir et lui rendre une qualité convenant à l'irrigation, en d'autres mots, en réduire la teneur en matière organique et y détruire les bactéries pathogènes toujours présentes dans les eaux collectées en ville.

La théorie qui sous-tend le traitement biologique des eaux en station d'épuration est basée sur la dégradation des composés organiques telle qu'elle se réalise spontanément dans les réservoirs naturels comme les lacs, les rivières ou la mer ... En favorisant ce processus dans des bassins, il devient possible de le contrôler et d'en obtenir une eau purifiée.

Durant le processus, les bactéries naturellement présentes dans le milieu utilisent les composés organiques pour leur métabolisme. Normalement trois types de bactéries se rencontrent:

Les **bactéries anaérobiques** dégradent les substances organiques sans le secours d'oxygène. Leur action, qui convient particulièrement aux eaux très riches en matière organique, produit une dégradation rapide.

Les **bactéries anaérobiques facultatives** peuvent s'attaquer à la matière organique tout à la fois en présence ou en absence d'oxygène. Ce processus est moins rapide que la dégradation anaérobie, mais il convient aux eaux moyennement à fortement chargées de substances organiques et surtout il n'accumule pas de mauvaises odeurs.

Les **bactéries aérobiques** travaillent en présence d'oxygène. Leur activité convient aux eaux relativement pauvres en matière organique et ne produit aucune mauvaise odeur. Durant ce processus, la plupart des bactéries responsables des maladies transmises par l'eau sont détruites ce qui rend l'eau traitée propre à un usage agricole.

4. PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

4.1 Données de base

Avant d'entreprendre les calculs de dimensionnement, certaines données doivent être connues. Ces données doivent être observées sur une période suffisamment longue pour être validées et représentatives. Les paramètres les plus importants sont:

- les températures journalières, moyenne et minimale (en °C),
- les quantités quotidiennes d'eau usées collectées (en m³/jour),



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU
SAHEL
BP 7049 Ouagadougou 03 BURKINA FASO
Financé par la Commission Européenne

PROGRAMME REGIONAL DE BOISEMENT ET
DE CONSERVATION DES SOLS AU SAHEL
CP 365 Praia CABO VERDE
Edité par DFS Deutsche Forstservice GmbH



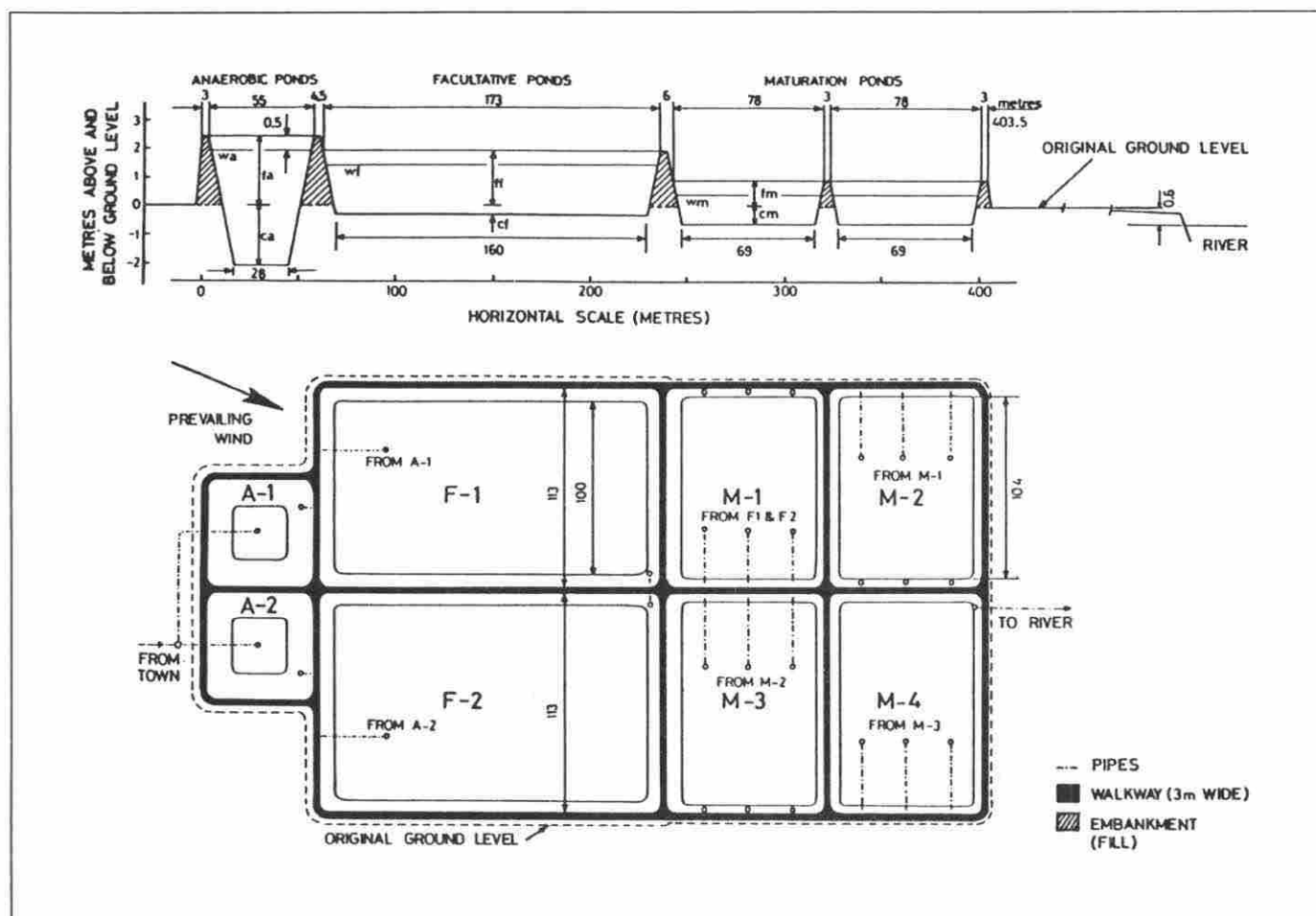


Figure 2: Vue en coupe et en plan d'un système d'épuration. L'échelle verticale est exagérée de 15 fois par rapport à l'échelle horizontale pour mettre en évidence les différents niveaux.

6. ANALYSE

Si les bassins ont été correctement dimensionnés, l'eau traitée peut être utilisée sans aucune restriction. Auparavant, il est nécessaire de mener une étude approfondie afin de s'assurer qu'aucune interaction entre les caractéristiques du sol et celles des eaux usées ne risque de poser de problème tel qu'infiltration, accumulation de sel, etc. L'eau traitée contiendra une concentration élevée en phosphore et en azote. Pour l'azote, ceci peut conduire en saison chaude à une teneur excessive nécessitant la dilution de l'eau d'irrigation. L'emploi de Jacinthe d'eau dans les bassins diminue fortement la teneur de l'eau traitée en ces éléments, elle contribue également à réduire la teneur en matière organique tout en fournissant rapidement une biomasse importante (4.000 kg/ha/jour, soit 200 kg de matière sèche/ha/jour) qui peut être valorisée dans l'alimentation du bétail, le compostage ou la bio-méthanisation.

Les boues, déposées surtout dans les premiers bassins (anaérobique et facultatif), doivent être extraites à intervalles réguliers (1 à 5 ans) pour maintenir la capacité de traitement du système. Ces boues sont très fertiles en raison de leur richesse en sels minéraux, elles peuvent être utilisées comme amendement dans les champs voisins.

L'épuration des eaux en bassins est très efficace et demande relativement peu d'entretien (vidange plus ou moins régulière des boues). Cette technique peut être assez facilement menée avec la participation d'une collectivité bien encadrée.

REFERENCES

Horan N.J.: Biological Wastewater Treatment Systems, theory and operation.

OMS/BRMO, 1987: Wastewater stabilization ponds, principles of planning and practice. Organisation Mondiale de la Santé, Alexandrie, Egypte.