

00417

COMITE PERMANENT INTERETATS
DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE
DANS LE SAHEL

CILSS

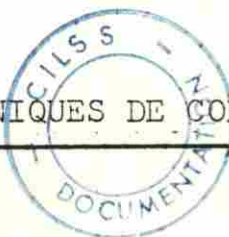
ORGANISATION DE COOPERATION
ET DE DEVELOPPEMENT
ECONOMIQUES

OCDE

Paris, Mars 1981
SAHEL D(81)125

CLUB DU SAHEL

FICHES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS



i

FICHES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
1.0 <u>Augmentation de la fertilité des sols</u>	1
1.1 Acacia albida	3
1.2 Plantes de couverture	5
1.3 Aménagement du terroir	7
1.4 Fumier, compost, résidus végétaux	9
1.5 Arbres de culture	11
2.0 <u>Reconstitution de la végétation.</u>	13
2.1 Mise en défens	14
2.2 Travail du sol	16
2.3 Lutte contre les feux	18
2.4 Semis directs	19
2.5 Plantations	21
3.0 <u>Contrôle de l'érosion</u>	23
3.1 Contrôle de l'érosion éolienne	24
Brise vent	25
Haies vives	27
Palissades (brise-vent inertes)	29
Semis et plantations	31
3.2 Contrôle de l'érosion hydrique	33
Erosion en nappe :	34
Culture et plantation en courbes de niveau	35
Bandes de végétation (cultures en bandes alternées)	37
Fossés d'infiltration	39
Gradins (ou banquettes) (horizontaux ou en pente longitudinale)	41
Terrasses horizontales	43
Terrasses horizontales en pente longitudinale	44
Erosion en ravin :	45
Protection des berges et des talus : végétation	46
Protection des berges et des talus : pierres, etc.	48
Petits ouvrages de correction	50
Petits barrages	52
4.0 <u>Conservation des eaux-de-surface</u>	54
4.1 Bassins versants (cuvettes individuelles)	55
4.2 Epandage des crues	57
4.3 Réservoirs (retenues collinaires).	59

N O T E

Chaque fiche technique comporte les paragraphes suivants :

- 1 - description rapide de la méthode
- 2 - conditions d'emploi
- 3 - figures
- 4 - règles d'utilisation, critères
- 5 - indications sur la participation locale
- 6 - combinaison avec d'autres méthodes de conservation
- 7 - avantages possibles pour la production
- 8 - investissements nécessaires
- 9 - exemples de réalisation
- 10 - bibliographie sommaire.

FICHES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS

Les activités de conservation des sols dans le Sahel comportent des aspects différents suivant la nature des problèmes qui se posent dans les différents milieux :

1. Diminution de la fertilité des terres (terres cultivées);
2. Détérioration de la végétation naturelle (terres non cultivées)
3. Erosion éolienne et pluviale (terres cultivées ou non).

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour améliorer ces conditions et la plupart sont décrites dans de nombreux ouvrages.

Les pages suivantes résument l'essentiel des informations sur les méthodes les plus couramment utilisées.

Les conditions d'emploi, les règles d'utilisation, les exemples de réalisation sont soulignés et complétés par les données sur la participation locale, les avantages possibles pour la production, etc...

Dans le choix d'une méthode ou de la combinaison de plusieurs méthodes, il est d'une importance capitale de connaître la nature du problème, les priorités de la population locale, ainsi que les conséquences et la limite des effets que les différentes activités de conservation des sols pourront avoir sur la population et sur son environnement.

1.0 AUGMENTATION DE LA FERTILITE DES SOLS

En terme de conservation et de protection des ressources naturelles renouvelables dans le Sahel (sol - eau - végétation naturelle - faune sauvage) le problème le plus important c'est la diminution continue de la fertilité des sols cultivés.

Les facteurs spécifiques qui causent la diminution des rendements sont de deux ordres :

- a) la faiblesse de la capacité de rétention en eau;
- b) la faiblesse du niveau des éléments nutritifs.

La faiblesse de productivité des sols peut être attribuée à deux facteurs essentiels :

- a) le manque de matière organique
- b) la faible proportion d'éléments fins comme le limon et l'argile.

Etant donné que la reconstitution des éléments fins constitue un processus long et difficile, l'action immédiate ne peut être que l'augmentation de la matière organique.

L'addition de végétation résiduelle (feuilles, résidus de récolte, fumier, etc..) augmente l'activité microbienne dans le sol et produit un humus qui agit comme une éponge pour retenir davantage d'humidité et fabriquer des aliments chimiques favorables à la croissance des végétaux.

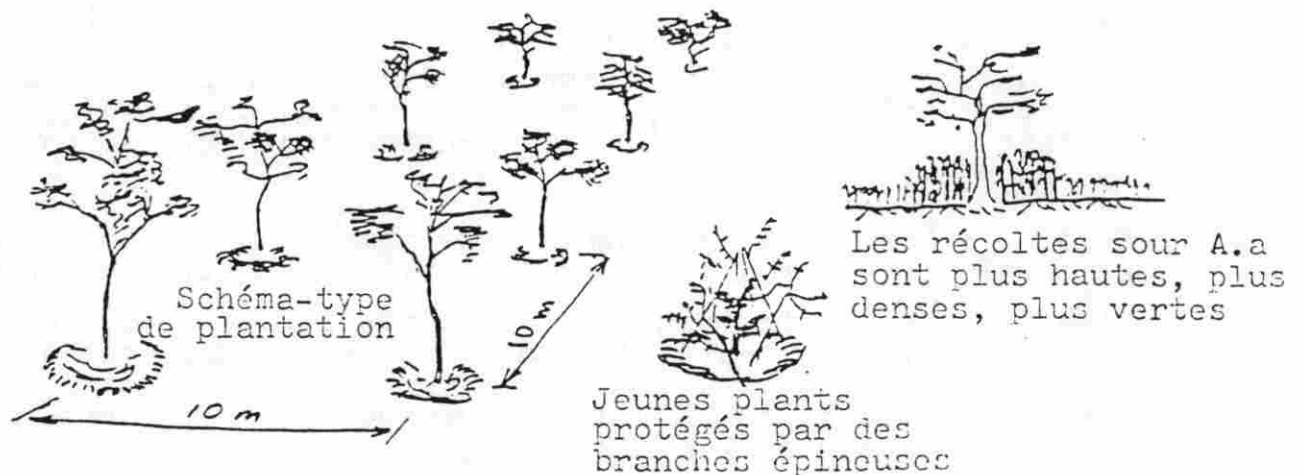
Toutes les actions qui ont pour résultat d'augmenter la quantité de matière végétale ou de fumier dans le sol constituent une aide très importante, que la matière organique soit déposée et laissée à la surface du sol, ou qu'elle soit incorporée dans la couche supérieure.

Ce qui est nécessaire dans un microclimat plus tempéré, devient indispensable dans les conditions d'un climat aride du fait que cet apport facilite grandement l'activité biologique et favorise la formation d'humus.

1.1 ACACIA ALBIDA

1. Pluviométrie inférieure à 800 mm. Dans les régions où la pluviométrie est supérieure, on peut utiliser d'autres arbres de culture. Sols - Pentes. Sols de préférence sableux, bien drainés. Sols classiques "à mil". Utilisation des terres particulièrement valables dans les zones surexploitées de cultures sèches traditionnelles, auprès des villages ou des groupements. Sites et conditions les plus favorables; Là où il y n'y a pas de régénération naturelle d'Acacia Albida.
Contre-indication. Ne pas planter A.a quand on trouve de la régénération naturelle. Dans ce cas, protéger les jeunes plants existant. Quand il s'agit d'agriculture mécanisée, s'assurer que les arbres sont en ligne. Beaucoup de cultivateurs pensent que l'A.a. attire les oiseaux destructeurs de récolte. Faire attention à cette résistance locale.
2. L'introduction ou la réintroduction de plants d'A.a. dans les champs cultivés est fortement souhaitable. A.a. pousse naturellement dans la zone aride et semi-aride d'Afrique. Bien que ne connaissant pas de manière précise les raisons de l'action bénéfique de cet arbre, on sait que le mil, le sorgho et même l'arachide donnent des rendements supérieurs à l'abri et au voisinage d'A.a., à ceux que l'on obtient sur un champ nu. La présence d'A.a. peut entraîner une différence marquée, que le champ soit cultivé de manière continue ou que la fertilité du sol soit restaurée par des périodes de jachère.

3. Schéma



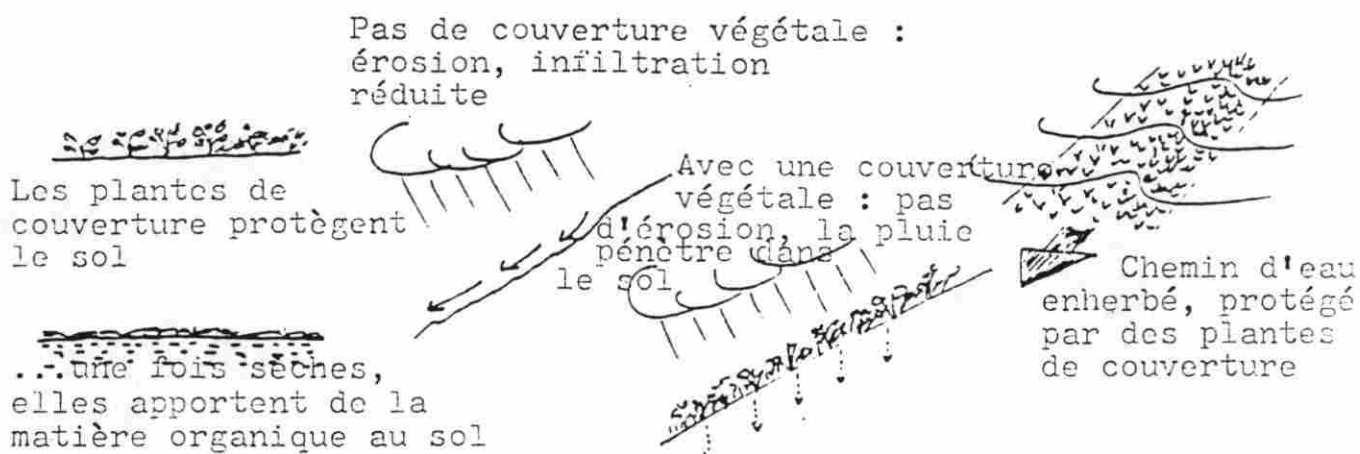
4. Elever les plants en pépinière pendant 3 à 4 mois. Planter à une distance de 10 x 10 m. On recommande une densité finale de 40 à 60 plants par hectare. Le semis direct est possible. Choisir toujours les graines avec soin sur des parents grands et bien formés.

NOTE. Planter des A.a. ne constitue pas un travail de reboisement. Cette technique n'est utilisée que sur les terres cultivées, spécialement lorsque le rendement des récoltes a diminué. Voir aussi la fiche 1.5: Arbres de culture. D'autres espèces que l'A.a. peuvent aussi jouer un rôle significatif de protection sur les terres agricoles.

5. Le problème n'est pas seulement de planter A.a., mais aussi de le protéger pendant les 3 à 6 premières années qui sont critiques. Ceci est impossible sans la coopération et l'initiative de la population. Le point essentiel est de protéger les arbres contre le paturage des animaux domestiques. La protection individuelle des arbres et la clôture des champs ou d'un ensemble de champs ont fait l'objet d'essais : chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. En général la population locale est bien informée des avantages de l'A.a. dans les champs de culture, et elle est d'accord pour obtenir une aide du gouvernement.
6. Peut être combinée avec l'installation de brise-vent et de haies vives (3.11 et 3.12). Il est également possible de planter des A.a. le long des gradins et des banquettes (3.214). Sur les pentes faibles et les sols lourds, A.a. peut tirer avantage des cuvettes individuelles (4.1).
7. Gousses comme supplément de nourriture pour le bétail. Quelques fournitures de branches, en quantité limitée, pour la confection de clôtures épineux.
8. Plants provenant de semis : lorsque l'eau est disponible en quantité suffisante, les jeunes plants peuvent être élevés dans les familles ou dans les pépinières de village (Haute-Volta). Condition d'une bonne plantation : le travail doit être fait par les cultivateurs en même temps que la préparation de leurs champs. Un effort de protection important et permanent est nécessaire pendant au moins les 3 premières années contre la vaine pâture des animaux.
9. Sénégal : Les premières plantations remontent à 1930; poursuite et développement réalisés par le Service forestier et la SODEVA.
Niger : essais entrepris dans les zones à faible pluviométrie (600 m/m). Excellents résultats dans le département de Maradi.
10. Nombreux articles du CTFT dans la revue "Bois et Forêts des Tropiques". Voir également USAID 1973.

1.2 PLANTES DE COUVERTURE

1. Pluviométrie. Limite nord des terres cultivées.
Sols-Pentes. Aucune restriction autre que la possibilité de cultiver
Conditions et sites les plus favorables : chaque fois que la
matière organique des terres cultivées a diminué.
Contre-indications : Manque d'humidité, pluviométrie insuffisante.
2. Culture de plantes dans le but principal de protéger le sol
contre l'érosion. Permet d'incorporer de la matière organique aux
terres cultivées dégradées.
3. Schéma



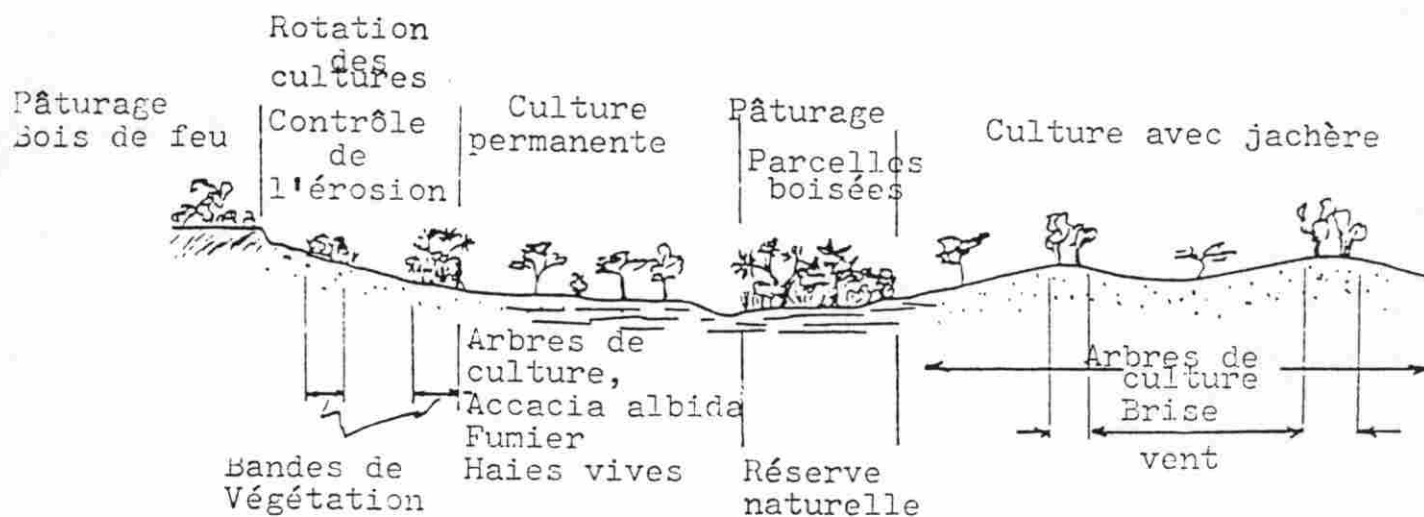
4. Préférer les légumineuses. Utiliser des plants dont le couvert
s'étale rapidement, qui résistent à la sécheresse et dont
les résidus se décomposent bien : niébé, sirothro, lab-lab,
arachide.
5. Demande des efforts supplémentaires, du travail; la population
locale doit savoir que ce supplément de travail est rentable.
6. Cette méthode doit constituer une partie intégrante des
efforts généraux d'aménagement du terroir.
7. Excellente source de nourriture pour le bétail.
Pâturage supplémentaire (intermittent). Supplément de production
de récoltes (haricots).
8. Graines. Travail du sol. Contrôle du pâturage.

9. Nombreuses expériences (IRAT, Bambey, etc.). Beaucoup d'efforts récents : programme régional de la FAO : Mali, Haute-Volta, Niger. Contacter PNUD ou CILSS.
10. Manuels classiques d'agriculture tropicale. Conservation des sols au sud du Sahara.

1.3 AMENAGEMENT DU TERROIR

1. Pluviométrie. Pas de limites mais il faut savoir que la culture au dessous de 450 m/m peut causer des dommages irréversibles aux sols et à la couverture vivante.
Sols. Pentes. Pas de limites. La mise en culture des pentes $> 15\%$ entraîne des risques d'érosion pluviale. (Dans le Sahel celle-ci se produit même pour des pentes beaucoup plus faibles).
Utilisation du sol. Chaque fois que la pression sur le sol augmente rapidement, il convient d'abandonner les méthodes traditionnelles. Conditions et situations favorables : régions de culture intensive : cultures maraîchères, arachide, etc..
2. Pour être valable, l'aménagement doit être réalisé dans le cadre d'un plan qui inclue les moyens de restauration et de conservation des sols, des eaux disponibles et la constitution de réserves de végétation naturelle. L'aménagement du terroir englobe la rotation des cultures, l'utilisation de plantes de couverture, l'emploi de fumier et de compost ainsi que l'introduction d'arbres de culture, la rotation des pâturages, la culture en bandes alternées et toute autre méthode appropriée pour l'utilisation de toutes les ressources avec un rendement soutenu.

3. Schéma



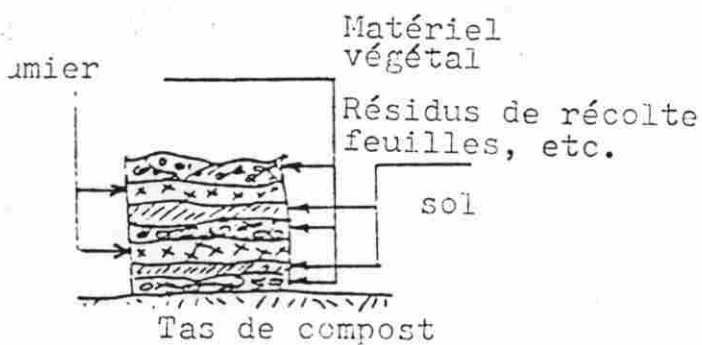
4. Par dessus tout, le plan d'utilisation des ressources d'un terroir villageois doit indiquer la vocation des sols, les contraintes d'utilisation et les méthodes à employer pour assurer l'utilisation optimale des ressources naturelles disponibles. Dans les limites indiquées par ce plan, il convient de développer l'ensemble des méthodes d'intervention qui conservent et augmentent le mieux la fertilité des sols et qui limitent les pertes par érosion.

5. A tous les stades d'application de ces techniques, la coopération et la compréhension des cultivateurs locaux sont indispensables. La concertation est un préalable nécessaire à la réussite de cette approche. La participation locale, au sens le plus large, doit être sollicitée et il convient d'abord de la susciter, ce qui peut se faire en commençant, dans une phase préliminaire, par des travaux individuels, comme il est indiqué au paragraphe ci-dessous.
6. L'aménagement du terroir englobe de nombreuses techniques individuelles de conservation et de restauration. Voir 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 etc..
7. Assure la meilleure utilisation possible des ressources et entraîne la production la plus élevée à long terme, aussi bien pour les cultures principales (cultures vivrières) que secondaires (cultures industrielles).
8. Plusieurs fermes pilotes. Centres d'apprentissage agricole pour les jeunes. Exemple : Maradi (Niger). Egalement : Planification des ressources locales au Sénégal.
9. Dialogue avec chaque cultivateur. Concertation à l'échelon local. Planification. Décision. Pour les investissements physiques, voir chaque mode d'intervention en particulier.
10. Sénégal "Réforme Administrative"
Conservation des sols au sud du Sahara.

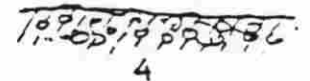
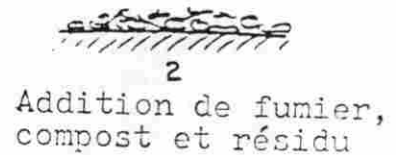
1.4 FUMIER, COMPOST, RESIDUS VEGETAUX

1. Pluviométrie. Supérieure à 600 m/m, sauf s'il existe des conditions d'humidité particulièrement favorables ou si l'on peut développer ces conditions.
Sols. Pentes. Les avantages diminuent pour des pentes dépassant 30%.
Végétation. Pour le compost on peut utiliser des matières végétales tendres, non ligneuses, des mauvaises herbes, des débris végétaux.
Conditions et situation favorables. Animaux domestiques à l'étable. Quantité d'eau disponible suffisante pour préparer le compost. Substances organiques pouvant être incorporées dans la couche superficielle du sol. Surtout valable pour de petites surfaces : jardins, champs de case, etc..
Contre-indications. Chaleur excessive, sécheresse, manque de matière végétale ou de fumier.
2. La matière organique joue un rôle d'importance vitale pour la productivité du sol. Dans la région aride et semi aride, la matière organique ne peut pas subsister d'une saison à l'autre. Il est important au début de chaque campagne de renouveler l'approvisionnement en feuilles, litière, fumier, etc..
Sous un couvert végétal naturel, ceci se passe naturellement. Le processus peut être accéléré soit par addition de matière organique, soit par réinstallation de la végétation superficielle (arbres ou plantes de couverture), soit par incorporation de fumier, compost, etc..

3. Schéma



Enfouissement



Sol amélioré

4. Fumier. Répandre sur les cultures, les jardins. Incorporer dans la couche supérieure du sol, tout en respectant la règle du labour minimum, surtout dans les zones sèches et sableuses.

Compost. Préparer au minimum deux fossés, l'un pour la préparation l'autre pour l'utilisation. Faire des couches successives : débris végétaux, sol décomposé, fumier (ou fertilisant chimique s'il y en a).

Résidus végétaux. A utiliser si rien d'autre ne peut être répandu à la surface du sol. Il est préférable de les incorporer. Les matériaux les plus durs (chaume par ex.) doivent être coupés avant d'être incorporés au sol (hâchage).
5. Le succès dépend de la coopération locale. Il faut expliquer les avantages de la méthode et faire une démonstration au niveau du village ou dans des Centres de formation agricole.
6. L'aménagement du terroir englobe de nombreuses techniques individuelles de conservation et de restauration.
Voir 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 etc..
7. Assure la meilleure utilisation possible des ressources et entraîne la production la plus élevée à long terme, aussi bien pour les cultures principales (cultures vivrières) que secondaires (cultures industrielles).
8. Plusieurs fermes pilotes. Centres d'apprentissage agricole pour les jeunes.
Exemple : Maradi (Niger). Egalement : planification des ressources locales au Sénégal.
9. Dialogue avec chaque cultivateur. Concertation à l'échelon local. Planification. Décision.
Pour les investissements physiques voir chaque mode d'intervention en particulier.
10. Sénégal "Réforme Administrative".
Conservation des sols au sud du Sahara.

1.5 ARBRES DE CULTURE

1. Limite nord de la culture.
Partout où le sol est cultivé.
Spécialement utilisés en culture intensive, sur terrains partiellement défrichés.
Lorsque la végétation naturelle a été éliminée.
Surtout lorsque l'érosion éolienne ou pluviale est à craindre.
En dehors du manque d'humidité, le problème le plus grave est la protection contre la vaine pâture.
2. En dehors de l'Acacia Albida, la plantation de beaucoup d'autres espèces indigènes peut se combiner avec les activités agricoles, spécialement pour le développement de cultures vivrières.
Différentes essences, variables suivant les régions, peuvent constituer un paysagerural boisé. Les fruits, les branches et d'autres parties de ces arbres fournissent une production accessoire importante pour la population locale. Dans beaucoup de régions, les jeunes arbres sont rares et la régénération naturelle absente à cause de la culture intensive, du pâturage, des feux, etc. Il est possible de réintroduire plusieurs de ces espèces par plantation de jeunes plants dans les champs cultivés à condition de les protéger pendant les premières années (3 à 6 ans). Différentes activités de cette sorte ont été décrites et propagées sous le terme d'"Agro-Foresterie".

3. Schéma



Arbres autours des
maisons. Bosquets vergers
Arbres d'ombrage,
manguiers, agrumes

Arbres le long
des limites des
jardins potagers :
Agrumes; Prosopis
Goyaviers. Acacias
Scarpioïdes.

Arbres dans les champ
cultivés, entre les
cultures : Karité,
Néré, Baobab,
Tamarinier.

4. Plants espacés de 10m sur 10m. Beaucoup d'essences peuvent être utilisées, cela dépend des conditions naturelles et des préférences locales : Parkia (Néré) Butyrospermum (Karité) Baobab, Tamarinier, certaines espèces de Ficus, toutes ces espèces pouvant être utilisées. Dans d'autres régions, d'autres espèces peuvent donner de meilleurs résultats ou avoir la préférence des cultivateurs.
Préparer chaque fois que c'est possible et utile une cuvette individuelle au pied de chaque arbre, pour concentrer l'eau de pluie autour des racines.
Protéger les arbres individuellement ou par l'installation d'une clôture autour du périmètre.
5. Comme pour ce qui concerne l'Acacia Albida, il doit y avoir à la base un consentement et une adhésion à cette idée de plantation de la part des cultivateurs locaux. Sans cela les efforts les mieux planifiés et assurés d'un financement extérieur seront finalement voués à l'échec.
Lorsque la plus grande partie du terroir est soumis à la culture itinérante, les cultivateurs hésitent à planter des arbres sur des champs dont ils savent qu'ils devront les abandonner dans quelques années.
6. Combinaison idéale avec les brise-vent, les haies vives.
Peut aussi se combiner avec les plantations sur bourrelets.
Cette méthode doit être spécialement envisagée dans les régions où il existe un Plan de culture.
7. Beaucoup de ces arbres fournissent des produits utilisables : nourriture (feuilles, fruits, huile), des fibres, des produits pharmaceutiques. En outre, ils peuvent fournir des branches, des tuteurs, des feuilles pour les nattes, etc..
8. Comme pour Acacia Albida (1.1).
9. Haute-Volta (Yatenga). Niger (Madarounfa).
10. Reboisement en zone aride.
Giffard : l'Arbre dans le paysage sénégalais.

2.0 RECONSTITUTION DE LA VEGETATION

Tous les pays du Sahel (à l'exception des dunes en mouvement ou des roches nues non cultivables) étaient jadis recouverts par différentes formations végétales : herbes, arbustes, arbres. La plus grande partie est maintenant cultivée, ce qui a réduit la couverture naturelle du sol. La surface du sol est exposée au rayonnement solaire (haute température) et au vent.

Les surfaces situées en dehors des zones de culture possèdent aussi beaucoup moins de végétation maintenant qu'il y a seulement 20 ou 30 ans. En premier lieu les pluies sont peut être moins abondantes, mais la dégradation de la végétation naturelle est causée essentiellement par le feu, le surpâturage, l'exploitation abusive (surtout pour le bois de feu) et les défrichements destinés à fournir davantage de terres cultivables.

La nécessité de restaurer et d'accroître la végétation sur les terres non cultivées est de plus en plus pressante. Il faut davantage de bois et un pâturage amélioré (aspect de production). En outre, une couverture végétale plus dense est nécessaire pour protéger les terres adjacentes, réduire l'érosion éolienne et ralentir le ruissellement (aspect de protection et de conservation).

Convenablement restaurée et aménagée, la couverture végétale sur les terres non cultivées peut à la fois produire et protéger le sol.

Le premier stade consiste à restaurer et développer la végétation. Plusieurs techniques peuvent être utilisées.

2.1 MISE EN DEFENS (*)

(Contrôle de l'utilisation des ressources)
naturelles

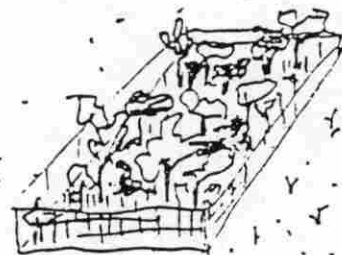
1. La mise en défens est particulièrement nécessaire chaque fois que l'équilibre écologique est instable.
Forte pression démographique ou sites très dégradés.
Proximité de centres où la population augmente rapidement.
Autour des points d'eau.
Lorsque les dunes en mouvement menacent les maisons, les installations, les exploitations agricoles.
Réserves animales ou végétales sont nécessaires à la fois pour la production et pour la protection.
Aménagement des bassins versants sensibles à l'érosion.
Contre-indications : manque de compréhension, de volonté ou de fermeté de la part de la population ou des organismes officiels.
2. Nécessite une série de mesures : a) pour limiter ou, dans les cas extrêmes, interdire au moins temporairement, toute utilisation et toute circulation sur des parcelles bien délimitées, qui présentent une importance particulière soit pour la production de nourriture (plantes ou animaux), soit pour la conservation de l'eau,
b) pour protéger et conserver les ressources naturelles renouvelables (spécialement le sol et le couvert végétal naturel).

3. Schéma



Utilisation
contrôlée

Utilisation
non contrôlée



La mise en défens est souvent
un moyen suffisant pour
restaurer la végétation

(*) La mise en défens est une mesure plus simple et plus efficace, tout au moins dans les pays du Sahel, que le contrôle de l'utilisation des ressources. (Note du traducteur)

4. La solution optimale consiste à utiliser rationnellement des ressources naturelles disponibles. Le contrôle et la limitation augmentent le capital des ressources disponibles. Par exemple, la culture alternée avec jachères augmente la fertilité du sol. Lorsqu'une région a été restaurée par la mise en défens ou par une combinaison avec d'autres méthodes, le sol peut être à nouveau utilisé et cultivé; mais seulement dans des conditions rationnelles et limitées. L'extension des cultures commercialisées détermine l'utilisation future. Une utilisation exagérée peut détruire la ressource de base; une utilisation relativement modérée peut rétablir plus tard cette base, mais il y a des limites. Une utilisation insuffisante peut au contraire entraîner un gaspillage, ou tout au moins un sous-emploi, du potentiel naturel de croissance et de régénération.
5. Il existe beaucoup d'exemples dans le Sahel qui prouvent d'une manière concluante que la coopération et la participation de la population locale constitue une condition préalable au succès de cette méthode. Le contrôle peut être renforcé par une action gouvernementale et imposé aux groupements traditionnels d'utilisateurs. Mais ceci entraîne invariablement des tensions, des dissentiments et même des troubles sociaux et politiques.

La dégradation des conditions climatiques, l'augmentation de la population, la croissance désordonnée des efforts concernant l'agriculture et l'élevage, tout cela entraîne une forte pression sur les terres disponibles, sur l'eau, et sur la végétation naturelle. Le contrôle de l'utilisation des terres est donc de plus en plus nécessaire. La liberté totale suivant la formule "le premier occupant est le premier servi" est devenu un luxe que peu de pays peuvent encore se permettre.
6. Beaucoup des travaux envisagés pour la restauration de terres dégradées dépendent du bon fonctionnement de ce contrôle : il est inutile de planter des arbres si les animaux domestiques les détruisent au bout de quelques mois.
7. Une utilisation plus rationnelle des terres existantes (ou améliorées), de la végétation naturelle, de l'eau et de la faune sauvage peut entraîner une augmentation de la production de nourriture, à la fois végétale et animale, ainsi que des ressources en eau.
8. Beaucoup d'explications sont nécessaires pour convaincre et persuader à tous les niveaux : organismes gouvernementaux, donateurs, groupes d'intérêt de production. Par dessus tout : la population locale doit être la véritable bénéficiaire de ces efforts.
9. Nombreux projets d'aménagement, de conservation et de restauration dans le Sahel. Voir aussi les notices concernant les améliorations à apporter pour la confection des clôtures.

2.2 TRAVAIL DU SOL

pour favoriser la régénération naturelle

1. Pluviométrie. Pas de limites

Sols. Pentes, Partout sauf sur les sables grossiers et les rochers. Sur les pentes le traitement doit se faire suivant les courbes de niveau. Mode d'utilisation du sol. Partout. Végétation. Partout où l'on souhaite obtenir plus de végétation. Meilleures conditions. Reconstitution de la végétation entre 400 et 1.000 m/m.

Contre-indications. Sables grossiers. Rochers. Stations où la végétation existante ne doit pas être perturbée. Il doit exister des sources naturelles de graines (centres de dissémination à proximité, sinon le travail du sol doit être suivi d'un réensemencement artificiel.

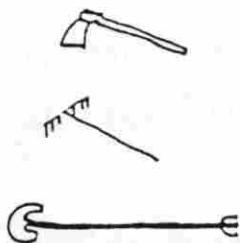
2. Pour favoriser le développement de la végétation naturelle de nombreuses façons culturales superficielles sont possibles et entraînent une amélioration des conditions de germination pour les graminées et autres plantes herbacées. Lorsque la surface du sol est travaillée, les semis se développent mieux que dans les zones voisines non travaillées. Les eaux de pluie s'infiltrant plus facilement à travers la surface ameublie du sol; la couche superficielle est plus friable, mieux aérée et les racines se développent mieux et plus rapidement. Quelques graines peuvent tomber dans les interstices situés entre les particules du sol, où elles sont mieux protégées contre la chaleur et les vents desséchants.

Le grattage et, d'une façon générale, toutes les façons culturales qui ameublissent la surface du sol favorisent grandement la restauration de grandes étendues de terre brûlées ou surpaturée (dans ce cas le tassement de la surface peut poser de graves problèmes) ou défrichées pour la culture et abandonnées ensuite.

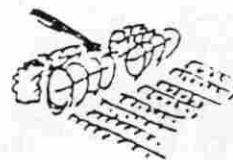
3. Schéma



Trainage de branches mortes soit à la main, soit par traction animale ou mécanique



Outils à main : daba, rateau, etc..



Engins mécaniques



4. L'essentiel est d'ameublir, de scarifier la surface du sol, de créer des irrégularités, de rendre le sol meuble et friable. Dans la plupart des cas, des bandes travaillées de 1 à 2 m de large et distantes de 8 à 10 m constituent un modèle qui pourra être étendu au cours des années suivantes.
5. Il faut exercer une protection contre une utilisation excessive (surpâturage - feux de brousse) après la restauration de la végétation naturelle.
6. Le travail du sol par bandes combiné avec des semis directs sur les bandes a donné d'excellents résultats. Ex. : Acacia Sénégal. C'est une méthode idéale comme activité complémentaire dans les travaux d'aménagement de bassins versants.
7. La méthode ne présente pas d'avantages directs, mais il en résulte une augmentation de la quantité de fourrage.
8. En principe le travail peut être effectué à la main sans rien de plus que du petit bois ou des branches. On peut utiliser des véhicules (Land Rover, Pick-Up) si on en a à sa disposition. Des méthodes plus élaborées, mieux adaptées à des surfaces étendues réclament l'utilisation de tracteurs, de véhicules à deux ponts ou d'équipements à traction animale.
9. Près de Massakory (Tchad) en liaison avec des semis de gommiers. Haute-Volta : ancien projet GERES. Niamey : labour en courbes de niveau avec culture attelée.
10. Reboisement en zone aride. Conservation de sols au sud du Sahara.

2.3 LUTTE CONTRE LES FEUX

1. Nécessaire partout où existe du combustible, constitué dans la plupart des cas par la végétation naturelle desséchée. Pâturages, savane boisée et forêt dense.
2. On peut combiner plusieurs moyens : éducation pour la prévention des feux, détection précoce, suppression, contrôle, mise à feu ordonnée ou contrôlée. Toutes ces méthodes constituent des moyens importants de lutte contre le feu.
Les feux ont une action importante sur la végétation naturelle d'une région. Alors que la majorité des feux non contrôlés ont des effets négatifs sur l'équilibre écologique, quelques uns peuvent avoir des effets positifs. Le feu nécessite des combustibles de l'air et une certaine température. Plus il y a de combustibles et d'air (vent) plus la température s'élève. On peut contrôler les feux en réduisant les combustibles disponibles ou l'air, ou en diminuant la température (avec de l'eau par exemple). Une façon d'arrêter le feu est d'éteindre les flammes, une autre méthode consiste à supprimer le combustible disponible (pare-feux, contre-feux). La détection précoce, la coopération et la préparation de la population sont des facteurs très importants.

Tous les feux ne sont pas nuisibles. Plus il y a de matières combustibles, plus elles sont sèches et plus la température est élevée, plus la destruction de la biomasse est importante. Pour supprimer les feux : éliminer le combustible, couper l'oxygène, réduire la température.

Techniques pour le contrôle des feux : directes - extinction des flammes; indirectes - pare feu (lignes ou chemins) ou contre feux

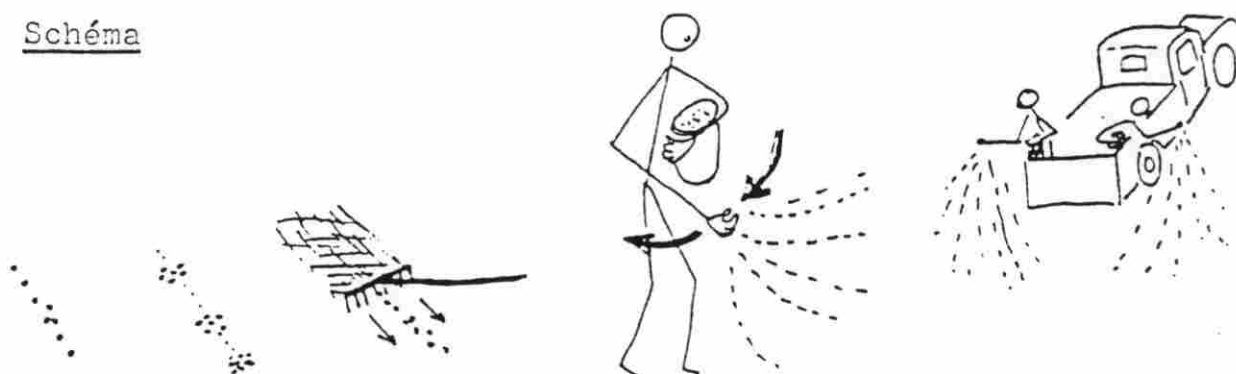
5. Du fait que la plupart des feux sont causés accidentellement ou volontairement par la population, le contrôle des feux dépend entièrement de la prise de conscience, de l'éducation et de la coopération de la population locale. Aucun équipement, aucune organisation ne peut remplacer la participation et l'action préventive de la population. Du fait aussi que beaucoup de feux sont dûs à des raisons particulières et souvent valables, un aménagement correct des feux se présente comme un mélange complexe de moyens équilibrés : personnel, équipement, technologie mais aussi connaissance des tendances sociales et culturelles.
6. Les feux affectent gravement l'équilibre écologique de toutes les couvertures végétales.
7. Beaucoup de graminées repoussent après brûlage de l'extrémité des tiges. Mais le gain est temporaire. Les plantes produisent davantage quand elles ne brûlent pas.
8. Véhicules. Outils manuels. Moyens de transmission.
9. Expériences étendues de contrôle des feux accidentels dans le Sahel. Efforts particulier pour la détection et le contrôle des feux au Sénégal. Schémas de pare-feux. Bons résultats obtenus par une campagne d'éducation des populations au Niger.
10. Conservation des sols au sud du Sahara. La pratique des feux précoces.

2.4 SEMIS DIRECTS

(Graminées, autres plantes herbacées, arbustes, arbres)

1. Pluviométrie. Sans limitation (mais pluviométrie suffisante). Sols. Pentes. Limité aux zones où le ruissellement ne peut entraîner les graines. Utilisation des sols. Spécialement sur les terres abandonnées récemment laissées en jachère ou après incendie. Végétation. Seulement là où la végétation est clairsemée et où les semis naturels font défaut. Conditions les plus favorables. Incendie récent. Zones récemment protégées (haies-vives, brise-vent). Pentes de remblais récemment construits. Contre-indications. Insuffisance d'approvisionnement en graines. Végétation dense couvrant le sol. Sol de mauvaise qualité ou trop superficiel.
2. Favoriser la naissance de la végétation en semant directement des graines à des emplacements réservés. Les méthodes varient du semis à la volée sans traitement du sol, jusqu'au dégagement sur une grande échelle, la préparation du sol, le semis et le recouvrement des graines.

3. Schéma



Semis en
ligne

Semis en
paquets

Recouvrement

Semis à la volée

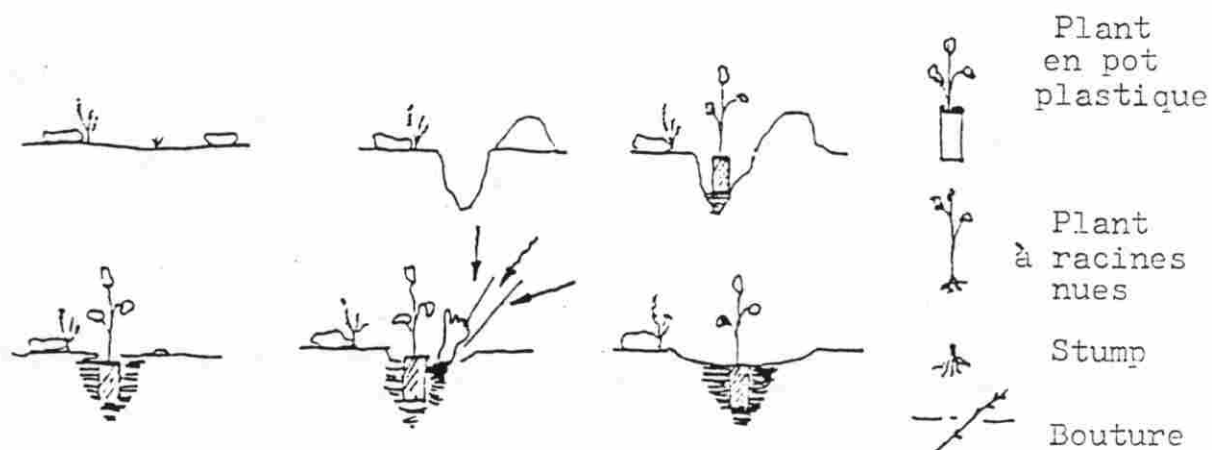
4. Donner le plus de chances possibles à la germination des graines et à la survivance des semis. Déterminer la période la plus favorable et se tenir prêt à semer au bon moment.
5. Cette activité se prête bien à l'organisation de groupes de travail. Pratiquement pas d'outils sauf pour le grattage du sol, opération qui peut être faite avec des outils de binage, des branches, etc..

6. Excellente activité complémentaire, non seulement pour l'installation de végétation, mais aussi pour compléter les travaux de conservation qui retournent le sol : bourrelets, fossés, banquettes, clôtures, etc...
7. Les avantages dépendent largement des espèces utilisées. L'aspect essentiel est la production de fourrage.
8. Outils fermiers pour le nettoieement, le dégagement, le sarclage, le recouvrement des graines.
9. Niger (Tchin-Tabaraden), Niamey, Sénégal (Ferlo). Tchad, etc..
10. Reboisement en zone aride.
Plantations forestières en Afrique Tropicale sèche. Delwaulle - CTF

2.5 PLANTATIONS

1. Pluviométrie suffisante.
Sols. Pentes. Minimum de profondeur pour permettre le développement des racines.
Utilisation du sol. Partout.
Végétation. Partout, mais il faut faire un nettoyage et un désherbage partout où la végétation est dense.
Terres de cultures abandonnées. Zones défrichées. Stations où l'on recherche de l'ombrage.
Contre-indications. Le succès des plantations nécessite protection et entretien autant qu'un approvisionnement suffisant en eau.
2. Les jeunes plants sont élevés généralement en pépinière et transplantés au début de la saison des pluies. Ceci nécessite une préparation adéquate du sol, la plantation proprement dite, un aménagement de la surface du sol autour de l'arbre pour retenir le maximum d'eau, la protection contre les animaux et les feux, ainsi que contre les mauvaises herbes, pour réduire la concurrence au niveau des racines.

3. Schéma



4. Le point le plus important est la détermination de l'époque la plus favorable pour la plantation : la meilleure étant le début de la saison des pluies, lorsque le sol est humide jusqu'au-fond du trou.

Techniques à utiliser : bonne préparation du sol, profondeur suffisante du trou, disposition correcte des racines, bon tassement pour éliminer les poches d'air, aménagement soigné de la surface : légère dépression formant cuvette individuelle (avec arêtes de poisson).

5. Différentes possibilités dépendant de la nature du travail
 1. Plantations individuelles (ou familiales), maisons, groupements, boisements familiaux;
 2. Petits groupes d'arbres, plantations sur les places de marché, les cours d'écoles, le long des routes;
 3. Groupes de jeunes, organisations locales, travaux communautaires de plantation d'arbres;
 4. Bois de village, parcelles boisées, brise vent, projets locaux de restauration des sols;
 5. Main d'oeuvre rétribuée. Grands projets de reboisement financés par le gouvernement (reboisements industriels);
 6. Large publicité. Campagne par les mass-media. Jour ou semaine de l'arbre.
6. La plantation d'arbres, sauf pour les arbres d'ombrage, peut être combinée avec le plus possible de travaux de conservation du sol : gradins en courbes de niveau, banquettes horizontales, cuvettes individuelles. Chaque arbre doit figurer le "foyer" d'un bassin versant miniature (cuvette individuelle) pour recueillir le maximum d'eau possible.
7. Avantages nombreux : bois, nourriture, fourrage, plus beaucoup d'autres produits comme les fibres, les produits tannants, les produits pharmaceutiques, etc...
8. Travail. Outils manuels plus matériel et équipement pour la protection des arbres pendant les premières années de croissance.
9. Efforts nombreux et variés, depuis les travaux individuels pour la plantation d'arbres d'ombrage, jusqu'aux périmètres de reboisement à grande échelle.
Résultats variables : planter des arbres est une chose, assurer une protection convenable et l'entretien des plantations pendant les premières années, qui sont cruciales, en est une autre.
10. Reboisement en zone aride.
Plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Delwaulle-CTFT

3.0 CONTROLE DE L'EROSION

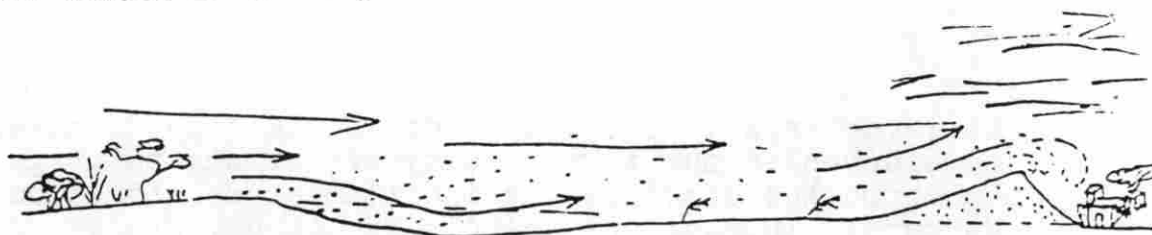
La force érosive du vent et de la pluie peut causer des dégâts considérables aux terres cultivées et aux pâturages. En outre les conséquences inévitables de l'érosion (formation de dunes, inondations, dépôts de limons, sables, graviers) peuvent également causer des dégâts aux cultures, aux habitations et autres installations.

Les méthodes de lutte sont différentes suivant la cause initiale : le vent ou la pluie.

Dans le cas de la lutte contre l'érosion pluviale les travaux sont encore différents suivant que l'on a affaire à l'érosion en nappe ou à l'érosion en ravines comme il est indiqué dans les pages suivantes.

3.1 CONTROLE DE L'EROSION EOLIENNE

L'érosion comporte trois phases :



Le sol est soulevé

Le sable et la couche superficielle sont transportés

Il se forme une dune qui avance lentement

Phase d'érosion

Phase de transport

Phase de sédimentation

Les méthodes de contrôle pour les différentes phases sont les suivantes :

Phase d'érosion : barrières contre le vent soit physiques (palissades) soit sous forme de brise-vent, de bandes de végétation ou de la combinaison des deux. Le contrôle de l'accès (des hommes et des animaux) est important.

Phase de transport : Système de stabilisation devant les dunes : claies, chicanes, déflecteurs, brise vent, haies vives, bandes de végétation, etc..

Phase de sédimentation : Fixation des dunes. Reconstitution de la végétation sur la surface des sables mouvants. Contrôle de la circulation. Utilisation de brise vent inertes. Plantation. Semis. Entretien. Combinaison avec la stabilisation chimique ou mécanique de la surface.

Il faut distinguer deux cas :

1. Mouvements de sable récents. Zones où une surexploitation a entraîné la disparition de la couverture du sol, avec comme conséquence la mise en mouvement du sable par le vent. La stabilisation est possible par une limitation de la circulation et la reconstitution de la végétation.
2. Mouvements de sable continuels. Ici le déplacement des sables constitue un phénomène naturel basé sur le fait que le sable a été mis en mouvement depuis une longue période de temps, à l'échelle géologique.

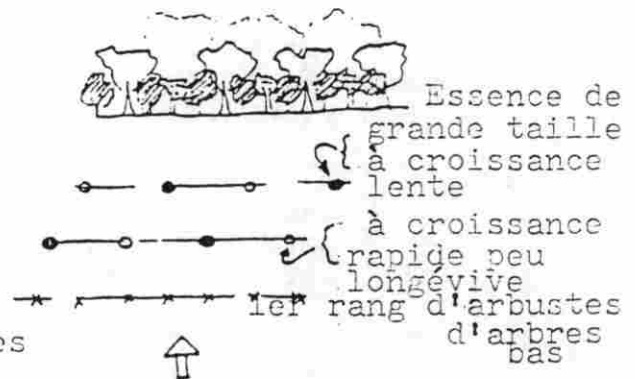
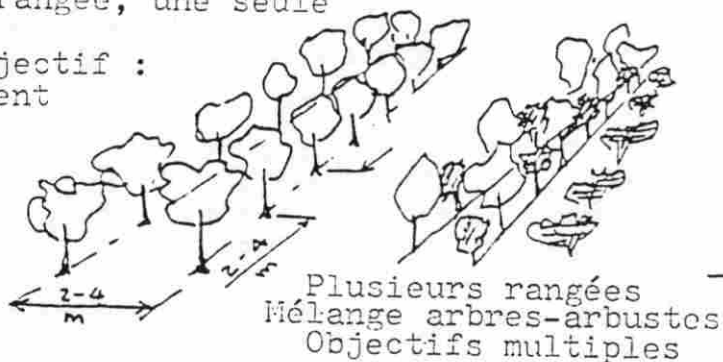
Le mouvement des dunes peut menacer des villages, des bas-fonds fertiles, des oasis, etc.. Leur fixation nécessite un effort très important et des travaux durables et systématiques, soit physiques (mécaniques), soit de reconstitution de la végétation.

BRISE VENT

1. Pluviométrie: Entre 300 et 700 m/m.
Sols. Pentes: Plat. Terrain nu. Lignes de crête.
Utilisation du sol : protection des terres cultivées ou des centres habités.
Végétation Spécialement là où la végétation naturelle est absente.
Conditions et sites favorables : plaines ouvertes. Sols sableux.
Absence de végétation naturelle.
Contre-indications: Pas de limites autres que celles indiquées pour la plantation.
2. Planter plusieurs rangées d'arbres ou d'un mélange d'arbres et d'arbustes pour réduire la vitesse du vent au dessus de la surface du sol. Le but est de réduire l'érosion éolienne, les dommages causés aux récoltes et de diminuer l'évaporation.

3.

Double rangée, une seule espèce.
Soul objectif :
brise-vent



4. Le type semi-perméable est préférable; une densité de 60% est considérée comme la meilleure. Pour obtenir des résultats rapides, utiliser des essences de grande taille et à croissance rapide. Les essences les plus hautes, parmi celles que l'on peut utiliser, poussent lentement. On peut les mélanger avec d'autres espèces à croissance rapide, peu longévives, que l'on peut enlever quand le brise vent devient trop dense. Il faut toujours se rappeler que l'opération peut avoir plusieurs buts et qu'un brise vent peut être davantage qu'une simple barrière contre le vent (cf. action physiologique des brise-vent : réduction de l'évapo-transpiration "Conservation des sols au sud du Sahara").

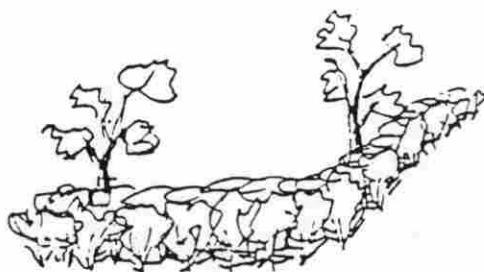
5. Beaucoup de cultivateurs souhaitent avoir des brise vent mais sur les terrains voisins du leur, pas sur leur propre terrain. Ce travail nécessite donc en toute priorité une adhésion complète de la population. Certains terrains, certains champs devront être remembrés. La protection contre le pâturage du bétail est difficile et délicate, du fait que les bandes boisées sont longues et étroites. Les brise-vent peuvent être utilisés comme chemins de passage, comme routes (à usages multiples).
6. Les brise vent peuvent se combiner avec la plantation d'Acacia albida ou de haies vives, l'ensemble constituant un large réseau de protection et de conservation des terres cultivées. Les effets des brise vent sont indiqués dans la fiche : bandes de végétation.
7. S'ils sont convenablement aménagés, les arbres et arbustes des brise vent peuvent fournir beaucoup de sous-produits, comme du fourrage, des fruits, des perches, des piquets, du bois de feu, du matériel de clôture, etc.. Un brise vent peut aussi se transformer rapidement en couloir de passage, route, etc..
8. Fourniture d'arbres. Travail de plantation.
Le problème le plus important est la protection pendant les 3 à 5 premières années. Celle-ci nécessite une surveillance, des efforts de vulgarisation, l'accord et la participation de la population.
9. Sénégal (bassin arachidier) Niger : premiers efforts aux environs de Maradi (excellent exemple de modèle à objectifs multiples créé par la CFJA). Vallée de la Maggia (une réalisation récente s'est transformée en chemins de passage, routes).
10. Memento du Forestier. Conservation des sols au sud du Sahara. Reboisement en zone aride.

HAIES VIVES

1. Pluviométrie. Limite inférieure 250 m/m, sauf si un arrosage initial est possible.
Sols. Pentes. Il faut un minimum de profondeur du sol.
Utilisation du sol. Autour des champs cultivés, des jardins irrigués, des vergers.
Contre-indications. Espace trop étroit (trop resserré).
2. Planter un ou plusieurs rangs d'arbustes ou d'arbres, espacés de 1m à 1,50 m pour protéger la zone contre la divagation du bétail. La haie vive réduit également l'action néfaste du vent et fournit de la matière organique pour les sols adjacents.
3. Schéma



Rang unique
Ecartement entre les plants
de 0,50 à 1m. Les intervalles
sont bouchés avec des branches
coupées dans la haie



Deux rangs avec quelques arbres
dispersés, pouvant fournir des
fruits, de l'ombre des produits
spéciaux.

4. Les jeunes plants doivent être protégés par des clôtures "inertes" pendant les premières années. On plante un ou deux rangs (le second rang à 50 cm ou 1m derrière le premier) et à un intervalle de 50 cm à 1m sur le rang. Les arbustes épineux, non consommés par le bétail, fournissent la meilleure protection. On peut aussi planter en mélange des espèces productives : jujubier, prosopis, acacia scarpioides, etc. Le semis direct avec irrigation est possible autour des jardins.
5. Projet typique de participation de la population. L'intérêt et l'accord des populations sont indispensables pour réaliser les investissements. Exige de la patience et un investissement relativement lourd pour la plantation et la protection pendant les premières années. La haie vive n'est efficace qu'à partir de la 2ème ou 3ème année. Des travaux coopératifs peuvent être organisés autour d'un ensemble de jardins irrigués avec plus d'efficacité que s'ils sont réalisés par une seule famille ayant des parcelles à l'intérieur. La plantation peut être effectuée par les cultivateurs eux-mêmes, à condition qu'ils disposent d'une quantité d'eau suffisante.

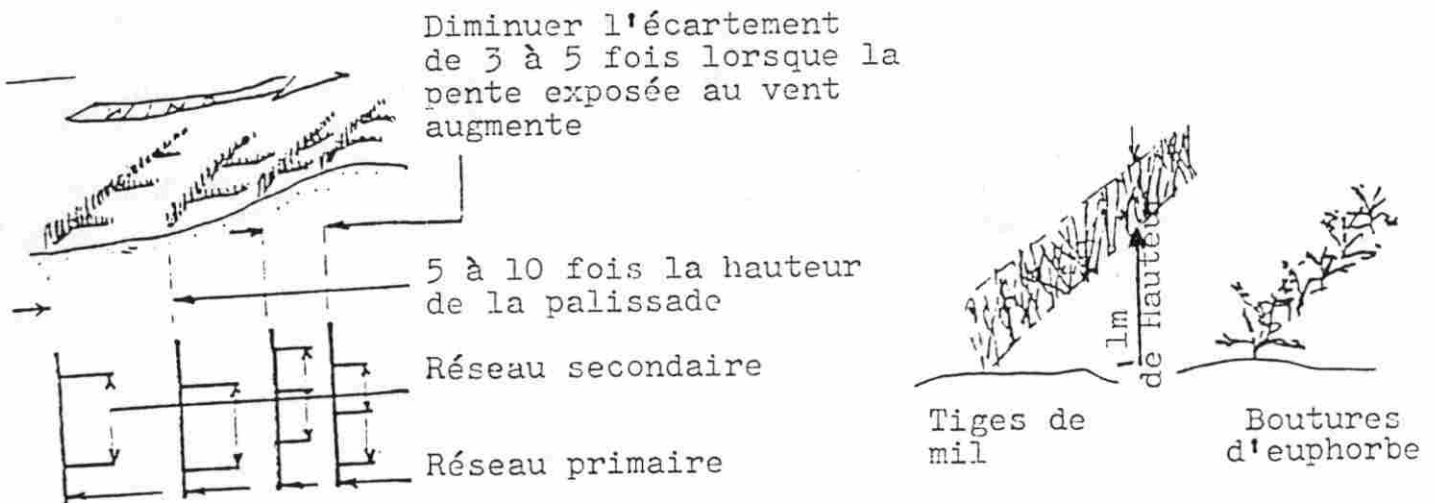
6. Combinaison possible avec les brise-vent, l'aménagement du terrain, la plantation d'*Acacia albida*.
7. Avantage : production de fourrage, fruits, nourriture, branches épineuses, bois de feu, perches, etc..
8. Plantations. Protection. Taille. Outils de repiquage.
9. Niger. Plusieurs endroits, notamment Baleyara. Les gens élèvent leurs plants ou font des semis directs.
10. Memento du Forestier. Conservation des sols au sud du Sahara.

PALISSADES

(Brise vent inertes)

1. Là où des travaux de stabilisation des sables sont nécessaires. Limité généralement aux zones recevant moins de 600 m/m de précipitation annuelle.
2. La vitesse du vent, immédiatement au dessus de la surface du sol, est diminuée par la construction de barrières perpendiculaires à la direction du vent. De nombreux matériaux peuvent servir pour augmenter la résistance au vent et à son action érosive sur le sol.

3. Schéma



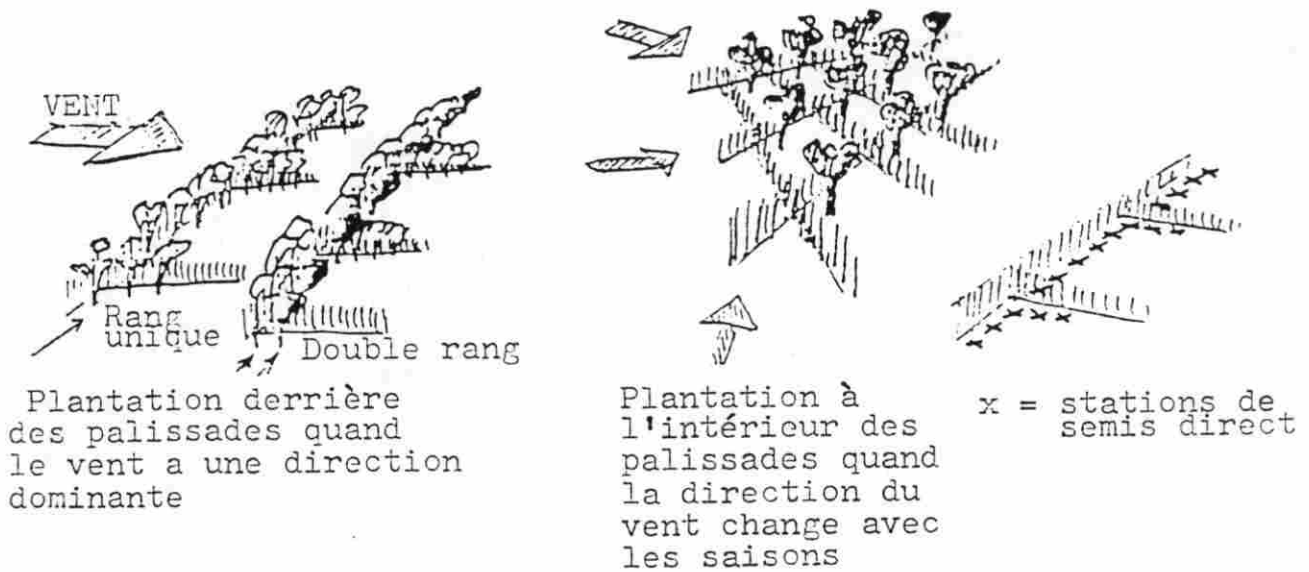
4. La principale difficulté consiste en ce que la palissade doit être perpendiculaire à la direction des vents dominants. Au niveau du sol, un écartement de 10 m est généralement suffisant. Cet écartement doit être réduit à 2 m sur les surfaces fortement exposées (sommet des dunes par exemple). Un réseau secondaire de palissades arrête les transports de sable latéraux (vents secondaires, turbulence locale).

Quand le vent souffle de plusieurs directions il faut construire un quadrillage de palissades. Les brise-vent inertes doivent aussi être semi-perméables, sinon le sable s'accumule et forme de petites dunes. Ceci peut être souhaitable (spécialement dans la zone de transport), mais fortement nuisible quand on veut planter des arbres à l'abri des palissades.

5. L'expérience a montré que l'intérêt porté par la population locale dépend de la valeur réelle de la zone à protéger. Les travaux de stabilisation des sables doivent avoir pour objectif une protection spécifique, comme la production des jardins cultivés, les maisons d'habitation, les vergers d'arbres fruitiers, etc..
Il existe plusieurs exemples de travaux très importants réalisés gratuitement par les usagers. La distribution de nourriture pour l'exécution de ce type de travail peut jouer un rôle important. Dans un projet pilote, les cultivateurs ont donné leurs chaumes de mil, les ont brisés sur place et plantés en terre.
6. La construction de brise-vent inertes est souvent un préalable aux travaux spéciaux de semis et plantations. Un contrôle sévère est nécessaire surtout quand on utilise des chaumes de mil.
7. Voir la fiche "Semis et plantations spéciaux".
8. Contrôle des accès. Etablissement d'un plan du réseau. Rassemblement et transport des matériaux; travail important.
9. Niger : Bousa, Keita, Yeglalane : travaux dirigés avec un succès remarquable.
10. Memento du forestier. Conservation des sols au sud du Sahara. Reboisement en zone aride.

SEMIS ET PLANTATIONS

1. Là où il faut faire des travaux de stabilisation des sables.
Généralement entre 250 et 600 m/m.
Limites. Ne peut donner de bons résultats que si le bétail est totalement éliminé, au moins pendant les 2 à 5 premières années.
2. On introduit des plantes adaptées à la sécheresse et au sable, de type colonisatrices, soit par repiquage, soit par semis direct.
3. Schéma



4. Choisir des espèces adaptées aux conditions locales.
Ne pas oublier la possibilité de propagation par boutures pour certaines espèces (commiphora, tamaris). Planter un ou deux rangs derrière les palissades.
5. Réalisé le plus souvent avec l'aide de la population locale.
L'opération est facilitée quand le travail de la main d'oeuvre locale est rétribué, mais pour obtenir des résultats durables (et multiplicateurs), l'initiative et la bonne volonté de la population locale pour entreprendre ces travaux par eux-mêmes (sans être payés par ailleurs) entraînent des avantages plus positifs.
6. Ne pas planter si le principal facteur empêchant la croissance des arbres n'a pas été éliminé. Ce qui signifie, dans la plupart des cas, qu'il faut mettre en défens, contrôler l'utilisation du sol et construire des brise vent inertes.

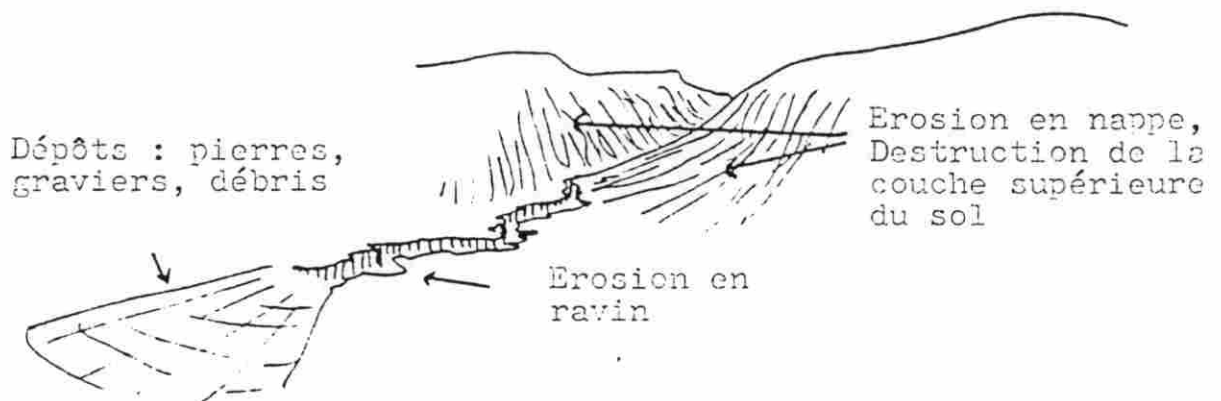
7. Fournit du bois de chauffage en petite quantité, du pâturage, éventuellement de la gomme, etc..
8. Plantes, graines, transport, travail, surveillance;
9. Voir la fiche "Brise vent inertes" (Palissades);
10. Reboisement en zone aride.
Plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Delwaulle-CTFT.

3.2 CONTROLE DE L'EROSION HYDRIQUE

Description sommaire. Les pluies torrentielles, spécialement sur les terrains dépourvus de végétation, entraînent le ruissellement des eaux de surface. En plus de la perte d'eau utile qui, dans des circonstances plus favorables, aurait augmenté l'humidité du sol, ce ruissellement entraîne différentes formes d'érosion :

1. Sur de grandes surfaces (nappes) l'eau de ruissellement déplace et entraîne vers l'aval de petites particules de sol cultivable. Dans ce processus de nombreuses rigoles étroites (griffes) se forment et désagrègent la couche superficielle du sol.
2. Lorsque l'eau se rassemble dans des ravins, un ruissellement important entraîne dans un fort courant un mélange d'eau, de boue et de sable, qui peut creuser des canaux étroits et profonds le long de la surface. Plus tard lorsque la pente et la vitesse du courant diminuent, la plus grande partie du sable et de la boue (alluvions) se déposent, en obstruant souvent le canal d'écoulement et entraînant une grave inondation des bas-fonds qui peuvent être recouverts de boue, de graviers et de pierres.

Schéma



EROSION EN NAPPE

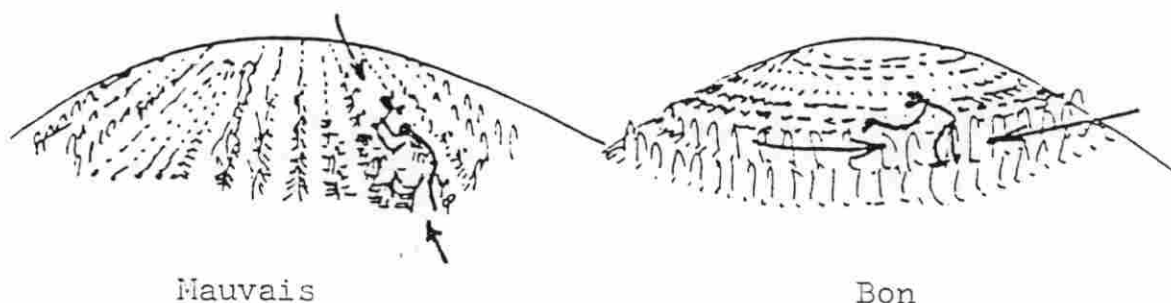
L'épandage de l'eau sur de larges surfaces commence lorsqu'il tombe plus d'eau que le sol ne peut en absorber. La capacité d'absorption du sol peut être augmentée de différentes façons :

1. Empêcher le durcissement de la couche supérieure. Contrôler la circulation et l'utilisation du sol. Eviter le surpâturage, ne pas brûler les résidus de végétation.
2. Augmenter l'infiltration. Scarifier la couche superficielle du sol avec des moyens mécaniques; gratter le sol avec des branches, des outils à main, des herse.
3. Intercepter l'eau quand elle commence à ruisseler. Cultures en courbes de niveau : semis, labours. Construction de gradins ou de terrasses. Installation de bandes de végétation (cultures en bandes alternées); Restauration de la végétation. Utilisation de plantes de couverture, litière, gazon.
4. Retenir l'eau pour qu'elle ait le temps de s'infiltrer. Construire des fossés d'infiltration, des gradins ou des terrasses.
5. Prévoir des fossés, des exutoires pour permettre l'écoulement de l'eau en excès et pour éviter le ruissellement suivant la pente.

CULTURE ET PLANTATION EN COURBES DE NIVEAU

1. Pluviométrie. Partout où il y a risque de ruissellement en surface. Sols. Pentes. Sols fortement érodibles, meubles avec des particules fines qui ne sont pas assez fortement soudées entre elles. Plus la pente est accentuée, plus la protection doit être importante. Utilisation du sol. Spécialement important lorsque la terre est cultivée chaque année, de façon continue.
2. Effectuer toutes les façons culturales, travaux de préparation du sol, semis, binages, etc., en suivant les courbes de niveau au lieu de le faire suivant la ligne de plus grande pente, spécialement les semis et les entretiens.

3.



4. Tous les travaux fermiers exécutés dans les champs de culture doivent se faire maintenant en suivant les courbes de niveau.
5. Les cultivateurs doivent être bien persuadés que leur effort est payant et s'exercera en leur faveur pendant longtemps. La plantation et d'une manière générale la culture suivant les courbes de niveau demande un effort, un travail supplémentaire. Dans beaucoup de cas il faut développer des programmes d'encouragement. Des expériences démonstratives peuvent contribuer à mettre en évidence l'intérêt de la méthode. Il faut plusieurs années pour que les avantages deviennent réellement visibles.
6. Là où l'on a réalisé des bandes de végétation (cultures en bandes alternées), des gradins ou des terrasses, la culture en courbes de niveau devient presque inévitable. Correctement localisés et espacés, les travaux de plantation d'*Acacia albida* peuvent aussi constituer un guide pour la culture en courbes de niveau.
7. Une meilleure rétention en eau augmente fortement les rendements.
8. Travaux de culture en général. Quelques travaux de topographie.

9. Beaucoup de stations de recherche possèdent des périmètres de démonstration pilotes. Cette méthode se rencontre également dans beaucoup de Projets de conservation des sols (Niger : Maggia, Tchad : CARE - *Acacia albida*).
10. Nombreux ouvrages et articles sur la conservation des sols. Conservation du sol au sud du Sahara.

BANDES DE VEGETATION

(cultures en bandes alternées)

1. Pluviométrie. Spécialement intéressant entre 300 et 700 m/m.
Sols meubles, fortement érodibles, sur des pentes supérieures à 5%. Terres de culture intensive.
Végétation. Au début on peut utiliser n'importe quelle végétation locale (herbes, arbustes).
Conditions les plus favorables. Cultures sèches de mil. Champs lessivés chaque année par le ruissellement.
Contre-indications. Forte densité des cultures. Forme des parcelles.
2. Maintenir des bandes de végétation (naturelle ou artificielle) le long des courbes de niveau pour arrêter le ruissellement provenant des pentes dénudées situées en dessus. La fonction principale de ces bandes est de réduire l'érosion en nappe, mais les bandes de végétation peuvent constituer en même temps une source importante de produits végétaux : fourrage, nourriture, bois, etc..
3. Schéma

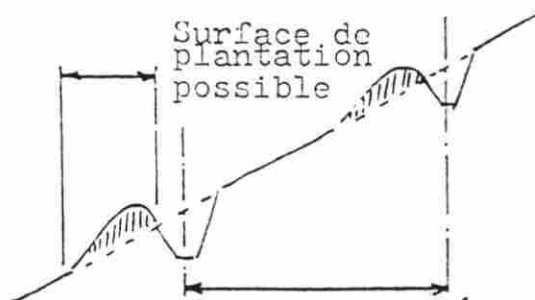
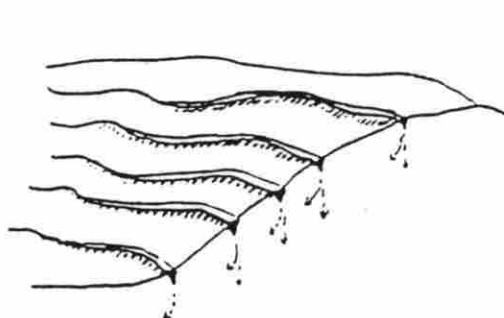


4. Etablir des bandes de 3 à 8 m de large suivant les courbes de niveau. Ces bandes doivent être aussi continues que possible. On peut faire des travaux de reconstitution de la végétation : plantations et semis. Les bandes, si elles sont correctement tracées et installées peuvent fournir un supplément valable de fourrage et de nourriture.
5. Méthode généralement bien comprise et bien acceptée par la population. Peut être réalisée collectivement ou individuellement, chaque bande appartenant à une famille différente. Des règles d'utilisation du sol et des mesures de protection contre une exploitation abusive doivent être édictées et respectées pour le bénéfice de tous.
6. Peut être réalisée en combinaison avec la construction de fossés d'infiltration, immédiatement au dessous de chaque fossé. Peut se faire également sur la pente aval du bourrelet des banquettes (ou des gradins).
7. Mêmes avantages que les plantations.
8. Une fraction des terres cultivables doit être soustraite à la culture. Le bétail doit être surveillé. Investissements de construction et d'installation : arbres, graines, protection, entretien.
9. Cap Vert. Burundi. Là où les problèmes de ruissellement et d'érosion sont particulièrement graves (en raison de la pente).
10. Conservation des sols au sud du Sahara.

FOSSÉS D'INFILTRATION

1. Pluviométrie supérieure à 400 m/m.
Sols. Pentes. Plus de 10% sur des sols relativement imperméables.
Utilisation du sol. Culture intensive.
Végétation. Aucune exigence.
Conditions les plus favorables. Pente forte et sols lourds, cultivés sur toute la surface. A utiliser uniquement quand il y a ruissellement.
Contre-indications. Rochers. Sols superficiels.
2. Des fossés soit horizontaux, soit avec une légère pente longitudinale, sont creusés pour permettre au ruissellement de surface de s'accumuler et de s'infiltrer par le fond et les parois, ce qui recharge localement la nappe en évitant les risques d'érosion en surface.

3. Schéma



- La distance dépend :
- des caractéristiques de perméabilité du sol,
 - de la pente du terrain
 - du couvert végétal
 - de la nature des averses : intensité et durée.

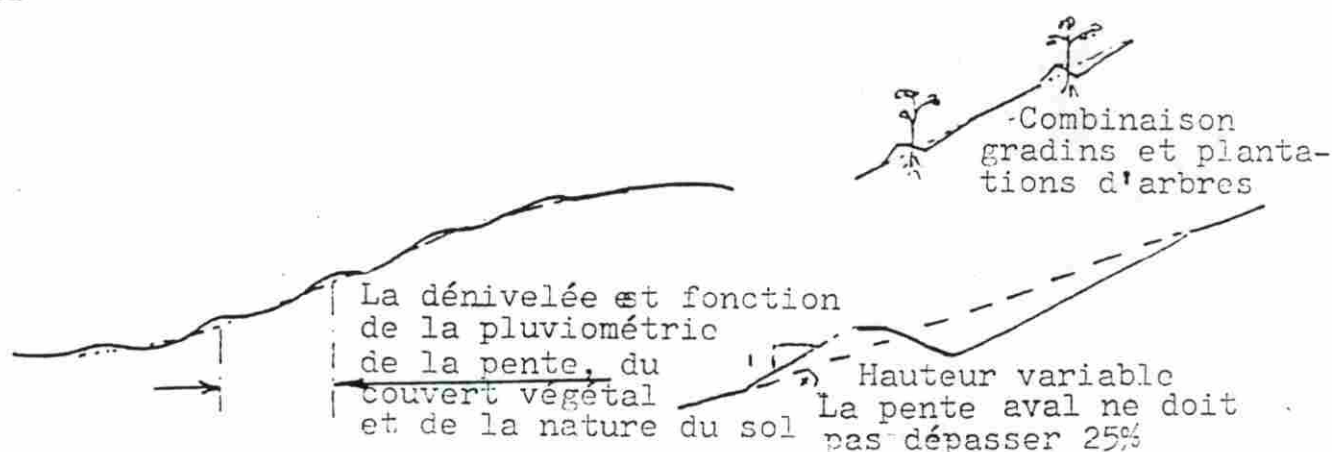
4. La distance entre les fossés (dénivelée), leur dimension, leur pente dépend en premier lieu de la nature du sol (superficiel et sous-jacent), qui peut varier d'un endroit à l'autre. L'eau de ruissellement est interceptée dans les fossés où elle s'infiltré (dans le cas des fossés en pente, l'écoulement est dirigé vers des exutoires).
Les principaux paramètres sont la pluviométrie (intensité des averses) et la vitesse d'infiltration. La nature du sol, la pente et la densité du couvert végétal conditionnent également l'intervalle entre les fossés.

5. La fonction essentielle et l'intérêt de cette méthode doivent être compris et acceptés par la population locale. Un entretien annuel est nécessaire.
6. Ce procédé peut être combiné avec des Plantations d'arbres, des Cultures en courbes de niveau ou des Bandes de végétation. Si l'on doit construire des fossés en pente, l'eau en excès peut être répartie sous forme d'épandage de crue, ou accumulée dans des bassins réservoirs.
7. Pas d'avantages directs, mais peut améliorer localement le régime des eaux et entraîner une augmentation du rendement des récoltes.
8. Lever topographique. Coopération et collaboration de la population locale, outils à main, travail et entretien.
9. Conservation des sols au sud du Sahara.

GRADINS (OU BANQUETTES) horizontaux
en pente longitudinale

1. Pente entre 2 et 20%.
Sols. Végétation : chaque fois que l'on observe un ruissellement important après chaque pluie.
2. Des séries de billons sont construits le long des courbes de niveau ou avec une légère pente longitudinale, pour intercepter et emmagasiner temporairement l'eau de ruissellement, qui autrement coulerait à la surface du sol entraînant une érosion et des pertes de terre.
Dans les fonds de vallée on peut construire des banquettes ou des gradins horizontaux pour retenir le ruissellement; ces ouvrages sont utilisés pour la culture du riz et constituent une adaptation du système à des sites particuliers.
En général toute la surface du sol peut être cultivée, sauf la pente aval du bourrelet.

3. Schéma



4. L'espacement (dénivelée) dépend de l'intensité de la pluie, de la dimension des gradins, du couvert végétal, de la pente, du sol et du mode de culture.
Principes de base : retenir le ruissellement de surface derrière chaque bourrelet de façon qu'il n'y ait pas de débordement. Lorsqu'il s'agit de gradins en pente, l'écoulement de l'eau doit être contrôlé.

5. Ce procédé nécessite un travail important de terrassement, ainsi que la protection et l'entretien des ouvrages. Mais un simple travail de terrassement ne peut suffire à changer les méthodes traditionnelles de culture. La méthode doit être réalisée tout d'abord à une petite échelle et son efficacité démontrée à la population locale, pour que les avantages puissent être compris et appréciés.
6. Peut accompagner la plantation d'arbres sur les pentes, ceux-ci étant alors plantés dans la partie amont du bourrelet. Lorsque les gradins ont été construits, toutes les façons culturales doivent se faire en suivant les courbes de niveau.
7. S'ils sont réalisés convenablement et bien entretenus, les gradins (ou banquettes) ne constituent pas seulement une protection du sol contre l'érosion, mais contribuent également à retenir l'eau de pluie, qui autrement serait perdue par ruissellement. Ceci permet à son tour d'augmenter le rendement des récoltes dans les zones sèches. Un couvert de graminées ou de légumineuses sur la pente aval du bourrelet peut apporter un supplément de fourrage.
8. Lever topographique et plans. Travaux de terrassement importants mais qui peuvent être le plus souvent effectués à la main. Outils à main. Entretien, surveillance, extension.
9. Haute-Volta (GERES) - Niger - Cap-Vert.
10. Conservation des sols au sud du Sahara.

45.

TERRASSES horizontales
en pente longitudinale

1. Pente entre 10 et 60%.
Sol. Végétation. Apparition du ruissellement après des pluies moyennes. Utilisation du sol : Lorsque les terrains plats cultivables sont rares.
2. Une série de murs de soutènement (en pierres) ou de talus en pente (en terre) sont édifiés pour retenir la terre et former des bandes de culture en courbes de niveau ou à faible pente. Ce procédé permet de tirer le maximum d'avantages de la pluviométrie, il améliore les conditions du sol et permet d'obtenir une récolte intensive maximum.
3. Schéma



4. Utiliser les données pluviométriques des dix dernières années pour établir le plan des ouvrages. L'idée de base, est de constituer une assez grande surface horizontale (ou presque horizontale) pour pouvoir emmagasiner l'eau de pluie jusqu'à ce qu'elle s'infilte dans le sol.
La dénivelée entre les terrasses est déterminée par :
 1. La pente du terrain. Un aménagement en marches d'escalier est la solution idéale.
 2. La relation entre la pluviométrie et la capacité pour le sol d'absorber toute l'eau tombée. Ceci dépend du sol (principalement de sa structure et du mode de culture), de la pente et de la végétation.

5. Dépend entièrement de l'information et du bon vouloir de la population locale pour l'exécution des travaux nécessaires à la construction des terrasses. Le système nécessite une surveillance constante.
Dans plusieurs régions du Sahel, les cultivateurs pratiquant la culture traditionnelle, connaissaient déjà les avantages de la culture en terrasses et savaient la pratiquer. Introduire cette notion dans des régions nouvelles nécessite des investissements publics considérables, de la patience, une concertation avec la population locale, une diffusion et une information adroites.
6. Une foule d'autres travaux peuvent être combinés avec cette méthode : aménagement du terroir, plantes de couverture, fumier, compost, arbres de culture, etc..
7. Meilleure utilisation de la terre cultivable sur les versants des collines à forte pente. Utilisation maximum de l'eau disponible. Rend possible la culture intensive là où autrement les pertes en terre et l'érosion causeraient des dommages importants et irréversibles.
8. Reconnaissance détaillée. Plans, Ingénierie de construction. Supervision. Travaux de maçonnerie de pierres sèches. Terrassements importants. Une grande partie de ces travaux peut se faire à la main, mais un équipement de base est nécessaire pour les travaux de construction : camions, bétonneuses, pelles mécaniques. Après la construction il faut poursuivre la formation des utilisateurs.
9. Cap Vert. Cultures traditionnelles en terrasses dans le Nord-Togo au Mali et au Niger.
10. Conservation des sols au sud du Sahara.
Memento du Forestier.

EROSION EN RAVIN

Aussitôt que le ruissellement en nappe s'est concentré dans des rigoles, l'eau se met à couler en creusant des ravines. Les ruisselets qui sont étroits dans la partie supérieure du bassin versant s'élargissent progressivement. Après des pluies violentes, un courant très fort se produit et l'eau en mouvement acquiert une énergie considérable. Cette énergie entraîne une érosion massive du sol au moment des pointes de crue. Des ravins se creusent. De grandes quantités de terre, de graviers et de pierres détachées sont remuées. Les débris et les sédiments charriés par le flot se déposent ensuite sur de larges espaces dans les zones plates, en recouvrant et en détruisant parfois des terres fertiles cultivées.

L'érosion en ravines se contrôle mieux à l'origine du flot, dans la partie supérieure du bassin versant (voir Reconstitution de la Végétation et Erosion en nappe).

Il faut corriger les ravins en priorité au moment où ils viennent de se former sur la pente, là où ils constituent encore des rigoles étroites. Chaque intervention qui permet de réduire la force érosive de l'eau est utile, comme par ex. la construction de petits seuils horizontaux avec des matériaux trouvés sur place. Les berges et les pentes des ravins peuvent être stabilisés par de petits ouvrages de fixation temporaires. Lorsqu'on installe de la végétation, celle-ci permet de stabiliser les surfaces exposées à l'érosion.

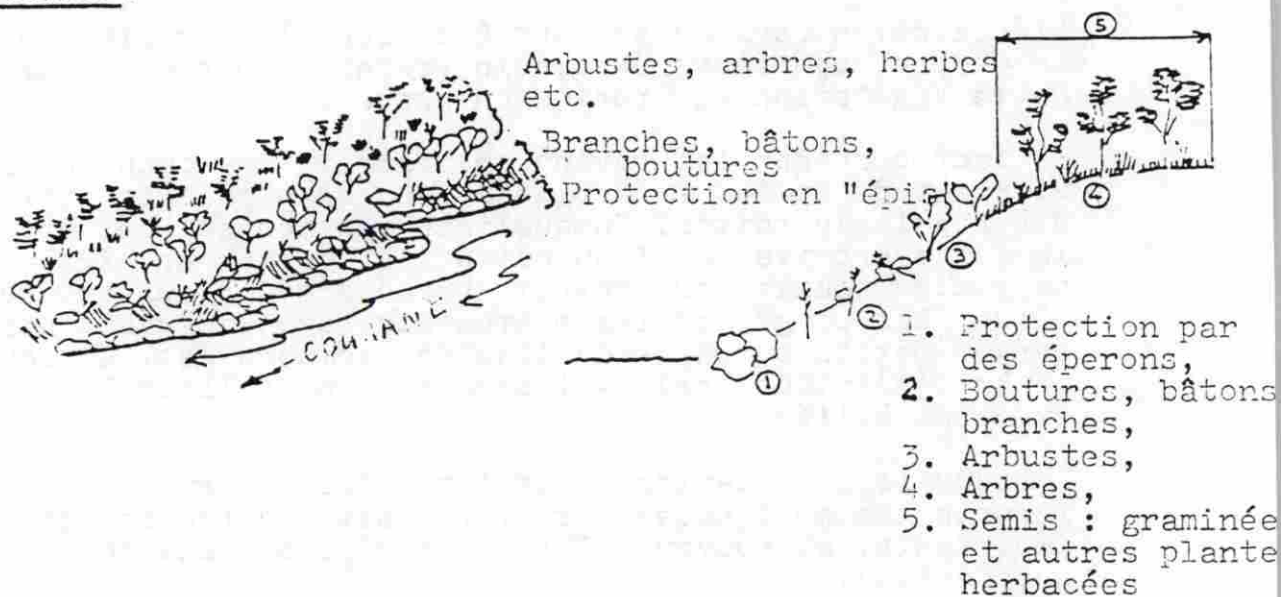
Lorsque le flot devient plus fort, des interventions plus importantes sont nécessaires. Il faut construire des seuils plus importants, et souvent il faut en réaliser une série (barrages successifs).

Le principe est alors d'obtenir une pente du ravin suffisamment faible pour maintenir l'érosion à un niveau raisonnable. L'énergie de l'eau se dissipe dans une série de petites chutes. La meilleure façon de réduire l'énergie de l'eau, est d'utiliser l'eau elle-même pour absorber le choc. La méthode des seuils correctement tracés doit être complétée par la construction de bassins de décantation et de sédimentation. Le bassin agit comme un matelas pour l'eau qui tombe dedans après être passée au dessus du seuil. Une autre manière de réduire l'énergie de l'eau consiste à rendre irréguliers et rugueux le fond et les berges des ravins.

Lorsqu'on peut disposer de grosses pierres, les ravins peuvent être stabilisés par un empierrement disposé de façon à réduire l'énergie de l'eau. Pour réduire l'érosion des berges, on peut aussi utiliser des couches de grosses pierres, des gabions ou des épis. On peut apporter une protection supplémentaire sur les berges en y installant de la végétation, par exemple des arbres ou des arbustes ayant un système racinaire vigoureux.

PROTECTION DES BERGES ET DES TALUS : VEGETATION.

1. Berges des cours d'eau et des ravins de moins de 1m de profondeur. Si la vitesse de l'eau est supérieure à 1,5 m par seconde, il faut une protection mécanique supplémentaire (pierre, etc.).
2. Le fait d'introduire de la végétation : herbe, arbustes ou arbres suivant la force du courant, réduit l'érosion. Dans les gorges et les dépressions étroites, on peut enherber les chemins d'eau pour éviter l'érosion. Le long des cours d'eau et des biefs étroits, on peut protéger les berges et les pentes par introduction d'arbres et d'arbustes.
3. Schéma :



4. Dans les dépressions étroites installer un couvert dense de graminées ou de légumineuses par semis ou éclats de souche. On peut assurer une protection temporaire par des rangées de branches (attention aux termites). On peut utiliser également des boutures d'arbres ou d'arbustes pour constituer des sortes de claies. Pour les ravins plus larges, il faut façonner la pente pour diminuer l'escarpement des berges (1,5 / 1 au maximum) : Installer un ancrage temporaire avec du bois mort, des branches, des rangs de pierres. Derrière cette protection planter des arbres ou des arbustes sains et vigoureux, ou des boutures d'espèces adaptées à ces conditions particulières. Choisir les espèces qui poussent naturellement le long des berges. Commencer par une première rangée à 1m au dessus des

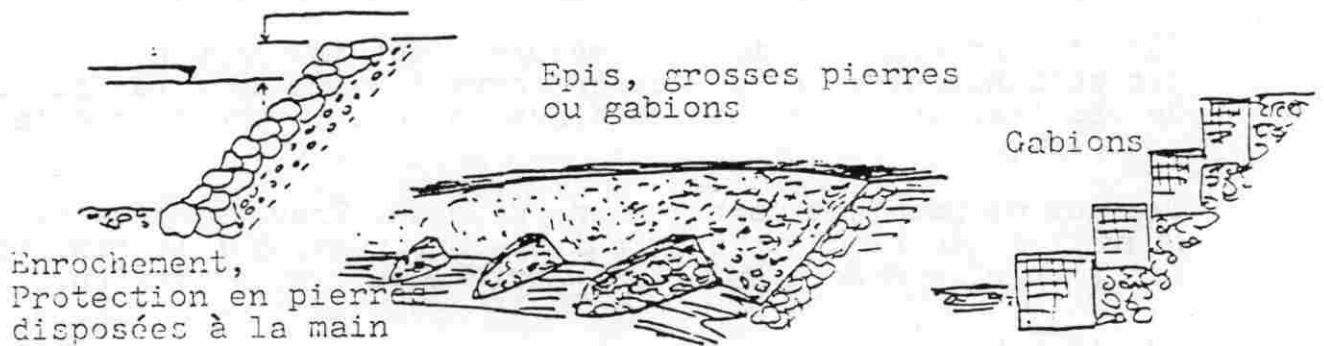
47.
plus hautes eaux et planter en descendant le long de la pente. Le long des saillies installer une protection solide pour éviter le creusement et l'érosion de la berge. Utiliser de grosses pierres, des cailloux, des gabions, etc..

5. On peut entreprendre, avec l'aide des populations locales des travaux à petite échelle, spécialement là où les ravins menacent des terrains d'une valeur particulière (maisons, jardins potagers, vergers à fruits, etc..). Il faut fournir une aide technique suffisante pour assurer l'établissement d'un plan correct et une bonne exécution du travail. Pour des travaux plus importants, il faut faire intervenir des investissements publics : camions, équipements lourds, etc..
6. Lorsqu'on construit des gradins ou des terrains en pente, il faut prévoir des exutoires. Les berges et les pentes doivent être protégées par les méthodes décrites ci-dessus. On peut y inclure la construction de petits barrages dans les ravins.
7. Pas d'avantages directs. Ces mesures fournissent une protection contre les pertes en terre éventuelles. La valeur de ces travaux se calcule en fonction de la protection qu'ils assurent.
8. Travaux de reconnaissance, plans de base. Travaux manuels. Fourniture de plants. Matériaux de construction (pierres, branches, etc..). Travaux de plantation, surveillance et entretien.
9. Cap Vert et Niger.
10. Conservation des sols au Sud du Sahara.

PROTECTION DES BERGES ET DES TALUS : PIERRES

1. Berges et talus des cours d'eau d'importance moyenne ou des ravins à débit intermittent.
2. Les berges et les talus sont protégés préventivement contre l'érosion en disposant sur le sol de grosses pierres, des galets, des gabions, etc., qui brisent la force érosive de l'eau courante. Les travaux de protection devront être d'autant plus importants que la vitesse et la violence du courant sont plus fortes. Des épis disposés perpendiculairement ou obliquement peuvent détourner le courant des talus menacés.

3. Schéma :



4. Les règles suivantes sont utilisées pour déterminer les dimensions de la protection en pierre, qui est nécessaire le long des berges.

La protection des berges et des talus doit toujours inclure une protection efficace contre le creusement à la base; dans les biefs protégés, le fond du lit doit être consolidé par des pierres des seuils de petit format, etc. Il faut faire attention de ne pas obstruer le lit du cours d'eau. Une diminution trop forte de la largeur peut conduire à une augmentation de la vitesse du courant. Il faut alors exiger une protection plus complète. Pour réaliser une bonne protection, il faut également s'assurer que les installations ne pourront pas s'envaser.

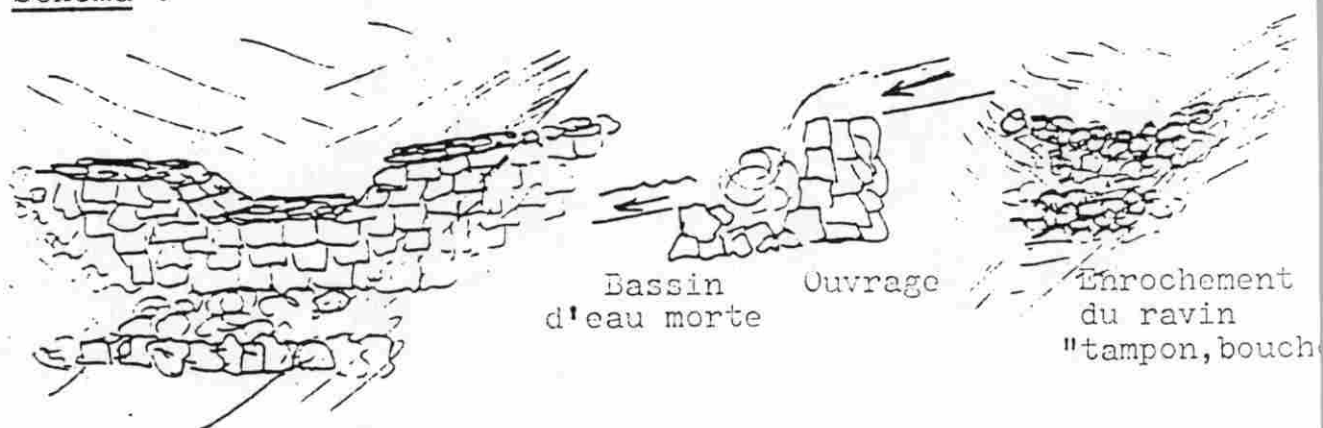
5. Une protection complète des berges nécessite un transport important de matériaux : terre, graviers, pierres. Beaucoup de ces travaux peuvent être réalisés avec l'aide de la population elle-même, mais le travail le plus important consiste dans la construction d'ouvrage de grandes dimensions. Le fait de s'assurer la participation locale nécessite un aménagement difficile à réaliser sur le plan technique et administratif. Plusieurs services techniques sont impliqués.

6. On peut combiner cette méthode avec la technique des petits ouvrages de protection.
7. Lorsqu'ils sont effectués sur une grande échelle, les travaux de protection des berges et des talus, protègent également les terres adjacentes. Les avantages sont donc de nature indirecte.
8. Travaux importants de reconnaissance et d'ingénierie. Transports de matériaux sur une grande échelle; ceux-ci doivent être préparés sur place. Un travail manuel intensif peut être utilisé pour l'enrochement, l'empierrement, la préparation des gabions. Un équipement lourd : camions, bulldozers, pelles mécaniques, est parfois nécessaire pour les travaux de construction.
9. Cap Vert, Niger : correction des Koris aux environs d'Agades.
10. Conservation des sols au sud du Sahel
Manuels d'hydraulique.

PETITS OUVRAGES DE CORRECTION

1. Travaux à faire dans les petits ravins, où l'érosion en ravines a commencé à s'exercer. Noter que tous les ouvrages qui dépassent 1,5m de hauteur doivent être établis suivant des règles précises de construction.
2. La violence du courant est brisée par des ouvrages du type barrage construits en travers du canal d'écoulement. Ces ouvrages empêchent l'érosion sur le fond du canal. Mais une augmentation immédiate des risques d'érosion se présente au pied de ces sortes d'ouvrages. Le fond, les cotés du canal doivent être protégés efficacement contre le creusement à la base et les débordements latéraux par les ailes de l'ouvrage.

3. Schéma :



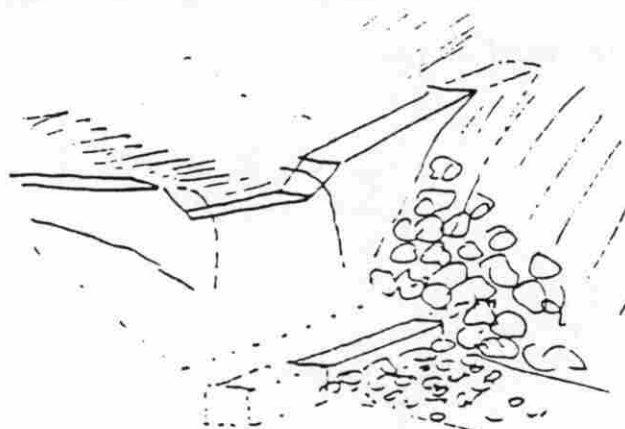
4. Prévoir un déversoir suffisamment large (en section transversale). Les ouvrages doivent être dimensionnés pour résister aux crues qui se produisent tous les 10 à 30 ans. Prendre les précautions nécessaires pour éviter les infiltrations par dessous. Un bassin de sédimentation, avec une protection convenable des berges et du fond, est absolument nécessaire. Il faut ancrer suffisamment les ailes dans le talus pour éviter les infiltration latérales. Se rappeler que l'érosion se poursuit en aval de l'ouvrage, (sauf si le canal d'écoulement est protégé). Ceci peut éventuellement entraîner l'ouvrage; prévenir ce risque en installant en aval une série de barrages pour diminuer la pente du lit et la vitesse du courant.

5. La construction des petits barrages peut être effectuée par la population elle-même; la fourniture de plans-types et la surveillance de la construction sur place sont toutefois nécessaires. Tous les matériaux durables peuvent être utilisés : pierres, gabions, déchets métalliques, vieux pneus, etc.. Les ouvrages peuvent aussi être construits en bois; mais la pourriture et les termites réduiront fortement la durée de vie de ces ouvrages.
6. La construction de ces ouvrages peut se combiner avec la protection des berges et des talus. Les petits ouvrages de correction peuvent jouer un rôle déterminant dans la restauration des bassins versants en y incluant la reconstitution de la végétation et les travaux de lutte contre l'érosion en nappe.
7. Avantages indirects : réduction des pertes en terre après correction.
8. Reconnaissance du terrain et établissement des plans. Outils à main, travail manuel, camions pour le transport de matériel, entretien nécessaire.
9. Rarement utilisé dans le Sahel, sauf au Cap Vert. Fréquent en Afrique du Nord et dans d'autres régions arides.
10. Conservation des sols au sud du Sahara.

PETITS BARRAGES

1. Choisir les sites de barrage en fonction du terrain, de considérations hydrologiques et des conditions géologiques et pédologiques. Les barrages ayant plus de 1,5 m de hauteur doivent être exécutés suivant des normes précises d'ingénierie et comporter des mesures de protection contre les infiltrations, les débordements et les ruptures.
2. Les barrages destinés à la retenue des eaux de surface peuvent apporter une amélioration importante, non seulement en réduisant les pointes de crue, mais aussi en fournissant une source d'approvisionnement en eau, là où il n'y en avait pas auparavant. Mais dans les zones arides, l'intérêt de ces barrages est fortement limité pour plusieurs raisons : des pointes de crue excessives nécessitent une protection importante contre les débordements (déversoirs); on peut avoir des problèmes d'envasement des pertes par infiltration dues à des conditions défavorables du sous-sol, un taux élevé d'évaporation.

3. Schéma :



Béton et gros galets

4. On doit satisfaire des normes de sécurité et réaliser les plans et la construction conformément aux règles en vigueur. La reconnaissance du site, l'exécution des plans, la préparation des normes de construction doivent être coordonnées par le service technique responsable des travaux de génie civil de cette nature.
5. L'expérience a montré que la plupart des travaux de terrassement nécessaires : creusement, remblai, compostage, peuvent être faits avec la participation villageoise. Mais les travaux plus sophistiqués (préparation du béton, mélange, mise en place, etc..) l'installation des ouvrages (buses, déversoirs, etc.) doivent être effectués par des équipes expérimentées.

6. Une série de petits barrages disposés et construits convenablement dans un projet d'aménagement global de bassin versant, peut améliorer de manière significative le bilan de l'eau disponible. Tous les projets de travaux en matière de conservation des sols doivent inclure la recherche et l'identification des sites possibles pour la construction de petits barrages, même si le manque de crédits doit en repousser la construction à une date ultérieure.
7. La retenue d'eau derrière les petits barrages peut contribuer directement à l'augmentation de la quantité d'eau disponible pour l'usage domestique, l'arrosage des jardins, etc. En outre cette construction peut améliorer la recharge en eau des nappes avoisinantes; le débit des puits situés à proximité peut augmenter.
8. Il faut prévoir une reconnaissance complète du terrain et une ingénierie de construction. Beaucoup de petits barrages sont des barrages en terre, du type "poids", et peuvent être réalisés en partie sous forme de travail manuel par la population locale disponible. Mais la construction des ouvrages de retenue nécessite une compétence certaine en matière de construction et des équipements lourds (préparation du béton - mise en place de buses, etc.).
9. Plusieurs exemples dans différentes régions du Sahel : Haute-Volta, Niger, Sénégal, Cap-Vert. Egalement dans le nord du Nigeria et du Ghana, en Afrique du Nord, et au Proche Orient. Problèmes les plus graves : insuffisance des études hydrologiques, débit d'étiage insuffisant ou pointes de crue trop élevées (pouvant provoquer des inondations), sédimentation et envasement : quelques petits barrages se combrent de cailloux, de graviers ou de vase, après une ou deux campagnes seulement.
10. Excellent ouvrage sur "les Petits Barrages" par le Département Américain de l'Intérieur". Nombreux ouvrages français sur la "Correction des Torrents" et la "Construction des petits barrages".

4.0 CONSERVATION DES EAUX DE SURFACE

Un des problèmes qui se posent dans le Sahel, est que pendant la saison des pluies, il coule à la surface du sol une quantité d'eau considérable, mais que cette eau n'est pas retenue, pas utilisée et qu'elle est perdue pour les régions situées en aval.

Les difficultés éprouvées pour retenir davantage d'eau en surface sont de deux ordres : les pointes excessives de ruissellement et les alluvions qui sont charriées quand ces pointes se produisent. L'eau de surface est plus facilement maîtrisée lorsque le débit du courant est encore faible, c'est-à-dire à l'origine. Dans la partie supérieure du bassin versant, où l'érosion en nappes et en griffes constitue le principal danger, un grand nombre de petits travaux peuvent être entrepris, qui permettent de retenir ou de détourner l'eau de pluie, qui autrement pourrait se rassembler et former des courants plus importants.

La conservation et la protection des terres cultivables sont étroitement liés à la maîtrise des eaux de surface. Plus l'érosion et le ruissellement sont limités, mieux les sols sont protégés. En plus des mesures déjà décrites ci-dessus (cultures en courbes de niveau, gradins, terrasses), d'autres travaux spécifiques peuvent aider à conserver les eaux de surface et à éviter leur concentrations en courants plus importants et plus difficiles à contenir.

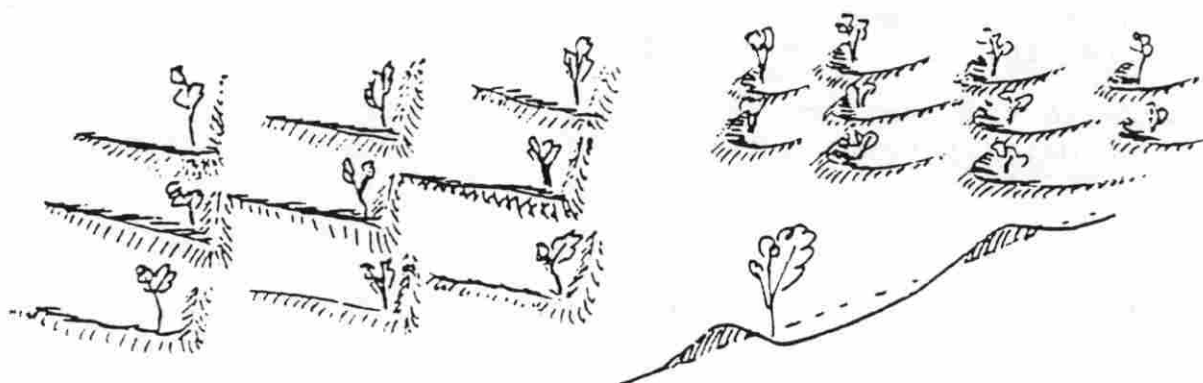
On a fait relativement peu de choses au Sahel dans ce sens. Beaucoup de sols sableux ne se prêtent pas à ce genre d'intervention. Mais là où les sols sont plus lourds et dans les régions collinaires qui présentent des affleurements rocheux ou latéritiques, les premières expériences montrent que l'on peut faire beaucoup plus pour éviter l'érosion et - ce qui est encore plus important - conserver et utiliser au mieux l'eau qui s'accumule après des averses sporadiques mais violentes.

Plusieurs de ces méthodes sont décrites dans les pages qui suivent. Le livre : NAS "Davantage d'eau pour les terres arides" constitue un excellent texte de référence. Voir aussi "Conservation des sols au sud du Sahara".

4.1 MINI-BASSINS VERSANTS (cuvettes individuelles)

1. A utiliser sur tous les sols en pente où l'eau ruisselle après les pluies.
2. Différentes méthodes de travail superficiel du sol permettent de rassembler l'eau de surface en seul point, par exemple autour du pied d'un arbre nouvellement planté. Le principe consiste à construire une cuvette individuelle qui permet de concentrer le ruissellement sur un point choisi.

3. Schéma :



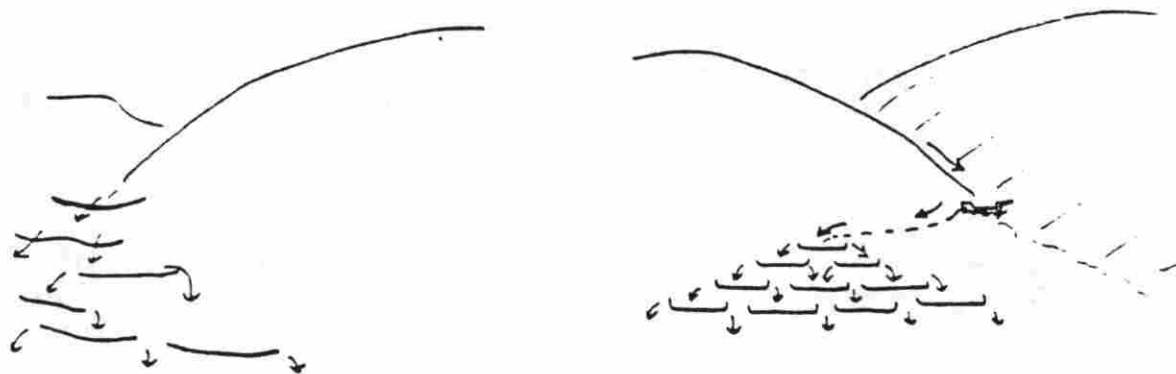
4. Les dimensions des "cuvettes" varient avec la pente du terrain, la perméabilité du sol, l'intensité et la durée des pluies et la capacité d'emménagement de chaque cuvette. Différentes formes sont possibles : demi-lune, arêtes de poissons, gradins, avec toutes les variantes possibles. Les sols, les pentes, les caractéristiques des pluies, la couverture du sol, sont différents pour chaque station. Avant de réaliser ces "cuvettes individuelles", il faut expérimenter plusieurs dimensions, prévoir différentes capacités de stockage pour l'eau, etc..., afin de déterminer la solution la meilleure pour un site donné. Faire attention aux averses exceptionnellement violentes. Si trop d'eau s'accumule, les bourrelets des cuvettes peuvent être emportés les uns après les autres, et tout le réseau doit être refait. Il faut donc se protéger contre les averses les plus violentes.
5. C'est une méthode idéale pour s'assurer la participation de la population; un type de travail que les villageois peuvent effectuer par eux-mêmes.

Il faut d'abord convaincre la population de l'intérêt de la méthode, et pour cela faire des démonstrations en réalisant des travaux à petite échelle et en essayant différents modèles.

6. Tous les travaux de plantation d'arbres effectués sur des terrains en pente, avec possibilité de ruissellement en surface (même s'il est faible et non dangereux) peuvent se faire en construisant des cuvettes individuelles de différents types. Ceci permet d'obtenir davantage d'eau disponible à chaque pied d'arbre, et constitue une amélioration importante qui augmente de beaucoup les chances de survie.
7. Le couvert végétal augmente presque nécessairement dans ces cuvettes individuelles. On obtient davantage de fourrage, de bois de feu, de fruits et d'autres sous-produits. Mais dans beaucoup de régions du Sahel, il faut contrôler (interdire) le parcours des animaux domestiques.
8. Des démonstrations sont nécessaires, plus le travail fourni par la main d'oeuvre locale, la supervision et le contrôle du parcours.
9. Démonstration classique en Haute-Volta (Yatenga).
10. "Davantage d'eau pour les terres arides". "Reboisement dans les zones arides". "Conservation des sols au sud du Sahara". "Plantations forestières en Afrique Tropicale sèche" (CTFT).

4.2 EPANDAGE DE CRUES

1. Pente faible avec un sol pas trop sableux.
On peut utiliser aussi bien l'écoulement des eaux de surface que l'eau des cours d'eau.
2. Le courant d'un cours d'eau est détourné de son lit et étalé sur le sol sec, en pente douce. Il y a alors une partition entre différents canaux comme dans un système d'irrigation, ce qui permet l'écoulement sur la totalité de la surface. Le problème le plus grave consiste à éviter que l'eau ne se rassemble en canaux trop importants, qui pourraient former des ravines et causer de l'érosion.
3. Schéma :



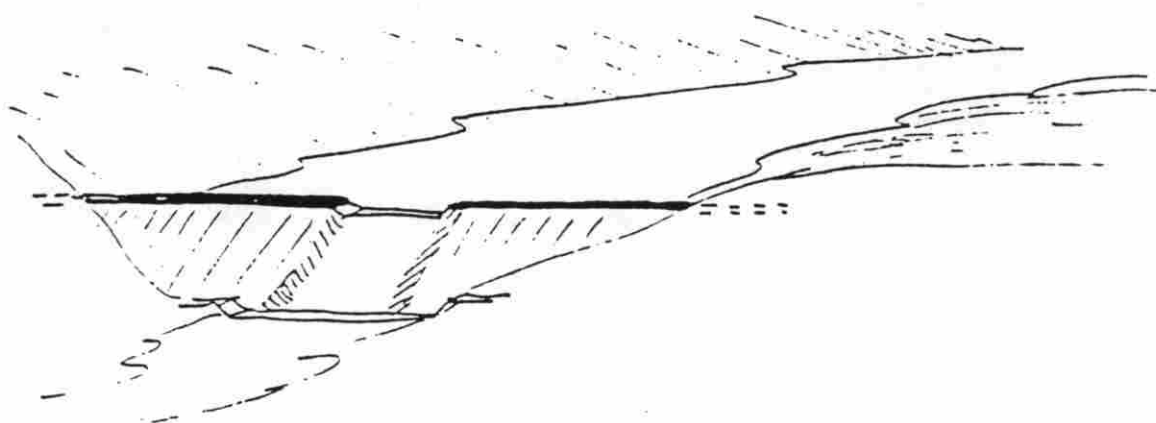
4. Bien que le principe soit simple, il est essentiel de maîtriser le courant au moment du prélèvement (prise d'eau). Sinon l'épandage peut être insuffisant ou trop abondant. La Clé du système se trouve à la prise d'eau. Obtenir un débit régulier à la sortie d'une retenue ou d'un cours d'eau (spécialement pendant les crues) nécessite une attention soutenue, des ouvrages assez importants et un entretien régulier (spécialement pour éviter un alluvionnement dangereux).

5. La nature des constructions nécessaires est telle qu'une part importante du travail peut être effectuée au niveau du village. Mais la répartition et la distribution des tâches doit être planifiée avec soin, l'entretien des ouvrages de prise et la maîtrise de l'eau sont des choses essentielles.
6. Là où l'on doit construire des ouvrages de correction ou des petits barrages, on peut intégrer l'épandage de crues dans le plan général de conservation de l'eau.
On peut adjoindre aussi un système d'épandage de crue à un réseau de banquettes ou de terrasses (spécialement dans les systèmes de diversion) dans la partie basse du périmètre.
7. Bien que l'installation et l'entretien d'un système d'épandage de crue soit relativement compliqués et nécessite un entretien soigné et une surveillance attentive, les avantages que l'on peut en attendre sont énormes. Si l'eau peut être répartie avec succès à la surface du sol, qui autrement ne pourrait compter que sur l'eau de pluie, la production et les rendements peuvent augmenter d'une manière considérable. Cette méthode est délicate mais elle apporte de gros bénéfices.
8. Travaux très importants de reconnaissance et d'ingénierie. Travaux de construction : fossés endigués, gradins, etc..
Par contre, la méthode n'exige pas de matériel lourd, sauf pour les ouvrages de diversion lorsque le courant a un très fort débit.
9. Très peu d'exemples dans le Sahel. Par contre des succès importants ont été signalés dans d'autres zones arides : Australie, Proche Orient, Ouest des États-Unis, etc..
10. "Davantage d'eau pour les zones arides"
"Conservation des sols au sud du Sahara".

4.3 RESERVOIRS

(Retenues Collinaires)

1. Dans les régions où l'eau est insuffisante. Nécessite une configuration spéciale du terrain et des conditions géologiques et pédologiques bien définies. Les problèmes les plus importants sont la porosité du sol, la sédimentation et le taux élevé d'évaporation.
2. Des barrages construits dans des sites favorables peuvent recueillir un volume très important d'eau de surface, qui autrement serait perdue par ruissellement vers l'aval. Une série de retenues collinaires peut être établie le long d'un cours d'eau pour retenir l'eau et l'utiliser pendant la saison sèche, contrôler la vitesse du courant; la disponibilité des nappes souterraines peut également s'accroître dans le voisinage.
3. Schéma :



4. Reconnaissance sur une grande échelle, étude géologique du sous-sol, ingénierie et travaux de construction sont nécessaires. C'est un travail pour les sociétés techniques ayant une grande capacité d'ingénierie et une expérience de la supervision des travaux.
5. Du fait qu'en fin de compte les bénéficiaires des nouvelles retenues collinaires sont principalement les populations locales, il faut tenir compte de leurs idées, de leurs avis et de leurs suggestions dès la première phase d'étude d'un tel projet.

On doit donc inclure dans la rédaction du projet des stipulations telles que les principaux objectifs de l'opération coïncident avec la satisfaction des besoins essentiels de la population et les possibilités de développement de l'agriculture.

6. La conservation du sol et de la végétation peut s'intégrer dans les travaux de retenues collinaires de plusieurs façons; l'aménagement des ressources naturelles (conservation et utilisation) fournit un cadre bien équilibré à l'intérieur duquel la construction des retenues collinaires peut s'intégrer avec succès.
7. La construction de ces retenues peut entraîner de grosses améliorations : une réserve d'eau (en particulier pour l'irrigation), une meilleure utilisation des terres avoisinantes. Les ressources en eau des nappes avoisinantes sont aussi en général mieux assurées.
8. Nécessite une reconnaissance détaillée, la préparation des plans, la construction. Il faut des travaux de construction importants, de gros crédits, des équipements lourds, etc..
9. On peut citer plusieurs projets importants : Sénégal, Haute-Volta. Des projets d'aménagement de grands bassins versants prévoient également la construction de retenues importantes.
10. Ouvrages de base en hydraulique et conservation du sol. Textes de préparation de projets déjà réalisés.