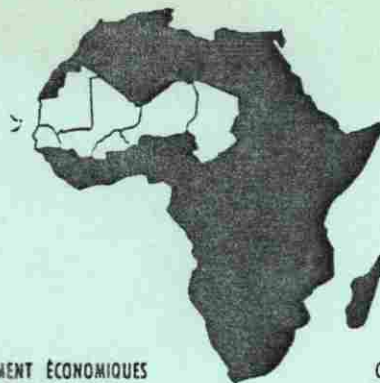


00445



OCDE/OECD

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES
ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

CILSS

COMITÉ PERMANENT INTER-ÉTATS DE LUTTE CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL
PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL

CLUB DU SAHEL

SAHEL D(89)329
Mars 1989
Or. Angl.

DIFFUSION GÉNÉRALE

L'ÉTAT ACTUEL DE LA CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL DANS LE SAHEL

L'ETAT ACTUEL DE LA CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL
DANS LE SAHEL

Les idées exprimées et les faits exposés
dans cette étude le sont sous la responsabilité
de l'auteur et n'engagent pas nécessairement
l'OCDE, le Club du Sahel ou le CILSS.

Mots-clés : Conservation du sol/Conservation de l'eau/Milieu
rural/Projets de développement/Barrages/Irrigation/
Gestion des eaux

Chris REIJ
Groupe de travail sur le
développement des ressources
en Afrique,
Université libre,
Amsterdam (Pays-Bas)
Septembre 1988

Remerciements

Une partie des données utilisées dans ce document ont été collectées lors de missions pour le FIDA au Niger (1985) et au Burkina Faso (1986), pour OXFAM au Burkina Faso (1986) et pour l'étude de la Banque Mondiale sur la collecte des eaux de ruissellement en Afrique Sub-Saharienne au Niger, au Burkina Faso et au Mali (1987). Les opinions exprimées dans ce document sont sous l'entière responsabilité de l'auteur. William Critchley a lu la première version de ce document et a fait d'intéressantes suggestions qui ont permis de l'améliorer.

L'ETAT ACTUEL DE LA CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL

	Page
Remerciements	i
Table des matières	iii
Liste des photos	v
Liste des sigles utilisés	vii
 I INTRODUCTION	 1
 II DESCRIPTION ET ANALYSE RAPIDES DES SYSTEMES DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL RECEMMENT MIS EN PLACE AU SAHEL	 3
- Introduction	3
- Banquettes	4
- Lignes et cordons de pierres.....	9
- Demi-lunes	12
- Diques filtrantes	14
- Autres systèmes de conservation des eaux et du sol	16
- Conclusion	18
 III TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL	 20
 IV TENDANCES ACTUELLES EN MATIERE DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL	 25
- Vers une plus grande participation volontaire des populations locales	 25
- De la conservation des sols à la conservation et à la collecte des eaux	 25
- Vers une intégration des arbres et de l'enherbement dans les projets de conservation	 26
- D'une approche bassin versant à une approche par l'exploitation agricole et le terroir villageois	 28
- La multiplication des activités de conservation sans coordination systématique	 28
- Le transfert des réussites techniques.....	29

V	COMMENT RENFORCER LA CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL ?	30
	- Améliorer la connaissance des systèmes traditionnels de CES	30
	- Augmenter l'effort de recherche sur la CES	30
	- Maximiser la participation des populations locales	31
	- Choisir des régions à haute densité de population et dont l'environnement est fortement dégradé	33
	- Diminuer et changer la nature des incitations	33
VI	RECOMMANDATIONS	34
	- Recommandations aux gouvernements	34
	- Recommandations aux agences d'aide	36
	- Recommandations aux organisations rurales	37
VII	BIBLIOGRAPHIE	38

Liste des photos

	Page
1 Banquette dégradée construite par GERES (1962-1965) Région du Yatenga (Burkina Faso)	5
2 Banquette construite par l'Opération Maggia (1962-1970) à Tama, Vallée de la Maggia (Niger)	5
3 Banquette en construction au Burkina Faso	7
4 Banquette sur le plateau de Laba, Arrondissement de Keita (Niger)	7
5 Réhabilitation d'un champ avec des cordons de pierres dans le village de Gourga, Yatenga, Burkina Faso	11
6 Une année après la construction des cordons de pierres la terre retenue par les cordons a permis de cultiver du mil. Région du Yatenga, Burkina Faso	11
7 'Zay' rempli de matière organique	13
8 Les 'Zay' associés avec des lignes de pierres permettent la réhabilitation des terres dégradées	13
9 Demi-lunes en construction dans la vallée de Ourihamiza, Département de Tahoua, Niger	15
10 Tranchées dans la région de Keita utilisées pour la récupération des versants fortement dégradées, Département de Tahoua, Niger	15
11 Digue filtrante en construction dans le village de Rissiam, Province du Bam, Burkina Faso	17
12 Ravine comblée après deux ans par la digue filtrante et réhabilitation des champs dans la zone d'influence de la digue	17
13 Cordons de pierres traditionnels sur le plateau de Wandali, Arrondissement d'Illéla, Département de Tahoua, Niger (novembre 1987) après récolte arachide	21

14	Billons traditionnels et brise-vents dans la Vallée de la Maggia, Niger	21
15	Gradins dans le pays Dogon, Région de Douentza, Mali	23
16	Lignes de pierres dans le pays Dogon, Région de Bandiagara, Mali	23
17	Essai de végétalisation des banquettes, Village de Bourba, Burkina Faso	27
18	Plantation de <i>Parkinsonia</i> sp, en amont des banquettes après 3 hivernages, Village de Waddey, Arrondissement de Keita, Niger	27

Photos : C. Reij

Liste des sigles

ADRK	Association pour le Développement de la Région de Kaya
AFVP	Association Française des Volontaires du Progrès
BIT	Bureau International du Travail
CDRY	Comité pour le Développement de la Région de Yako
CECI	Centre Canadien d'Etudes et de Coopération Internationale
CES	Conservation des eaux et du sol
CIEH	Centre Interafricain d'Etudes Hydrauliques
CIRAD	Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CTFT	Centre Technique Forestier Tropical
CMDT	Compagnie Malienne de Développement des Textiles
FEER	Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural
FIDA	Fonds International pour le Développement de l'Agriculture
GERES	Groupement Européen de Restauration des Sols
GTZ	Gemeinschaft für Technische Zusammenarbeit (coopération allemande)
HIMO	Haute Intensité de Main-d'Oeuvre
ICRISAT	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
IITA	International Institute for Tropical Agriculture
INERA	Institut National d'Etudes et de Recherches Agricoles
LVIA	Lay Volunteers International Association
ORD	Organisme Régional de Développement
ORSTOM	Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer
PAE	Projet Agro-Ecologie
PDZT	Projet de Développement de la Zone de Tougan
PPI	Plan de Parrainage International
SAFGRAD	Semi-Arid Food Grain Research And Development
Six S	Savoir se Servir de la Saison Sèche en Savane et au Sahel

I. INTRODUCTION

1. Ce rapport tente de décrire l'état actuel de la conservation des eaux et du sol dans le Sahel. Il est incomplet sur au moins deux points. Tout d'abord, il est essentiellement consacré aux structures physiques de conservation et ne laisse que peu de place aux actions de contrôle biologique de l'érosion (brise-vent, gestion des pâturages, etc.), dont l'auteur n'a qu'une faible connaissance. Ensuite, il traite surtout de la conservation des eaux et du sol au Niger, au Burkina Faso et au Mali, et très peu de ce qui se fait dans les autres pays sahéliens. Le Niger et le Burkina Faso se sont lancés depuis longtemps dans la conservation des eaux et du sol puisque dès le début des années 1960 des projets étaient mis en oeuvre dans ces pays. Il est donc possible d'analyser les changements dans l'approche et les techniques. L'histoire du Mali dans ce domaine peut sembler plus courte puisque ce n'est que récemment que des projets de conservation des eaux et du sol -un grand et plusieurs de moindre taille- y ont été lancés. On y trouve néanmoins, dans plusieurs régions, des techniques traditionnelles de conservation des eaux et du sol (CES).

2. Le Cap-Vert est le seul autre pays sahélien à avoir un programme de grande ampleur de conservation des eaux et du sol : de 1975 à 1984, environ 15 000 ouvrages de correction et 20 000 km de banquettes y ont été construits, ce qui montre bien l'importance des actions entreprises. Mais le Cap-Vert n'est pas traité dans ce document car l'auteur manquait de données à son sujet. De petits barrages ont été construits en Mauritanie, qui permettent une agriculture de décrue et, en Gambie, un projet de gestion des bassins versants fonctionne depuis le début des années 1980. Il ne semble pas y avoir de projet important de conservation des eaux et du sol, basé sur des ouvrages de conservation, au Tchad ni au Sénégal.

3. La deuxième partie de ce document décrira et analysera brièvement les principaux systèmes modernes de CES utilisés au Sahel. Chaque système sera analysé sous les aspects : (a) de son impact sur les rendements agricoles, (b) de ses conditions de construction et d'entretien, (c) de la surface traitée et (d) de la possibilité de sa mise en oeuvre avec un minimum d'appui extérieur. Les techniques traditionnelles de CES seront décrites en troisième partie. La quatrième partie traitera des tendances actuelles de la CES sahélienne, tandis que la cinquième donnera des éléments d'une

stratégie de renforcement de la CES au Sahel. Enfin, la sixième partie présentera des recommandations aux gouvernements, aux agences d'aide et aux organisations rurales.

4. Ce document n'est pas seulement destiné aux spécialistes de la CES, mais aussi aux responsables politiques, et à ceux, sans cesse plus nombreux, qui pensent qu'une bonne conservation des ressources en eau et en sol est une condition sine qua non du développement rural au Sahel. Un des objectifs de ce texte est de lancer une discussion sur la CES actuelle et à venir au Sahel. Dans ce but, des positions tranchées ont été volontairement prises, au détriment de nuances éventuelles.

5. Il est impossible, dans un document de cette longueur, de donner toute l'information utile sur les nombreux projets de CES au Sahel. C'est pourquoi nous invitons le lecteur à consulter les documents mentionnés dans la bibliographie. S'ils ne sont pas accessibles, des copies peuvent être obtenues au Centre pour la Coopération et le Développement, Université Libre, Van der Boechorststraat 7, 1081 BT Amsterdam, Pays-Bas.

II DESCRIPTION ET ANALYSE RAPIDES DES SYSTEMES DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL RECEMMENT MIS EN PLACE AU SAHEL

Introduction

6. Dans un rapport sur la CES, il est presque inévitable d'aborder des détails techniques, par exemple le matériau de construction utilisé ou les dimensions et l'espacement des ouvrages. Dans le présent document, les détails techniques seront réduits autant que faire se peut. A quelques exceptions près, les techniques de CES ont été introduites au Sahel sans qu'on se soit préoccupé de savoir si les populations locales étaient capables d'appliquer ces techniques dans leurs propres champs. La pratique montre qu'en fait, à la fin d'un projet, les paysans ne continuent que rarement à les mettre en oeuvre sur les champs qui n'ont pas encore été traités. De plus, la plupart des concepteurs des projets pensaient que la population locale assurerait l'entretien des structures construites dans le cadre des projets. Là encore, l'expérience montre que la population locale s'est rarement donné la peine d'entretenir les structures, qui se sont alors dégradées en l'espace de quelques années.

7. Les divers projets de CES dans le Sahel ont pu traiter des surfaces allant de quelques hectares à environ 120 000 ha, mais il ne s'agit que d'une infime partie des zones où il faudrait appliquer de telles mesures. Une des idées force que le présent texte veut faire partager est que la dégradation de la terre agricole ne pourra pas être ralentie -sans même parler d'une hypothétique inversion de tendance !- si une importante partie des populations rurales ne s'engage pas volontairement dans la CES.

8. La possibilité de s'engager dans la CES dépend, pour les populations, de la complexité technique des actions, ainsi que du travail que nécessite la mise en place et l'entretien des structures. Du fait des migrations vers les pays côtiers, la main-d'oeuvre est souvent rare en saison sèche, occupée par le maraîchage de rente, le commerce et autres activités rémunératrices. Une des conséquences majeures est que, à moins que les besoins d'entretien des structures de conservation ne soient très réduits, ils risquent d'être plus importants que ce que peuvent assumer les populations locales.

9. La volonté de s'engager dans la CES dépendra des bénéfices que les populations espèrent en tirer. Les données disponibles montrent que les paysans sahéliens s'intéressent à la CES lorsque :

- elle permet une augmentation notable des rendements (40 % ou plus), de préférence la première année ;
- elle permet d'augmenter les surfaces cultivées, par exemple par la réhabilitation des champs dégradés qui n'ont plus produit depuis des années, ou dont les rendements sont tombés à un très bas niveau ;
- elle diminue le risque sur les récoltes, c'est-à-dire qu'elle permet d'obtenir des récoltes même lors d'années à faibles précipitations ;
- les besoins d'entretien sont faibles.

10. Les techniques de CES suivantes¹ seront examinées ici : les banquettes, les lignes de pierres, les cordons de pierres, les demi-lunes, les digues filtrantes ainsi que d'autres techniques telles que les billons cloisonnés ou les cordons végétaux.

Banquettes

11. C'est surtout sur le plateau Central du Burkina Faso et dans la région de Tahoua au Niger que des banquettes ont été construites. Le projet GERES (1962-1965) a traité environ 120 000 ha de cette façon dans la région du Yatenga au Burkina Faso. Les banquettes ont été faites avec des engins de terrassement mais n'ont pas été entretenues par les paysans et on n'en trouve désormais plus que des traces (photo 1). Le Fonds de Développement Rural (devenu depuis le FEER) a construit des banquettes sur le Plateau central entre 1973 et 1985 : environ 48 000 ha ont été traités, mais il est difficile de dire quelle proportion fonctionne encore efficacement car, là encore, les banquettes n'ont pas été entretenues correctement par les bénéficiaires. Au Niger, environ 2 000 ha ont été traités par des banquettes dans la vallée de la Maggia, entre 1962 et 1972 (Opération Maggia), et environ 4 000

(1) La terminologie pour les ouvrages de conservation est assez confuse. Diguettes en terre, fossés ados et banquettes sont les termes utilisés pour des structures de terre de 50 à 60 cm de haut. Pour les mêmes ouvrages en pierres, on utilise souvent des diguettes en pierre, ce qui n'est pas correct. Il vaut mieux utiliser "pierres alignées" pour une seule ligne de pierres et "cordons de pierres" quand quelques pierres sont utilisées pour construire des ouvrages d'une hauteur de 25 à 30 cm et d'une largeur équivalente.



Photo 1 Banquette dégradée construite par GERES (1962-'65) dans la région du Yatenga (Burkina Faso)



Photo 2 Banquette construite par l'Opération Maggia (1962-'70) à Tama, Vallée de la Maggia (Niger)

dans la vallée de Badéguichéri entre 1972 et 1980 (Projet de Développement Rural de la Vallée de Badéguichéri). Ici encore, l'entretien des banquettes a été insuffisant et la plupart d'entre elles sont actuellement à un stade avancé de dégradation (photo 2). Le Programme de Développement Intégré de l'Ader Doutchi Maggia, vallée de Keita (1984-1991) a pour but la réhabilitation par des banquettes de 11 000 hectares de terres dégradées (voir également paragraphe 13).

12. Les banquettes ont en général une base de 1,5 m et une hauteur de 50 cm. Pendant la première saison des pluies, leur hauteur diminue souvent jusqu'à 25 ou 30 cm du fait de l'érosion et du tassement. Elles sont généralement construites sur des terrains assez plats (avec des pentes de 0 à 2 %), et leur espacement varie de 30 à 70 m. Il est évident que les dimensions et l'espacement des banquettes influent fortement sur le nombre de mètres cubes à déplacer lors de leur construction. Le tableau 1 montre qu'un réseau dense de petites banquettes implique un volume de terre transporté par hectare beaucoup moins grand qu'un réseau plus espacé de banquettes de plus grandes dimensions. C'est pourquoi il est étonnant que si peu d'efforts aient été faits pour tester des petites banquettes, dont la construction et l'entretien sont plus faciles pour les paysans.

TABEAU 1 : dimension des diguettes et volume de terre par hectare

hauteur de la diguette	espacement	longueur par hectare	volume
0,5 m	50 m	200 m	50m ³
0,2 m	20 m	500 m	20m ³
0,1 m	10 m	1000 m	10m ³

(La base d'une banquette représente au moins deux fois sa hauteur. Son volume est : $0,5 \times \text{base} \times \text{hauteur} \times \text{longueur}$)

Source : Hooper (1982)

13. Au Niger, le sommet et la face aval des banquettes sont généralement recouverts de pierres, ce qui n'est pas le cas au Burkina Faso (photos 3 et 4). Ceci permet d'offrir une relative protection aux sols utilisés pour la construction des ouvrages, qui sont parfois très sensibles à l'érosion de l'eau et du vent. Récemment, le Projet Intégré de Keita a même décidé de couvrir entièrement les banquettes avec des pierres. La protection des banquettes permet vraisemblablement de réduire les besoins



Photo 3 Banquette en construction
au Burkina Faso

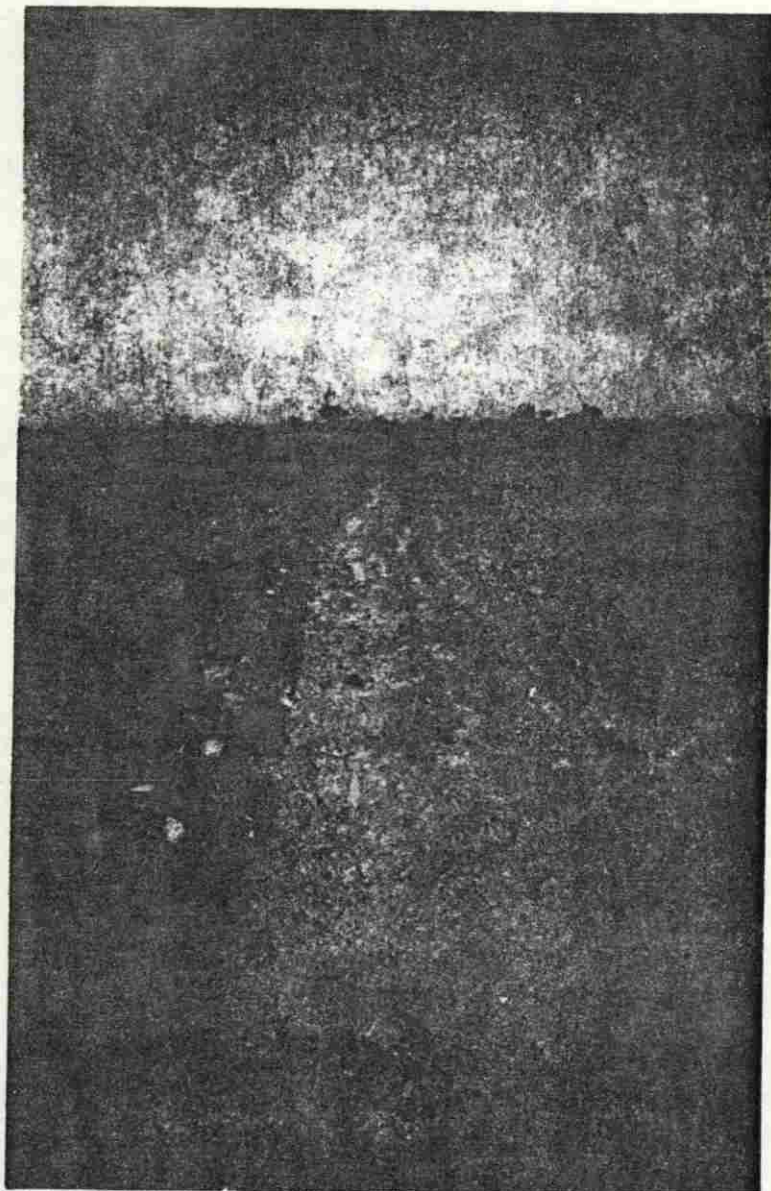


Photo 4 Banquette sur le plateau
de Laba, Arrondissement
de Keita (Niger)

d'entretien, mais en revanche la collecte et le transport des pierres augmentent fortement le nombre de jours nécessaires pour construire une banquette.

14. Le coût de la construction à l'hectare dépend de multiples facteurs, tels que la longueur totale de banquettes à l'hectare et leurs dimensions, l'emploi d'engins, la taille et l'efficacité du programme, l'utilisation de "food-for-work" et la présence ou non d'un ensemble de mesures complémentaires destinées à valoriser la zone traitée. Les estimations du coût financier de la réalisation de banquettes varient de 21 000 FCFA/ha au Burkina Faso (Koutaba et Gascon, 1986), à 250 000 FCFA/ha dans la Région de Keita au Niger (communication personnelle de M. Carucci). Dans le cas du Niger, le coût à l'hectare inclue le coût des engins, des vivres du "food-for-work", du personnel du projet, ainsi que le coût des arbres, des engrais et de la préparation du terrain (labour profond). Même s'il est difficile de l'évaluer, la surface appelant des mesures de conservation dépasse vraisemblablement le million d'hectares pour le seul Niger. Si les coûts d'aménagement à l'hectare sont réellement de l'ordre de 250 000 FCFA/ha, il est fort peu probable que des fonds suffisants puissent être mobilisés pour traiter d'aussi vastes zones. Par exemple, l'application de la "formule de Keita" sur 100 000 hectares coûterait environ 100 000 000 US\$. Il apparaît donc évident que seules les techniques de CES de faible coût peuvent être appliquées à grande échelle.

15. L'impact des banquettes sur le niveau des récoltes a été mesuré au Burkina Faso pendant une période de trois ans (1982-1984) sur des champs paysans dans 25 villages situés dans le Sud-Ouest, le Centre et le Nord du pays (Matlon 1986). Les récoltes ont augmenté en moyenne de 50 kg/ha dans le Nord (+ 38 %), de 160 kg/ha dans le Centre (+ 37 %) et de 140 kg/ha dans le Sud-Ouest (+ 32 %). D'après Matlon, les diguettes de terre ne se justifient économiquement que dans le Centre et le Sud-Ouest du Burkina Faso, mais pas dans le Nord. L'augmentation des rendements dépend largement de l'entretien des banquettes. Matlon a trouvé en effet qu'un mauvais entretien des banquettes diminue nettement les rendements.

16. Les banquettes jouent un rôle fondamentalement différent selon qu'elles sont disposées selon les courbes de niveau ou avec une pente latérale. Pendant la première phase du FDR (1972-1976/77), les banquettes étaient disposées selon les courbes de niveau, de façon à conserver le plus d'eau possible. Mais les diguettes en terre étaient souvent endommagées par le ruissellement venu de l'extérieur. C'est pourquoi il fut décidé de construire les deux diguettes supérieures des sites anti-érosifs avec une pente latérale de 1% afin de permettre l'évacuation de l'excédent de ruissellement vers les exutoires naturels. Il en résulta une réduction substantielle des dommages causés aux banquettes, mais les paysans n'apprécièrent visiblement pas l'évacuation du trop-

plein lors d'années de précipitations inférieures à la moyenne ou très irrégulières. Ils pratiquèrent des brèches dans les diguettes, afin de permettre à l'eau venue de l'extérieur de pénétrer dans leurs champs.

17. L'expérience montre que, jusqu'à maintenant, les paysans du Burkina Faso et du Niger n'ont ni entretenu, ni modifié, ni multiplié les banquettes dans leurs champs. Cet état de fait peut s'expliquer de plusieurs manières :

- les diguettes de terre, qui ne sont pas stabilisées par enherbement, demandent un entretien considérable ;
- il est difficile pour les paysans de réaliser eux-mêmes la conception technique des banquettes car ils ont du mal à quantifier les précipitations, l'écoulement, et les autres facteurs qui conditionnent directement la taille et l'espacement des structures ;
- les diguettes en terre sont imperméables, ce qui signifie qu'elles ne permettent pas l'apport d'eau de ruissellement externe sur les champs. Elles permettent surtout de conserver les précipitations locales, ce qui n'est pas nécessairement suffisant pour garantir une récolte correcte en années de précipitations faibles ou erratiques.

Lignes et cordons de pierres

18. Entre 1979 et 1982, dans la région du Yatenga au Burkina Faso, le Projet Agro-Forestier a expérimenté l'utilisation des micro-parcelles pour arbres, des demi-lunes et des cordons de pierres en courbes de niveau. Les paysans ont montré une nette préférence pour ces derniers. En 1982, une stratégie de formation et de développement fut élaborée et en 1986, le projet avait formé environ 2 000 paysans à l'usage des tuyaux d'eau pour la détermination des courbes de niveau ainsi qu'aux principes de bases et aux méthodes élémentaires de la construction des cordons de pierres. Les paysans de la région du Yatenga, mais aussi de toutes les régions du plateau central où l'on trouve des pierres, ont une préférence marquée pour la technique des cordons de pierres. Pour cette raison, d'autres organisations (FEER/ORD, Projet Agro Ecologie, Six S, etc.), au Yatenga ou ailleurs, ont également inclus les cordons de pierres dans leurs programmes respectifs. Alors qu'en 1982, 60 hectares seulement avaient été traités, le nombre d'hectares traités pendant la saison sèche 1987-88 dans la région du Yatenga est estimé à environ 5 000 hectares (800 à 900 ha pour le PAF, 2 600 pour le FEER/ORD, le reste se répartissent entre Six"S", le PAE et les constructions spontanées).

19. Les paysans construisent les cordons de pierres sur les champs qui sont déjà cultivés, mais ils les utilisent également pour réhabiliter les terres dégradées, caractérisées par une croûte très dure en surface et un fort ruissellement (photos 5 et 6). Les dimensions des lignes et des cordons de pierres dépendent de la taille et de la quantité des pierres disponibles à proximité du champ. La plupart des lignes et cordons de pierres ont une base de 25 à 30 cm, 15 à 25 cm de haut et leur espacement varie généralement de 10 à 30 m.

20. Le temps de travail nécessaire à la construction des cordons de pierres dans le Yatenga varie, selon WRIGHT (1982), de 12 à 60 jours par hectare. Le nombre de jours nécessaires dépend évidemment beaucoup de l'éloignement de la source des pierres et des moyens de transport dont disposent les paysans. Comme plusieurs milliers d'hectares ont déjà été traités au Yatenga, et que le taux de construction continue à augmenter, dans de nombreux villages les pierres deviennent de plus en plus difficiles à trouver. Le transport des pierres est devenu une contrainte majeure et les projets utilisent de plus en plus des charrettes tirées par des ânes, voire des camions, pour faciliter le transport.

21. En prenant pour base 800 heures de travail à l'hectare pour le transport des pierres avec des charrettes à ânes, et 230 heures à l'hectare pour la construction, soit 172 jour par hectare, Matlon estime qu'il faudrait que les récoltes augmentent de 155 kg/ha en moyenne sur une durée de 15 ans pour obtenir un taux de rentabilité interne de 15 %.

22. Les rendements sur les champs réhabilités par des cordons de pierres, et qui reçoivent suffisamment d'eau de ruissellement de leur impluvium, peuvent atteindre 1 000 à 1 200 kg/ha. Le même traitement sur des champs déjà cultivés amène également des augmentations de rendement, mais celles-ci sont généralement moins spectaculaires, ce qui s'explique dans la plupart des cas par le fait que ces champs reçoivent moins de ruissellement. En 1986, les récoltes sur 33 champs traités par des cordons de pierres atteignaient en moyenne 972 kg/ha alors que dans 33 champs non traités la moyenne n'était que de 612 kg/ha (Ouedraogo, 1987). Quoique les données sur les récoltes doivent être considérées avec les plus grandes précautions, elles montrent que le gain moyen de rendement dépasse largement les 155 kg/ha nécessaires pour rendre le traitement rentable. L'augmentation de récolte n'a été inférieure à 155 kg/ha que sur 8 des 33 champs traités. Même dans ce cas, cela ne signifie pas nécessairement que le traitement n'a pas été rentable car Matlon a basé ses calculs sur des coûts de main-d'oeuvre qui n'ont pas encore été atteints dans la réalité. Des augmentations de rendement d'une telle ampleur ne peuvent s'expliquer par la seule construction de cordons de pierres. Au Yatenga, les paysans combinent souvent les cordons de pierres avec des poches d'eau ("zay") permettant de conserver davantage d'eau,

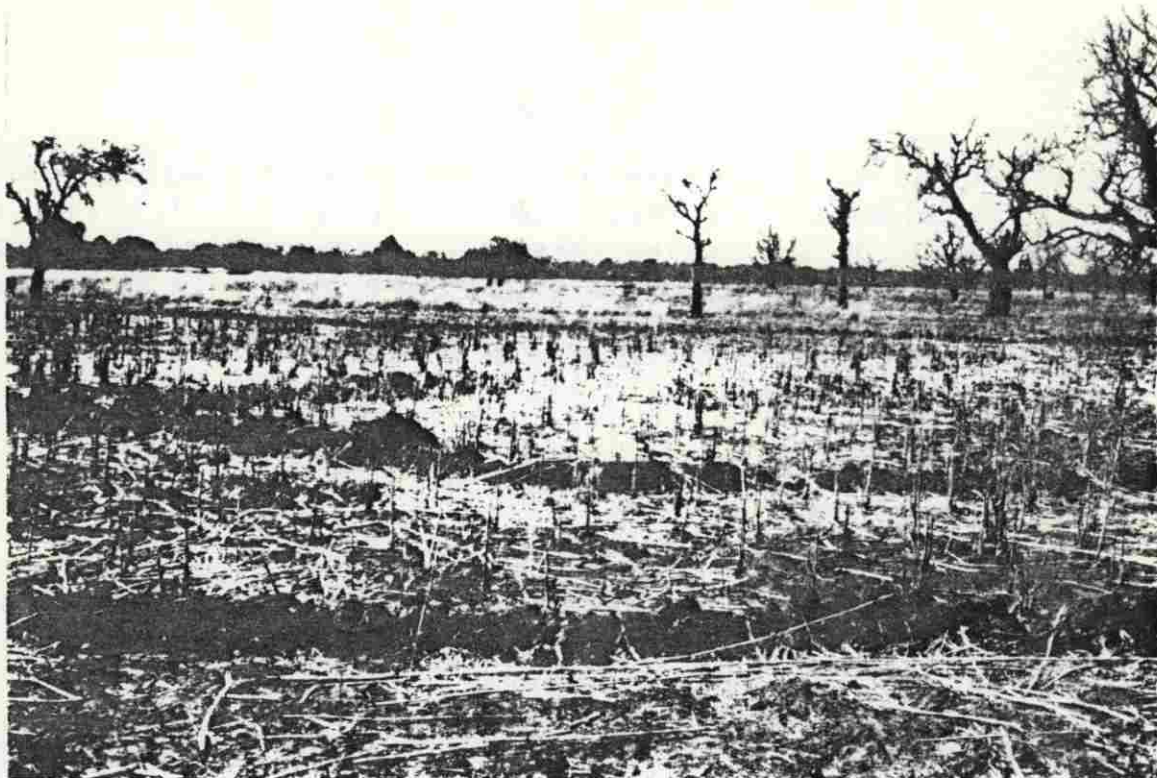


Photo 5 Réhabilitation d'un champs avec cordons de pierre dans le village de Gourga, région du Yatenga, Burkina Faso

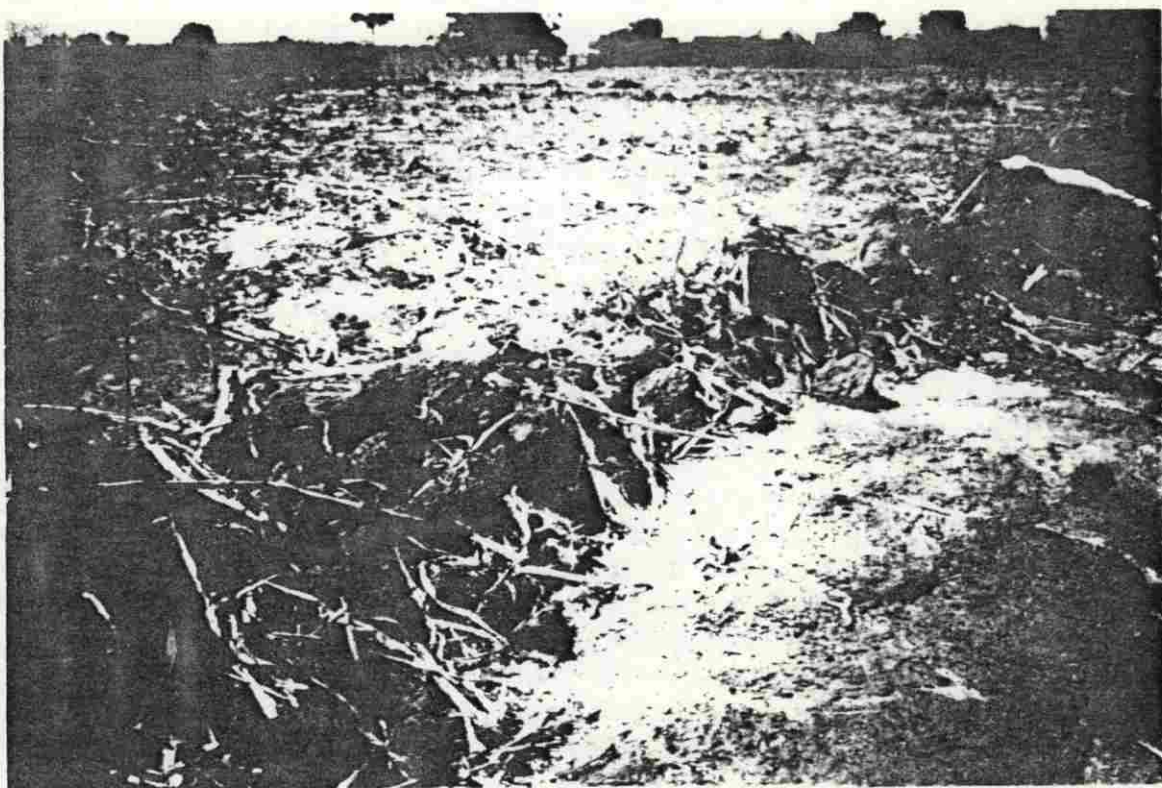


Photo 6 Une année après la construction des cordons de pierre la terre retenue par les cordons a permis de cultiver du mil. Région du Yatenga, Burkina Faso

et ils mettent de la matière organique (compost, herbes) dans les "zay" pour augmenter la fertilité du sol (photos 7 et 8). Cette matière organique attire les termites, qui augmentent la porosité du sol et sa fertilité. En outre, les eaux de ruissellement apportent des sédiments et de la matière organique, qui sont en partie retenus par les cordons de pierres (qui assurent ainsi une collecte des éléments nutritifs).

Demi-lunes

23. Durant ces dix dernières années, 400 hectares environ ont été aménagés avec des demi-lunes, dans la vallée de Ourihamiza dans le Département de Tahoua, au Niger. La technique ayant été jugée efficace, le Conseil Régional de Développement a décidé l'année dernière de mettre en oeuvre leur construction à plus grande échelle. Les demi-lunes sont des diguettes semi-circulaires d'une hauteur de 20 à 25 cm pour une base large d'environ 50 cm. La distance recommandée entre les deux extrémités est de 4 m. Le nombre total de demi-lunes, construites en quinconce, est environ de 313 par hectare. Chaque demi-lune reçoit l'eau s'écoulant d'une surface d'environ 25 m² (photo 9). Dans la pratique, les paysans tendent à construire un nombre plus grand de demi-lunes à l'hectare, celles-ci étant plus petites, ce qui n'est possible qu'au détriment de la surface de l'impluvium. Un impluvium plus petit peut diminuer notablement les rendements, car le mil reçoit moins d'eau de ruissellement alors même qu'il a besoin de chaque goutte d'eau tombée, vu que les précipitations dans la vallée d'Ourihamiza varient généralement de 200 à 300 mm seulement. Les demi-lunes ont été construites sur des terres plutôt plates et à une échelle relativement grande. Elles ne peuvent pas supporter les ruissellements parfois importants de l'extérieur, c'est pourquoi dans certains cas des fossés de garde ont été construits en haut des pentes pour détourner le ruissellement exogène.

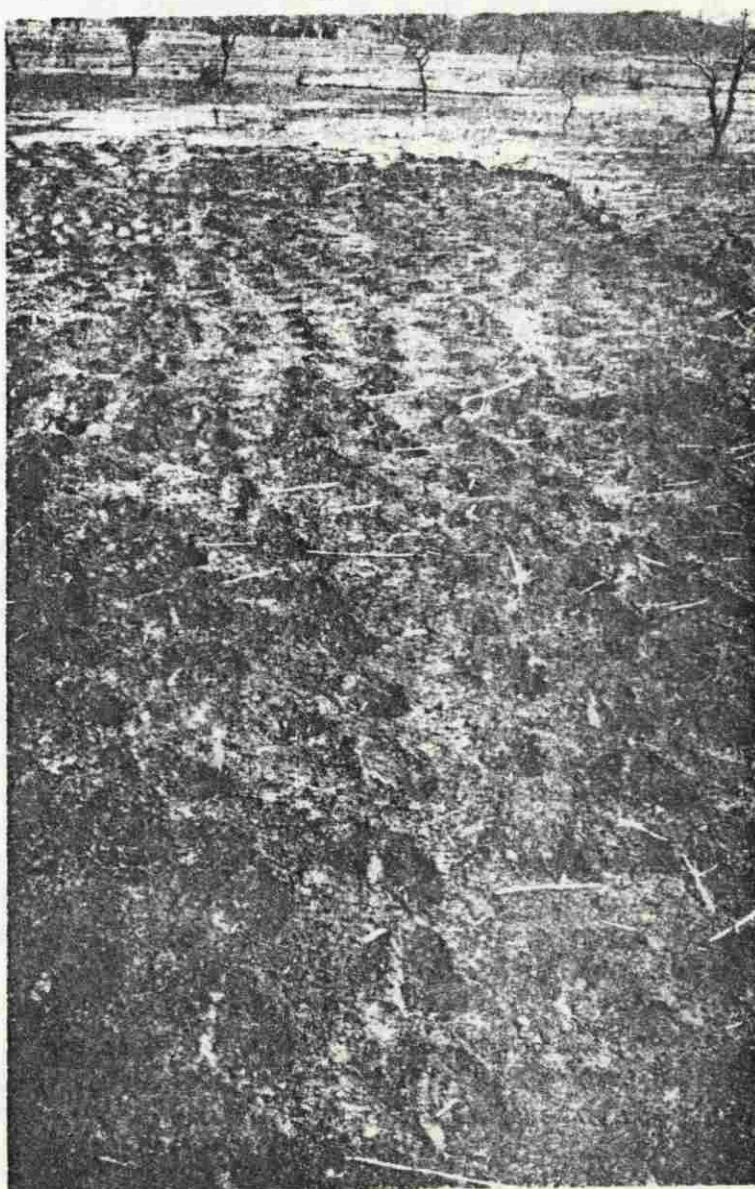
24. Aux débuts du projet, les paysans étaient payés 125 FCFA pour chaque demi-lune construite, le coût total était donc d'environ 40 000 FCFA à l'hectare. Le rythme de construction était d'environ huit demi-lunes par travailleur et par jour. Actuellement, le travail des paysans est payé seulement en vivres (food-for-work) et, en conséquence, le rythme de construction est tombé à quatre demi-lunes par travailleur et par jour. Si on évalue le coût du "food-for-work" à 400 FCFA par jour, le coût total par hectare est de 32 000 FCFA.

25. Une caractéristique remarquable des demi-lunes dans la vallée d'Ourihamiza est que, malgré des précipitations annuelles de 200 à 300 mm, elles sont utilisées pour la culture, alors qu'ailleurs elles tendent à être utilisées essentiellement pour y planter des

Photo 7 'Zay' rempli de matière
organique



Photo 8 'Zay' associés avec
lignes de pierre per-
mettent la rehabili-
tation des terres
dégradées



arbres. Les récoltes n'ont pas été mesurées, mais les paysans estiment que les rendements de mil varient de 250 kg/ha les mauvaises années jusqu'à 600 voire 800 kg/ha lors de bonnes années.

26. Les sols de la zone sont assez fragiles et il est évident que les demi-lunes nécessitent un entretien. La qualité de l'entretien réalisé varie considérablement d'un village à l'autre.

27. Dans l'Arrondissement de Keita, Département de Tahoua, des tranchées ont été creusées à flanc de colline sur une grande échelle pour y planter des arbres. Ces tranchées sont en fait des sortes de demi-lunes. Elles ont une profondeur de 60 cm, une largeur de 60 cm et une longueur de 3 m et peuvent contenir 1 m³ d'eau (photo 10). Sur chaque hectare sont creusées 700 à 800 tranchées, ce qui fait que la surface de l'impluvium de chacune est petite (environ 12 m²). Le taux de survie d'arbres tels qu'Acacia Seyal y est proche de 100 %, ce qui est vraiment remarquable étant donné que les précipitations totales sont d'environ 350 mm.

28. Bien que d'un point de vue technique les demi-lunes puissent être considérées comme simples, elles n'ont pas été adoptées spontanément par les populations des zones où elles ont été introduites depuis plus de 10 ans.

Digues filtrantes

29. Le traitement des ravines pose de nombreux problèmes comme le montrent l'échec de nombreux barrages en gabions, essentiellement dû au fait que leur déversoir était trop petit pour contenir les écoulements, qui avaient en général été sous-estimés. Une innovation intéressante a eu lieu en 1981-1982 dans la région de Kongoussi-Tikare au Burkina Faso. Une digue filtrante construite à niveau, c'est-à-dire sans déversoir, a été réalisée sur une ravine, ses extrémités débordant de chaque côté. Plutôt que de concentrer une grande quantité d'eau dans un petit déversoir, la digue filtrante toute entière joue le rôle de déversoir (photos 11 et 12). L'eau traversant la digue, qui est semi-perméable, et s'étalant sur toute sa largeur, sa force se trouve considérablement réduite. Depuis lors, plus de cent digues de cette sorte ont été construites dans la région. Une étude de ces digues a montré que la plupart d'entre elles fonctionnent normalement, et que seules quelques-unes ont été endommagées, suite à des erreurs techniques, un mauvais choix du site, des erreurs dans le calcul des dimensions de la digue ou des erreurs de construction (emploi de roches trop petites, talus trop raides).

30. En différentes parties du plateau Central, la population est de plus en plus désireuse de construire des digues filtrantes. C'est par exemple le cas pour le projet PEDI à Kaya, qui prévoyait

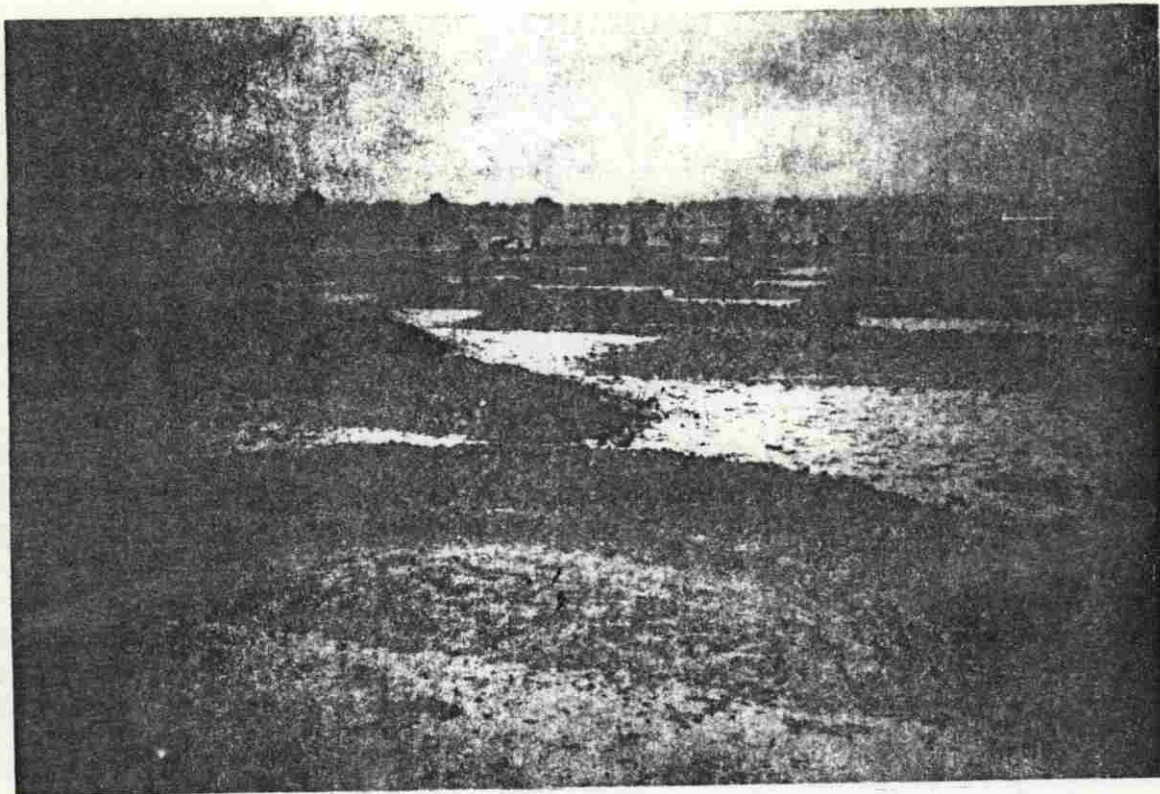


Photo 9 Demi-lunes en construction dans la vallée de Ourihamiza, Département de Tahoua, Niger

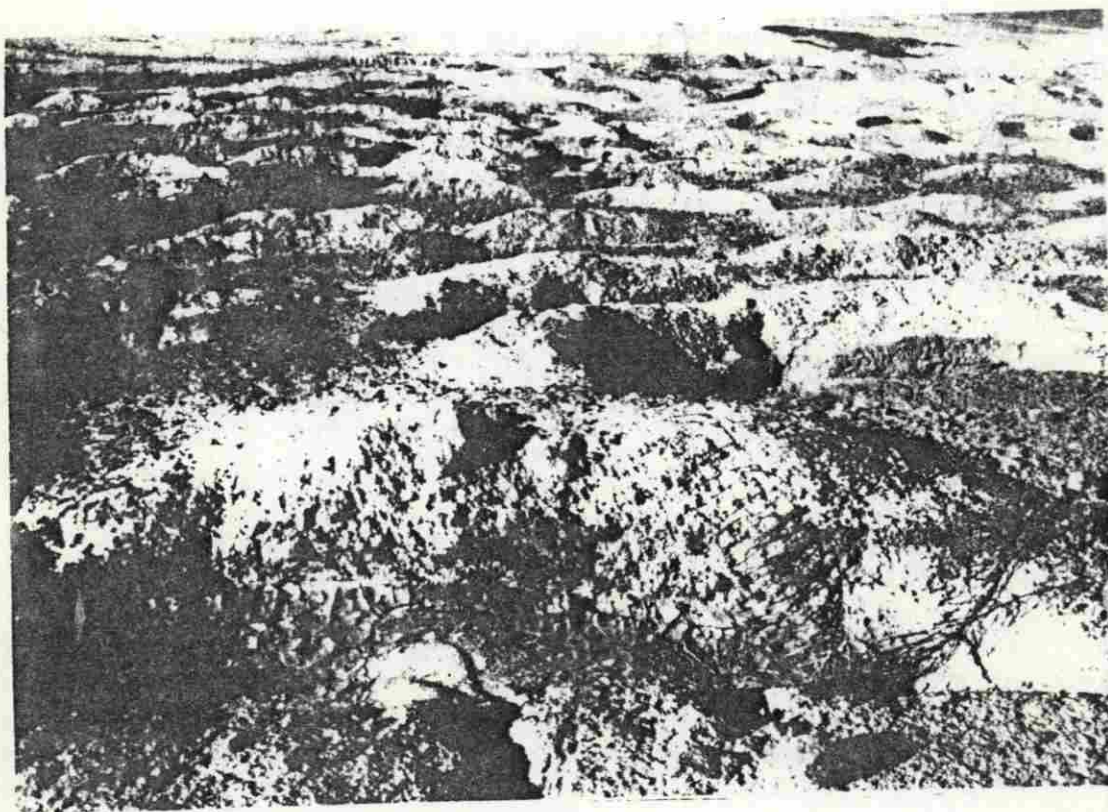


Photo 10 Tranchées dans la région de Keita utilisées pour la récupération des versants fortement dégradés, Département de Tahoua, Niger

de construire 3 500 mètres linéaires de digue filtrante en 1988, mais la demande des villageois était si forte qu'environ 10 000 mètres linéaires ont été réalisés. Des efforts ont été faits pour adapter les dimensions des digues filtrantes aux spécificités des sites. Lorsque les digues sont construites dans des bas-fonds qui ne sont pas encore trop gravement touchés par l'érosion en ravines, elles tendent à être basses (50 à 60 cm), larges (2 à 3 m) et longues (100 à 600 m). Lorsque l'érosion en ravine est grave, elles peuvent atteindre 2,5 à 3 mètres. Leur base représente souvent trois fois leur hauteur. Mais une seule digue nécessite le déplacement de centaines de m³ de roches et le traitement complet d'une ravine nécessite la construction de plusieurs digues filtrantes dont l'espacement varie de 100 à 1 000 m. La quantité de pierres à déplacer pour construire une digue filtrante est au-delà de ce que peuvent réaliser la plupart des villages. La plupart des projets utilisent des camions pour le transport ou envisagent d'utiliser des tracteurs avec des remorques.

31. On ne connaît que peu de choses sur le coût et les bénéfices des digues filtrantes. D'après une estimation, le coût d'une digue filtrante de 100 m³ est d'environ 280 000 FCFA. L'estimation est basée sur une valeur de 400 FCFA par journée de travail et de 40 000 FCFA par jour pour un camion qui transporte les pierres.

32. La pratique montre que les digues filtrantes se bouchent rapidement et que les zones touchées par l'épandage de crue sont consacrées essentiellement à la culture du sorgho, mais aussi à celle du riz. De plus, en année de faibles précipitations, ces zones sont favorisées car c'est là que se concentre l'eau de ruissellement. D'après les quelques données disponibles, d'une fiabilité limitée, les rendements en sorgho s'étageraient entre 970 à 2 670 kg/ha. L'âge de la digue filtrante joue sur les rendements. Au fur et à mesure que le sol se forme au cours des années, les rendements doivent augmenter. La réduction des dégâts sur les champs en aval est un autre avantage important mentionné par les paysans, mais qui n'a pas encore été quantifié.

Autres systèmes de conservation des eaux et du sol

33. Les recherches de l'IITA/SAFGRAD et de l'ICRISAT au Burkina Faso ont mis en évidence l'intérêt potentiel des billons cloisonnés pour l'augmentation des rendements. Jusqu'à présent, cette technique a essentiellement été appliquée en stations de recherche ou sur des parcelles d'essai. Les paysans n'ont pas adopté les billons cloisonnés parce qu'ils considèrent apparemment que leur construction demande trop de travail. On estime que la construction de billons cloisonnés à la main prend entre 20 et 30 jours à l'hectare. Cette construction doit être faite pendant la saison des pluies et s'ajoute donc aux contraintes de travail dans cette

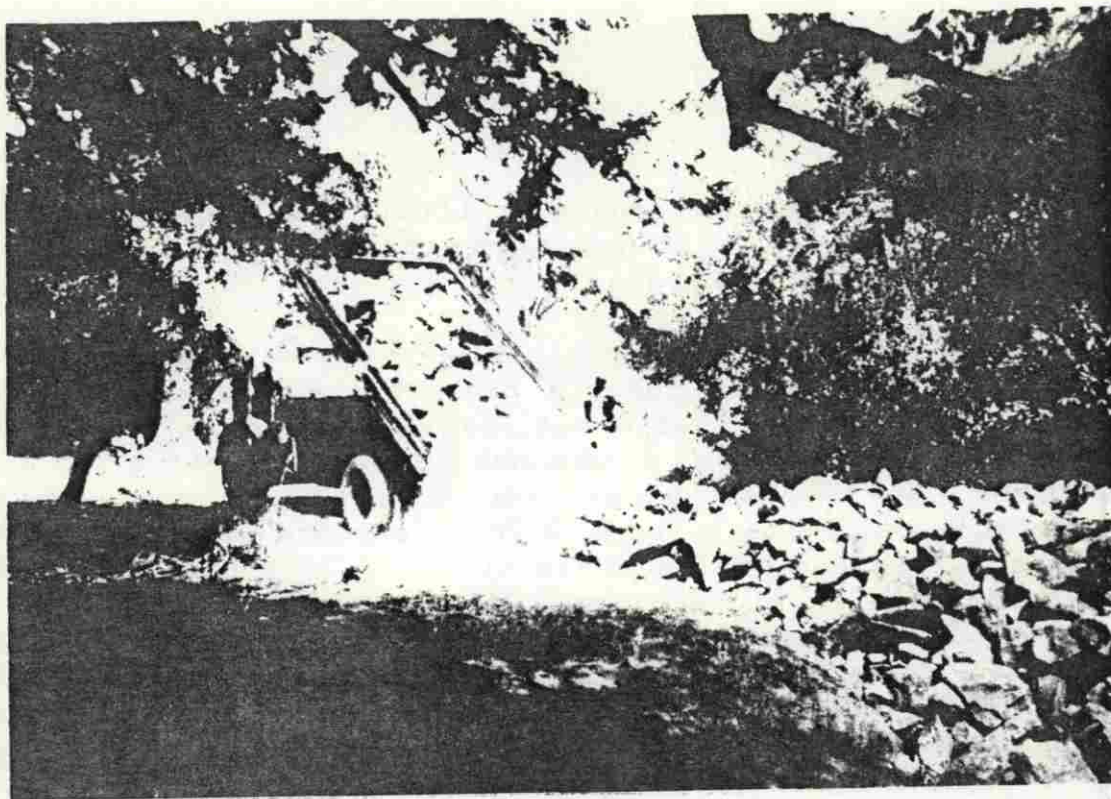


Photo 11 Digue filtrante en construction dans le village de Rissiam,
Province du Bam, Burkina Faso



Photo 12 Ravine comblée après deux ans par la digue filtrante et
réhabilitation des champs dans la zone d'influence de
la digue

période. Depuis quelques années, l'IITA et l'ICRISAT expérimentent l'utilisation d'une billonneuse à traction animale en vue de réduire les besoins en travail.

34. Les barrières végétales, telles que les bandes enherbées ou les haies vives, n'ont jusqu'à présent été plantées qu'à petite échelle. Le Projet de lutte anti-érosive, dans la zone Mali-sud, envisage la plantation à grande échelle de haies vives pour délimiter les exploitations agricoles. Le projet recommande l'Euphorbia balsamifera, dont 9 000 m ont été plantés en 1987. Le taux de survie est estimé entre 50 et 75 %. Pour la délimitation des parcelles, le projet teste Cajanus cajan ainsi que d'autres espèces de légumineuses, Leucaena leucocephala, etc. La recherche sur les bandes enherbées se poursuit mais le projet doit faire face à certains problèmes que soulève l'introduction de cette technique, en particulier la réduction de la surface agricole utile. Le projet DRS a implanté des bandes enherbées avec Andropogon gayanus à petite échelle dans la région de Pissila au Burkina Faso en indemnisant les paysans avec des céréales pendant la première année, afin de compenser les pertes de récolte dues à la surface de terre consacrée aux bandes enherbées.

35. Un labour épousant, même approximativement, les courbes de niveau, augmente l'humidité du sol et permet des augmentations de rendement. L'expérience montre que les paysans sont réticents à labourer selon les courbes de niveau et préfèrent nettement labourer en lignes droites, ce qui n'aggrave probablement pas sérieusement l'érosion du sol tant que la terre est plate et protégée par des diguettes. Actuellement, seule une fraction des terres labourées par traction asine ou bovine est protégée par des diguettes.

Conclusion

36. Ce qui a été fait dans le domaine de la CES au Sahel au cours des trente dernières années ne rend pas optimiste. Après une décennie, ou parfois même moins, on ne trouve plus que des traces de ce qui a été construit, parfois pour des sommes considérables. Bien que la priorité à accorder à la CES ne soit plus à démontrer pour les pays du Sahel qui sont confrontés à des sécheresses périodiques, des pluies erratiques et une forte dégradation de leurs sols, on ne trouve en fait que peu de choses sur le terrain. L'écart existant entre les besoins en terme de CES et ce qui a été réalisé jusqu'à ce jour est énorme.

37. Malgré ce tableau inquiétant de la situation, on peut trouver des raisons d'espérer :

- (a) les agences d'aide et les gouvernements sahéliens sont de plus en plus conscients de la nécessité d'impliquer davantage les populations dans le choix des techniques de conservation, et une plus grande importance a été accordée depuis peu à la formation des populations locales : détermination des courbes de niveau, principes de base des techniques de conservation ;
- (b) au cours de ces dernières années, les efforts de la recherche ont été augmentés ; de grands programmes de recherche sur la conservation ont été mis en place au Burkina Faso par le INERA/CIRAD/ORD du Yatenga, au Mali par la CMDT et l'Institut Royal des Tropiques et, au Niger, des fonds du FIDA seront bientôt disponibles pour des recherches appliquées sur ce thème ;
- (c) l'intérêt des donateurs pour la CES augmente et, en particulier au Burkina Faso et au Mali, il y a une prolifération d'activités à petite échelle ;
- (d) certaines techniques telles que les cordons de pierres en courbes de niveau ou les digues filtrantes ont des applications potentielles très importantes hors de la zone où elles ont été testées à l'origine ;
- (e) on assiste à une reconnaissance croissante du fait que les techniques traditionnelles de CES ont encore un rôle à jouer et peuvent être utilisées comme point de départ pour de nouveaux programmes de conservation.

III TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL

38. Les systèmes modernes de CES sont souvent plus spectaculaires et couvrent des surfaces plus importantes que les techniques traditionnelles de CES, mais cela ne signifie pas que ces dernières ne sont pas importantes ni qu'elles n'ont pas de rôle à jouer. Dans les régions collinaires à forte densité de population en particulier, les populations ont souvent fait d'importants efforts pour conserver l'eau et le sol par la construction de structures telles que les lignes ou les cordons de pierres, les terrasses ou le billonnage. Dans la plupart des cas, ces techniques traditionnelles n'ont pas fait l'objet d'observations systématiques, ou ont été considérées comme rudimentaires par les experts de la conservation du sol. De ce fait, elles ont été délibérément négligées. Plusieurs exemples de CES traditionnelle seront donnés dans les paragraphes qui suivent.

Niger

39. Les haoussa de l'Ader Doutchi Maggia au Niger ont réalisé des terrasses sur les pentes raides, des lignes de pierres sur les zones de plateaux et des billons de terre dans les vallées (photos 13 et 14). Les lignes de pierres sur les plateaux forment en général un quadrillage. Elles ont pour but d'arrêter la terre emportée par le vent et de retenir l'eau. Sur l'ensemble de la région, ce sont des milliers d'hectares de champs privés qui ont été traités de cette façon. Une partie des terres traitées est actuellement abandonnée car le processus de dégradation de l'environnement est si avancé que les techniques de conservation traditionnelles ne sont plus assez efficaces pour faire face à de telles conditions. Toutefois, en de nombreux endroits, les paysans continuent à entretenir et même à étendre les zones traitées avec les lignes de pierres. En dépit du fait que la CES traditionnelle est une caractéristique voyante de la région, qui ne peut échapper à l'oeil de l'observateur intéressé, aucune étude n'a été faite sur ces techniques et la connaissance que nous en avons est quasiment nulle. Par exemple, nous ne connaissons pas les caractéristiques socio-économiques des paysans qui continuent à construire des lignes de pierres. Il se pourrait que ce soit les paysans qui n'ont pas accès aux terres fertiles de la vallée (fadama) et qui, pour cette raison, sont très intéressés par la construction de cordons de pierres. Un autre aspect remarquable est que les divers projets



Photo 13 Cordons de pierre traditionnels sur le plateau de Wandali,
Arrondissement d'Illéla, Département de Tahoua, Niger.
Novembre 1987 après récolte arachides

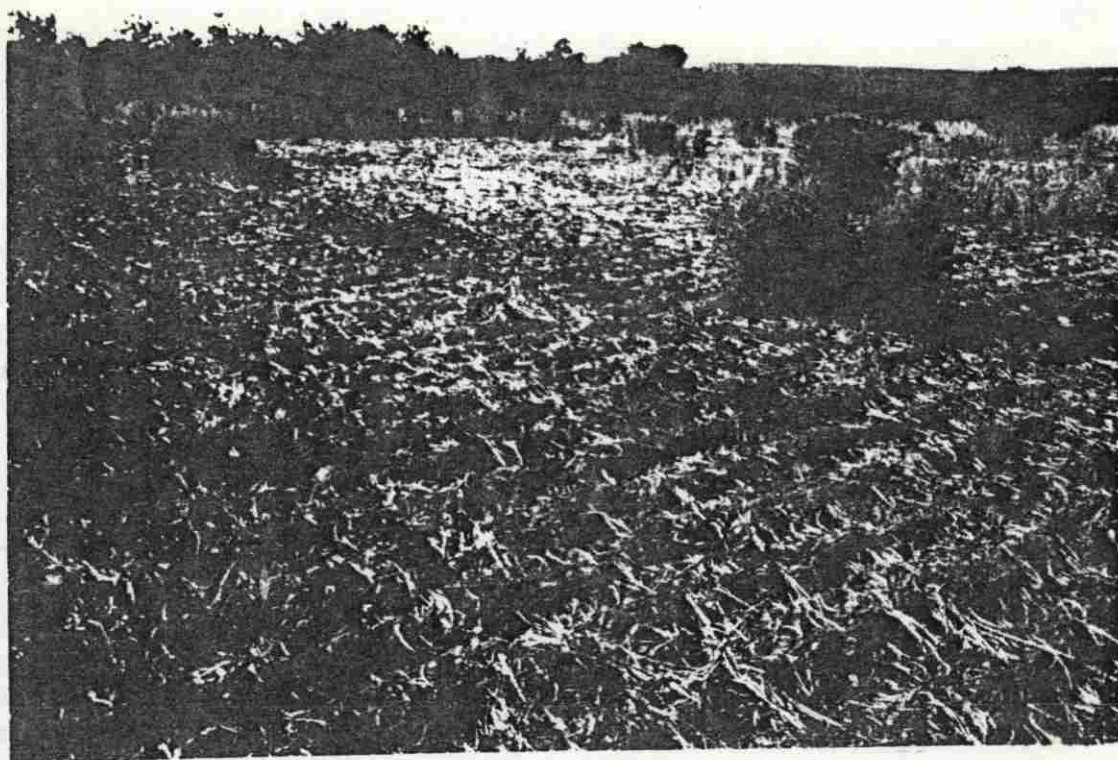


Photo 14 Billons traditionnels et brise-vent dans la vallée de la
Maggia, Niger

développés dans la région depuis le début des années 60 ont totalement négligé l'existence de techniques de CES traditionnelles.

Burkina Faso

40. Les Mossi, sur le plateau central du Burkina Faso, ont probablement commencé à construire des cordons de pierres en bas des pentes raides dès le début de ce siècle. Dans certains endroits, ces diguettes se sont élevées petit à petit pour donner des terrasses qui peuvent atteindre un mètre de haut. La construction des lignes et des cordons de pierres a ensuite été abandonnée pendant plusieurs dizaines d'années, pour diverses raisons. Pendant la période coloniale, de nombreux Mossi ont quitté la région pour échapper au travail forcé. Une suite d'années de bonne pluviométrie (1950-1968) n'a pas encouragé la population à essayer de conserver le sol et l'eau. Au début des années 70, suite à une période de sécheresse aigüe, les cordons de pierres sont réapparus spontanément, quoique présentant des insuffisances techniques (les courbes de niveau n'étaient pas respectées et les pierres étaient trop espacées). D'autres techniques traditionnelles de conservation sont encore utilisées et reprennent même de l'importance après avoir connu une période de fort déclin : ce sont les "épandages de compost", le paillage, les "zays" (voir paragraphe 22) et les bandes enherbées plantées d'Andropogon Gayanus. Ces dernières sont principalement utilisées pour délimiter les champs, mais en même temps, elles freinent l'érosion.

Mali

41. Les Dogons, dans la zone sud de Mopti, sont bien connus pour leur agriculture basée sur la conservation. Malgré cette réputation, aucune analyse systématique n'a été réalisée. Les Dogons utilisent les techniques suivantes : (i) des buttes de terre créant des alvéoles disposées en rectangle ou en nid d'abeille, (ii) des lignes et des cordons de pierres, (iii) des buttes (photos 15 et 16). Les billons de terre ont en général 20 à 30 cm de haut, et à certains endroits ils sont construits autour des buttes. A l'exception des terrasses sur les pentes raides, toutes ces constructions se maintiennent ou s'étendent. L'entretien des terrasses sur les pentes raides demande beaucoup de travail et les terrasses anciennes sont de plus en plus abandonnées, car elles ne produisent de récolte que lors des années de bonnes pluies. Ce phénomène s'insère dans un processus plus vaste qui voit les Dogons déplacer leurs activités agricoles des plateaux vers les vallées. Ces dernières sont d'ailleurs de plus en plus menacées par l'érosion en ravines.

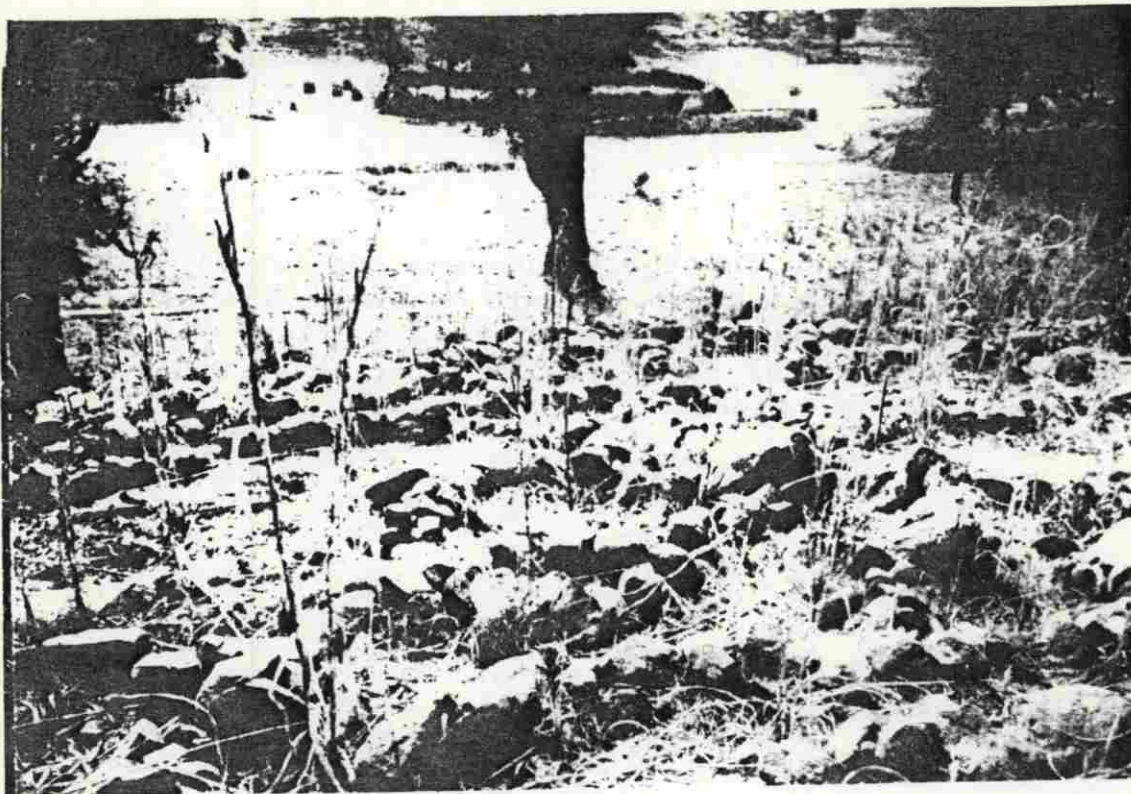


Photo 15 Gradins dans le pays Dogon, région de Douentza, Mali

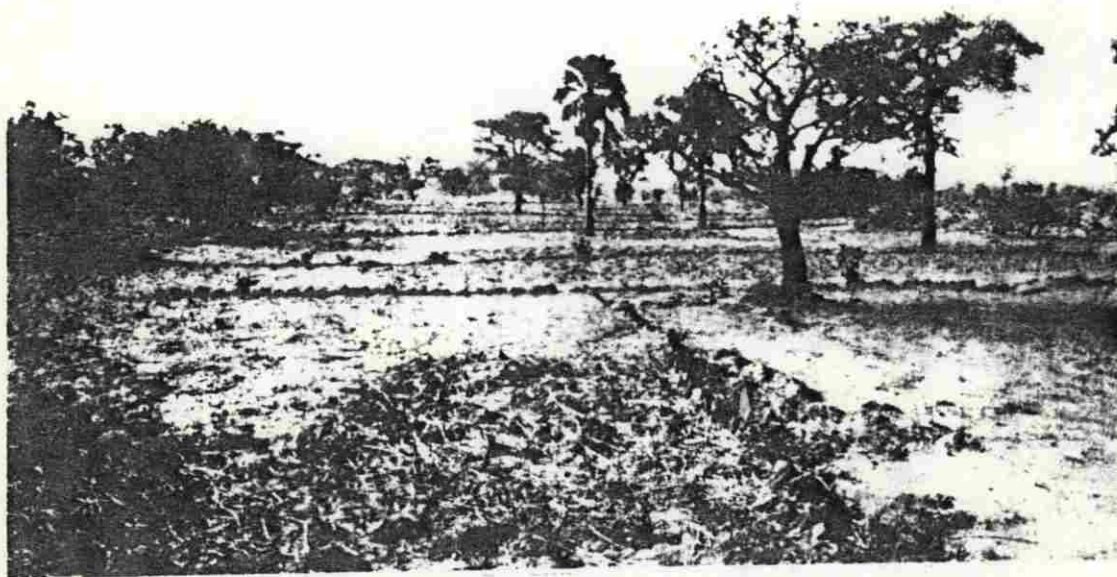


Photo 16 Lignes de pierres dans le pays Dogon, région de Bandiagara, Mali

42. Des terrasses ont également été construites dans la région montagneuse qui borde Bamako (Monts Mandingues) et dans la falaise de Tambaoura, mais elles n'ont pas été étudiées et, à l'heure actuelle, personne ne sait si elles sont entretenues et si elles sont en expansion ou non.

IV TENDANCES ACTUELLE EN MATIERE DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL

Vers une plus grande participation volontaire des populations

43. Dans la plupart des cas, ce sont les responsables de la conservation qui ont décidé quelles techniques seraient utilisées, comment, et dans quelles conditions, les travaux seraient réalisés. Toutefois, lentement mais sûrement, il est apparu indispensable de consulter les bénéficiaires potentiels sur le choix des techniques et, au moins dans certains cas, leurs préférences sont désormais prises en compte.

44. Dans la plupart des projets de conservation des eaux et du sol, les populations locales ont été -et sont encore- rémunérées en argent ou en vivres pour leur participation à la construction des ouvrages de conservation. L'expérience montre que là où les populations sont payées pour réaliser la CES, la fin d'un projet signifie presque inévitablement la fin de la construction des ouvrages de conservation. Tant que les gens sont payés avec de l'argent ou des vivres, ils sont prêts à construire tout ce qu'on leur demande et il n'y a pas de limite à la taille des ouvrages qu'ils acceptent de réaliser. On voit actuellement se dessiner une tendance à abandonner le "food-for-work". Par exemple, le projet Lutte Anti-Erosive de la région de Koutiala (Mali) et le projet Agro-Forestier au Burkina Faso ont choisi de ne pas distribuer de vivres ni aucune autre forme de rétribution.

De la conservation du sol à la conservation des eaux et la collecte des eaux de ruissellement

45. L'objectif principal des projets de conservation réalisés dans les années 60 était la conservation du sol. Ceci est compréhensible, du fait que la plus grande partie de cette période a été caractérisée par des précipitations supérieures à la moyenne. Dans la décennie 70, les projets ont continué à s'intéresser principalement à la conservation du sol, et seulement dans une moindre mesure à la conservation des eaux, quoique cette période ait été marquée par des précipitations inférieures à la moyenne et que la faiblesse des pluies soit devenue une contrainte de plus en plus importante pour l'agriculture. Depuis le début des années 80, en revanche, l'attention se porte davantage sur la conservation des eaux et la collecte des eaux de ruissellement. Les cordons de pierres dans la région du Yatenga au Burkina Faso peuvent absorber

le ruissellement provenant d'un versant et les paysans de la zone réhabilitent les terrains dégradés en partant volontairement du bas-versant pour bénéficier d'un écoulement maximal. Le Projet Intégré de Keita utilise les techniques de collecte des eaux de ruissellement pour réhabiliter les zones dégradées de plateaux : des banquettes sont construites sur ces plateaux relativement plats avec des espacements d'environ 45 m. Seuls les 15 premiers mètres en amont de la banquette sont cultivés, les 30 mètres restant sont laissés incultes et servent d'impluvium. Les demi-lunes construites dans la région de Keita et dans la vallée de Ourihamiza relèvent également des techniques de récolte d'eau de ruissellement.

Vers une intégration des arbres, et de l'enherbement dans les projets de conservation

46. Depuis quatre ou cinq ans, et pour diverses raisons, une attention croissante a été apportée à l'intégration des arbres et des plantes herbacées dans les projets de conservation des eaux et du sol (photos 17 et 18).

- (a) Les banquettes demandent un entretien important si elles ne sont pas stabilisées par enherbement. Le FEER, au Burkina Faso, est désormais engagé dans une promotion active de la stabilisation des banquettes par Andropogon Gayanus, et diverses autres espèces.
- (b) La rétention des sédiments par les cordons de pierres diminue leur efficacité au cours du temps. Après 3, 5, 10 ans et parfois plus selon les conditions locales, ceux-ci sont remplis de sédiments. Certains projets pratiquent depuis peu, derrière les cordons de pierres, la plantation d'herbes pérennes qui peuvent entrer en fonction lorsque ces derniers sont colmatés. Pour la même raison, le projet PEDI à Kaya au Burkina Faso plante systématiquement des arbres (par exemple Parkinsonia Sp.) derrière les petites digues filtrantes construites pour traiter les bas-fonds.
- (c) Les arbres supportent mieux les inondations temporaires que les céréales telles que le millet, c'est pourquoi certains projets plantent des arbres dans les creux situés en amont immédiat des banquettes. Le Projet Intégré de Keita, par exemple, a systématiquement planté le long des banquettes des arbres qui, du moins pendant les premières années, montrent de bons taux de survie et de croissance.
- (d) Dans les régions telles que le Sud Mali où les précipitations sont relativement importantes (800 mm et plus), les barrières végétales sont plus faciles et plus économiques à mettre en place que les structures mécaniques de conservation.



Photo 17 Essai de végétalisation des banquettes, village de Boulba, Burkina Faso

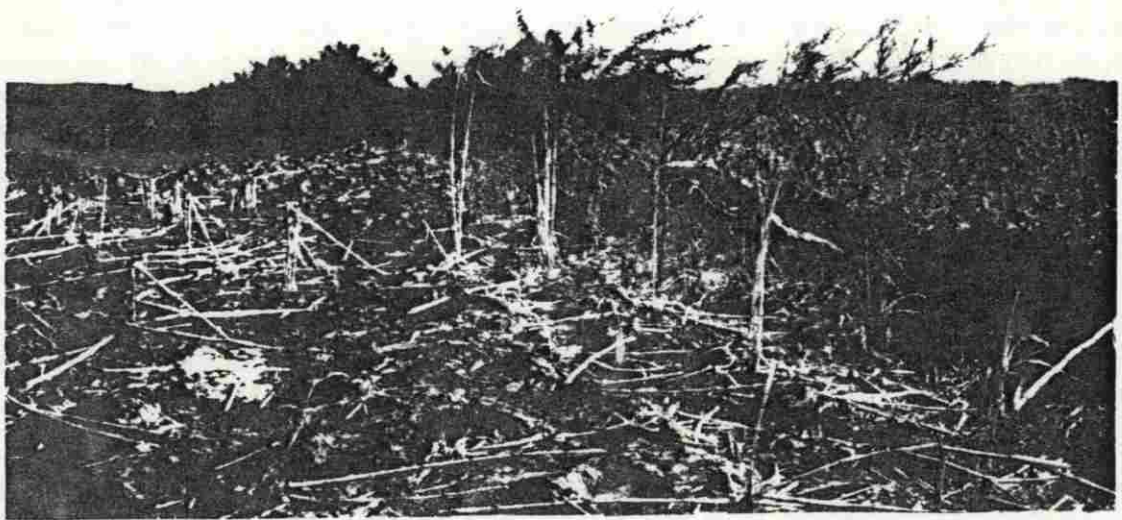


Photo 18 Plantation de Parkinsonia sp. amont des banquettes après 3 hivernages, village de Waddey, Arrondissement de Keita, Niger

D'une approche bassin versant à une approche par l'exploitation agricole et le terroir villageois

47. Le projet GERES (1962-1965) a traité des bassins versants entiers en utilisant des engins de terrassement. La plupart des terrasses ainsi mises en place étaient situées en dehors des zones de culture, et c'est une des raisons pour lesquelles elles n'ont pas été entretenues par la population locale. Le projet de développement de la vallée de Badéguichéri (1972-1980) a construit des banquettes et des murettes sur les versants de la vallée de Badéguichéri sur une longueur d'environ 25 km. L'entretien de ces infrastructures dépasse ce que veut ou peut prendre en charge la population. Quelques projets ont choisi d'intervenir sur des zones plus petites. Le FEER au Burkina Faso a opté pour un traitement des champs villageois : la taille de ses sites anti-érosifs varie de 20 à 100 ha. Le Projet Agro-Forestier au Yatenga a formé des paysans aux techniques de conservation, et leur a laissé le soin de s'organiser pour construire les cordons de pierres. La pratique a montré que de nombreux paysans ont préféré traiter d'abord leur propre champ, ce qui est possible car ils utilisent des cordons de pierres semi-perméables qui ne sont pas facilement endommagés par les ruissellements extérieurs ; c'est en particulier le cas dans la partie nord du Plateau central, qui est parsemée de cordons de pierres individuels. Le développement de ces techniques est prometteur et encourageant, mais il laisse de côté les parties du terroir villageois non cultivées, utilisées pour le pâturage et le ramassage du bois de feu. Pour cette raison, certains projets, non seulement au Burkina Faso mais aussi au Niger et au Mali, considèrent que le terroir villageois est un espace d'intervention auquel les villageois peuvent s'identifier et essaient d'élaborer, en concertation avec ces derniers, des plans d'aménagement des terroirs villageois. La plupart de ces projets se trouvent encore dans une phase préliminaire et il est encore trop tôt pour tirer des conclusions sur leur viabilité.

La multiplication des activités de conservation sans coordination systématique

48. Particulièrement au Burkina Faso, et dans une moindre mesure au Mali, de nombreux projets de CES ont été lancés ces dernières années. Par exemple, dans la partie nord du Plateau central, la liste des organismes impliqués actuellement dans la conservation des eaux et du sol comprend au moins les noms suivants : ADRK, AFVP, CECI, HIMO (BIT), LVIA, OXFAM, PDZT, PPI, PAE, CRDY, Six S, PEDI (aide bilatérale hollandaise), projet petits barrages (Caritas

Burkinabé), PATECORE (GTZ), FEER (Banque mondiale/aide bilatérale hollandaise). Certains de ces projets, mais pas tous, collaborent étroitement avec les CRPA (branches régionales du Ministère de l'Agriculture). Un projet de CES/Agro-foresterie, financé par le FIDA, débutera en 1988 et le FED a l'intention de financer un projet de CES dans cette région. En ce qui concerne la recherche sur la CES, les institutions suivantes sont actuellement actives dans le nord du Plateau central : CIEH, ORSTOM, INERA et CIRAD.

49. Cette multiplication des activités de CES a de nombreux côtés positifs, mais entraîne également certains problèmes : ainsi, on peut voir deux projets intervenir dans le même village, mais avec des techniques et des approches différentes, ce qui entraîne compétition et confusion. En outre, certains projets ne contrôlent pas comme il le faudrait l'impact de leurs activités et ne semblent pas souhaiter que leurs activités soient coordonnées par une organisation extérieure. Malgré tout, les aspects positifs l'emportent largement. La multiplicité des activités a pour conséquence que l'aide, sous une forme ou sous une autre (formation, outils, etc.), est plus facilement accessible pour un plus grand nombre d'individus. Les essais et les mises en oeuvre des nouvelles techniques sont si nombreux dans le nord du Plateau central que celui-ci est devenu un véritable laboratoire pour la conservation des eaux et du sol, qui a déjà produit d'importantes innovations.

Le transfert des réussites techniques

50. On peut noter une tendance à transférer les techniques de CES qui ont donné de bons résultats dans une région vers d'autres régions. Par exemple, les lignes de pierres sur courbes de niveau, qui ont été un succès au Yatenga, ont inspiré un autre projet de CES financé par OXFAM dans les montagnes de l'Affolé en Mauritanie. Mais les précipitations y sont beaucoup plus faibles qu'au Yatenga, les pentes plus raides et la densité de population moins élevée. Ainsi, il ne faut pas s'étonner que le transfert n'ait pas réussi. Actuellement, on essaie également d'introduire les lignes et cordons de pierres sur courbes de niveau au Mali (Plateau Dogon), mais sans la formation et les mesures complémentaires qui ont fait leur succès dans la région du Yatenga. Ces mêmes lignes de pierres ont également été proposées pour l'Ader Doutchi Maggia au Niger. Il existe des possibilités effectives de transfert de techniques des CES, mais une attention toute particulière doit être portée aux conditions socio-économiques et physiques des régions concernées, telles que la densité de population, les pratiques agricoles, les données pluviométriques et les types de sols.

V COMMENT RENFORCER LA CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL AU SAHEL ?

51. Au rythme actuel de mise en place des structures de conservation, il faudrait des siècles, dans chacun des pays, pour que soit traité l'ensemble des zones cultivées nécessitant des mesures de protection. D'où l'on peut conclure que, à moins que le rythme actuel de mise en place d'ouvrages de conservation ne soit au moins décuplé, il y a très peu de chance de renverser la tendance continue à la dégradation des terres cultivées. Comme il est peu probable que les fonds actuellement consacrés à la CES soient décuplés, il est nécessaire d'identifier des mesures de conservation efficaces et peu onéreuses, qui peuvent être utilisées par les populations locales avec une aide extérieure minimale. Les paragraphes qui suivent indiquent des voies qui permettraient probablement de renforcer la conservation des eaux et du sol au Sahel.

Améliorer la connaissance des systèmes traditionnels de CES

52. La connaissance actuelle des systèmes traditionnels de CES est très faible, en dépit du fait qu'ils sont très développés dans certaines régions. Aux endroits où ils continuent à être entretenus et développés par la population locale, ils peuvent servir de point de départ pour de nouveaux programmes. Les paysans de l'Ader Doutchi Maggia au Niger, par exemple, continuent à construire des lignes de pierres, souvent sans respecter les courbes de niveau. En formant la population locale, hommes et femmes, aux principes de la construction des diguettes et au contrôle de leur horizontalité, la qualité de construction de leurs diguettes peut être améliorée. En lui facilitant l'accès aux moyens de transport (charrettes à âne), elle pourra traiter plus de terres pour le même travail. En outre, il faut entreprendre un programme de recherche pour savoir si, oui ou non, l'introduction de petites bandes de terre incultes, permettant de collecter de l'eau pour les parties cultivées, est rentable.

Augmenter l'effort de recherche sur la CES²

53. Peu de recherches sur la CES ont été entreprises au Mali et au Niger. Au Mali, l'essentiel de la recherche a été consacré à la

(2) Les recherches sur la CES au Niger, au Burkina Faso et au Mali seront étudiées dans un autre document.

zone soudano-guinéenne, laissant de côté les régions semi-arides. A l'exception de quelques recherches du CTFT dans l'Ader Doutchi Maggia de 1966 à 1971, quasiment aucune recherche pertinente sur la CES dans l'agriculture n'a été effectuée au Niger. Dans ces deux pays, de sérieux efforts devraient être faits pour identifier des mesures efficaces et de faible coût pour les zones dont les précipitations varient de 400 à 600 mm. De grandes possibilités sont offertes aux techniques de récolte des eaux de ruissellement, en particulier dans les zones très peuplées et où l'écoulement de surface est important, telles que la région comprise entre San et Mopti au Mali et certaines parties du Département de Zinder au Niger.

54. De nombreuses recherches de CES ont été réalisées et sont encore en cours au Burkina Faso, mais elles n'ont pas encore produit de techniques de faible coût, susceptibles d'être appliquées dans les zones dépourvues de pierres. La stabilisation des banquettes de terre et la transformation des systèmes de conservation en systèmes de collecte des eaux de ruissellement sont des défis majeurs pour l'avenir.

Maximiser la participation des populations locales

55. Le processus de dégradation des zones cultivées dans le Sahel ne peut être inversé par des projets de modèle classique, qui traitent 10 000 hectares, et parfois 100 000 avec des ouvrages de conservation, mais qui, en revanche, ne sont pas entretenus par les "bénéficiaires". Seul un engagement volontaire et massif des populations rurales dans la CES peut inverser la dégradation à grande échelle des ressources naturelles. L'objectif devrait être de créer les conditions dans lesquelles la plupart des paysans traiteraient un demi-hectare par an, ou plus s'ils ont les moyens de le faire. La question, bien sûr, est de savoir comment susciter un engagement massif des populations dans la CES. On peut tirer certaines conclusions de l'expérience de la région du Yatenga, qui est la seule région du Sahel où l'engagement volontaire dans la CES est réellement significatif.

- (a) Un ensemble de techniques de conservation simples, de faible coût, permettant une augmentation sensible des rendements sur les champs traités par rapport à ceux non traités, lors des années de pluies moyennes ou inférieures à la moyenne.
- (b) Un important programme de formation, mené non dans des centres de formation, mais sur le terrain, ainsi qu'un suivi adéquat des paysans formés. L'échange d'informations entre paysans de différentes régions devrait faire partie du

programme, car rien n'est plus efficace que de mettre en contact des paysans qui ont déjà traité leurs champs avec d'autres paysans.

- (c) La présence d'agents de vulgarisation, hommes et femmes, compétents et très motivés pour former les paysans, hommes et femmes³.
- (d) Une aide matérielle aux paysans, par exemple des instruments de topographie (tubes de plastique servant de niveau, niveaux de maçon), des outils (pioche, pelles, etc.), des moyens de transport (charrettes à âne). Le problème du transport revêt une importance particulière, et sera pour cela brièvement analysé. Certains projets ont mis à disposition des camions pour le transport des pierres utilisées pour les champs personnels. De cette façon, des résultats tangibles peuvent être obtenus à court terme, tout en faisant travailler l'industrie des pays donateurs, ce qui est évidemment particulièrement attractif pour les agences d'aide, mais de telles pratiques pourraient bien être contre-productives en terme de répliquabilité, vu qu'un tel type d'appui s'arrête en général avec la fin des financements. La question est alors de savoir si les paysans continuent dans ces conditions à traiter leurs champs, et la réponse la plus probable est non. Les charrettes à traction asine constituent une forme d'aide beaucoup plus appropriée que les camions pour le traitement des champs individuels car : (a) elles laissent le pouvoir de décision aux mains du paysan, qui peut traiter ses champs à son propre rythme, selon ses motivations, et non selon le programme de travail du camion, (b) elles peuvent servir pour d'autres travaux, tels que le transport du fumier et (c) elles donnent du travail aux fabricants de charrettes, c'est-à-dire aux forgerons locaux. Le coût d'un camion représente celui de 200 charrettes à âne. L'emploi de camions ou de tracteurs équipés de remorques devrait être limité à l'appui des ouvrages de conservation d'intérêt collectif et dont la réalisation demande le transport d'une grande quantité de pierres en peu de temps. Par exemple, le plus grand nombre possible de digues filtrantes devraient être construites pendant la saison sèche, pour augmenter leur efficacité et réduire les risques de dégâts.

(3) La formation des femmes à la CES est de la plus grande importance car (a) les femmes mariées ont souvent leur propre parcelle ; mais celles-ci se trouvent en général parmi les terres les plus marginales : leur traitement par des mesures de CES peut contribuer à améliorer leur situation économique et (b) à cause de la forte migration des hommes vers la Côte d'Ivoire, de nombreux chefs de familles sont des femmes.

**Choisir les régions à haute densité de population
et dont l'environnement est fortement dégradé**

56. La plupart des techniques indigènes de CES appartiennent à des régions collinaires à haute densité de population, à forte pression sur les fonciers et dont l'environnement est sérieusement dégradé, telles que l'Ader Doutchi Maggia au Niger, et le Plateau Dogon au Mali. Ce n'est pas une coïncidence si la CES donne de bons résultats dans la région du Yatenga : les lignes de pierres de niveau sont une adaptation des techniques traditionnelles de CES, et par ailleurs les populations du Yatenga n'ont guère d'alternatives : c'est l'amélioration des terres ou l'exode.

Diminuer et changer la nature des incitations

57. Dans certaines régions, la construction des ouvrages de CES est fortement assimilée à la distribution de vivres. Une fois que cette assimilation est faite, il devient difficile de démêler aide alimentaire et CES. En revanche, aucune nourriture n'est distribuée pour l'entretien, ce qui est une des raisons de son insuffisance. L'échange de nourriture contre des travaux de CES peut être justifié dans des circonstances particulières, par exemple lors de mauvaises récoltes consécutives, mais de façon générale, son emploi devrait être limité à des situations bien définies, et l'aide alimentaire devrait, dans la mesure du possible, être remplacée par des incitations à produire, telles que des engrais, des arbres ou des outils, ou par des infrastructures communautaires, telles que des puits ou des pharmacies villageoises.

VI RECOMMANDATIONS

Recommandations aux gouvernements

Une seule agence gouvernementale devrait être responsable de la CES

58. Il existe des différences considérables entre les pays en ce qui concerne la responsabilité institutionnelle pour la CES. Au Burkina Faso, c'est le FEER, qui dépend du Ministère de l'Eau, qui est responsable de la conservation des eaux et du sol ; au Niger, c'est la Direction de l'Aménagement de l'Espace Rural, qui dépend du Ministère de l'Agriculture, et au Mali, c'est le Service Forestier, qui dépend du Ministère de l'Environnement et de l'Elevage. Bien que les agents de développement aient un rôle clef à jouer dans la CES, l'essentiel est que cette dernière soit placée sous la tutelle d'un seul organisme. Etant donné que la CES permet d'obtenir de meilleurs rendements céréaliers, elle devrait logiquement être rattachée au Ministère de l'Agriculture. Mais tant que la CES est placée sous la responsabilité d'un organisme unique, et que les fonctions de responsabilité y sont clairement définies, la question de savoir quel est cet organisme public n'a pas une trop grande importance.

Développer une politique nationale de CES

59. Dès que la responsabilité institutionnelle pour la CES est déterminée, un programme de travail doit être élaboré, dans lequel on devrait trouver les éléments suivants :

- identification des besoins en main-d'oeuvre, et formation de cette main-d'oeuvre ;
- identification des besoins en recherche et mobilisation des compétences nationales dans ce domaine ;
- définition du rôle des agents de développement auxquels il faut par ailleurs fournir un appui adapté (formation et transport) ;
- assurer la coordination des projets existant de CES ;

- production de films, montages de diapositives, de brochures, réalisation d'émissions de radio, sur la CES ;
- identification des zones prioritaires pour de nouveaux programmes de CES ;
- coordination des missions des agences d'aide sur la CES ;
- création d'un centre de documentation sur la CES.

Renforcer la coordination et promouvoir l'échange d'informations

60. Il y a un besoin évident de renforcement de la coordination et de l'échange d'informations entre projets (a) pour que chacun puisse tirer des conclusions de l'expérience des autres, et éviter de "réinventer sans cesse la roue" ; (b) pour harmoniser les politiques des projets en matière d'incitation et de participation populaire, ce qui est indispensable lorsque différents projets interviennent dans la même région avec des approches différentes ; (c) pour créer des formes de coopération mutuelle entre projets, ce qui est absolument nécessaire lorsque les ressources humaines et financières sont rares. Les agences gouvernementales responsables de la coordination devraient avoir un statut suffisamment élevé, ainsi que les moyens de remplir leur mission. La coordination effective des activités ne nécessite d'ailleurs pas énormément d'hommes, de fonds ou d'équipements. Un centre de documentation rassemblant l'ensemble des documents concernant la CES dans un pays donné est un outil indispensable, tant pour la coordination que pour la décision politique, et il pourrait contribuer à une accumulation des connaissances dans le domaine de la CES.

Améliorer le suivi des activités de CES par les projets

61. Beaucoup de projets n'assurent pas un suivi convenable de l'impact des techniques de CES sur les récoltes, des besoins en construction et en entretien, etc. et par conséquent, les projets sont moins efficaces qu'ils pourraient l'être. Il se peut en effet que leurs techniques et leur approche ne correspondent ni aux conditions socio-économiques et environnementales en vigueur, ni aux priorités et préférences des populations concernées. Le gouvernement devrait demander à chaque projet d'assurer le suivi de l'impact de ses activités.

Des dons plutôt que des prêts pour la CES

62. Les gouvernements ne devraient pas accepter des crédits pour la CES aux taux du marché. Ceci ne peut que conduire à un poids plus élevé de la dette, car il est impossible aux gouvernements d'exiger une contribution, en nature ou en espèce, des paysans qui mettent en oeuvre la CES. La CES produit certes des augmentations notables de rendements, mais dans la plupart des cas, ceci contribue essentiellement à l'autosuffisance alimentaire des familles, et non à la production de surplus commercialisables. Les prêts bonifiés ajoutent également à l'endettement et ils ne devraient pas être utilisés pour la recherche, pour payer des salaires ou des équipements, mais plutôt pour le volet crédit agricole des programmes de CES.

Recommandations aux agences d'aide

63. En réduisant la contrainte hydrique pour l'agriculture dans les régions semi-arides, la CES permet d'obtenir des augmentations notables de récoltes. Elle peut contribuer à l'autosuffisance familiale. C'est pourquoi l'augmentation du financement par les agences d'aide est pleinement justifiée pour les activités suivantes :

- la recherche appliquée visant à l'identification de mesures de conservation peu onéreuses et susceptibles d'être reproduites à l'identique ;
- la vulgarisation et la formation à la conservation ;
- des équipements simples destinés aux paysans (charrettes à âne, tubes en plastique pour servir de niveau à eau, etc.) ;
- des incitations à la CES sous forme d'aide à l'agriculture (engrais, semences, pépinières villageoises, etc.) ;
- une formation pour les responsables nationaux ;
- l'étude et la réorganisation du cadre administratif ;
- du matériel et des installations pour la formation des paysans.

64. Lorsque, pour un endroit donné, des mesures de conservation spécifiques n'ont pas encore été identifiées, il faut compter au moins 5 à 10 ans avant que la CES puisse atteindre une phase de

"décollage". Les techniques appropriées devraient être identifiées en collaboration avec les paysans, ce qui signifie de longues périodes de préparation des projets. Il faut donc que les agences d'aide prévoient d'attribuer des financements à long terme pour la conservation des eaux et du sol. Un projet trop rigide ou une approche trop formelle a peu de chances de donner des résultats optimaux. Le financement devrait lui aussi être souple afin de concentrer l'appui sur les activités et sur les régions où les progrès sont les plus encourageants.

65. Les bailleurs de fonds devraient donner la priorité aux mesures de conservation peu onéreuses et susceptibles d'être reproduites à l'identique, ce qui signifie qu'ils ne doivent pas attendre des résultats tangibles à court terme. L'utilisation d'engins pour accélérer la réalisation des travaux n'est souvent pas appropriée et risque pour le moins d'avoir un effet négatif sur la volonté des paysans de prendre en charge la CES avec un minimum d'appui extérieur.

66. Le financement de la CES devrait dans la mesure du possible être basé sur des dons. Les prêts pour la CES aux taux du marché ne font qu'augmenter le poids de la dette des pays car il est peu probable, et peu recommandé, que les gouvernements se fassent rembourser les coûts de l'opération par une contribution, en argent ou en nature, des bénéficiaires de ces crédits qui mettent en oeuvre les activités évoquées dans le présent rapport.

Recommandations pour les organisations rurales

67. Les programmes de CES devraient être basés sur les priorités des paysans et sur leurs préférences. Les organisations rurales pourraient jouer un rôle important dans l'identification et l'expression de ces priorités et de ces préférences.

68. Les organisations rurales devraient jouer un rôle essentiel dans la mobilisation des paysans pour la CES et dans l'organisation de l'utilisation des terroirs villageois, par exemple en faisant circuler l'information, en organisant des échanges entre paysans de différentes régions ayant ou non des programmes de CES, ou encore en organisant des programmes de formation des paysans.

69. L'aide matérielle aux paysans, sous forme d'outils et d'équipements de CES, d'incitations à la production ou d'infrastructures communautaires, demande une bonne organisation au niveau du village. L'amélioration de la capacité d'auto-gestion des villageois doit donc être considérée comme une priorité.

VII BIBLIOGRAPHIE

GENERAL

- Berton, S. (1988) La maîtrise des crues dans les bas-fonds; petits et microbarrages en Afrique de l'Ouest. GRET/AFVP/ACTT, Paris.
- E.I.E.R. (1983) Conservation des sols et des eaux au Sud du Sahara. Rapport de synthèse. Ouagadougou.
- Martin, P. (1984) Lutte contre le ruissellement et l'érosion en pays sahéliens. Séminaire LUTAN, Niamey, 12-18 mars 1984. Rapport de synthèse. CIEPAC/ENDA, Dakar.
- Reij, C., S.D. Turner et T. Kuhlman (1986) Conservation des sols et des eaux en Afrique Sub-Saharienne: les problèmes et leurs solutions. CDCS, Université Libre d'Amsterdam en collaboration avec la Division Afrique du FIDA.
- Roose, E. (1981) Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. ORSTOM, Travaux et Documents no. 130.
- Roose, E. (1986) Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ? Analyse de leur efficacité en milieu paysan ouest-africain pour la conservation de l'eau et des sols dans la zone soudano-sahélienne. In: Cahiers ORSTOM, vol. XXII (2): 197-208.
- Roose, E. (1987a) Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale: stratégies anciennes et nouvelles. Communication au séminaire "Gestion des eaux, des sols et des plantes" Niamey, 11-16 janvier 1987.
- Wright, P. (n.d.) La gestion des eaux de ruissellement. OXFAM, Ouagadougou.

MALI

- Bâ, L., W. van Campen, G. Hallam et G. Vierstra (1985) La lutte anti-érosive et la conservation des sols; activités de la DRSPR dans la zone de Fonsébougou et de la ZAER de Kaniko. Sikasso.
- Bus, G. (1985) A soil conservation research project in Southern Mali. Paper presented at International Symposium Effectiveness of Rural Development Cooperation. Amsterdam, September 30 - October 4, 1985.
- FAO (1969) La conservation du sol. Rapport au Gouvernement du Mali. FAO, Rome.
- Hallam, G. and W. van Campen (1985) Reacting to farmers complaints of soil erosion on agriculturally intensive farms in Southern Mali: from fixed answers to flexible response. Sikasso.
- Hallam, G.M. et K. Verbeek (1986) Travaux anti-érosifs faits par les paysans en zone Mali-Sud; une évaluation économique. IER/Bamako et IRRT/Pays-Bas.

Hoogmoed, W.B. (1980) Tillage, rainwater infiltration and runoff, sowing and emergence of millets on a sandy soil near Niono, Mali. Report no 1, STL/Agricultural University Wageningen.

Klemm, W. et M. Schramm (1988) Projet de recherche de l'irrigation par des eaux de ruissellement. Institut des Recherches Hydrauliques du Génie Rural de l'Université de Karlsruhe, R.F.A.

Soumaré, M. (1984) Etat des connaissances et possibilités de vulgarisation des acquis d'études et de recherches en matière de conservation des sols au Mali. Institut du Sahel, Bamako.

NIGER

A.I.D.R. (1981) Evaluation du Projet de Développement Rural de la zone de Badeguichéri (2ème phase)

Chase, R.G. (1986) Tropsoils collaborative water conservation research in Niger. In: Davis, T.J. (ed), Development of rainfed agriculture under arid and semi-arid conditions. Proceedings of the sixth Agriculture Sector Symposium: 265-293. World Bank, Washington DC.

Delwaulle, J.C. (1973) Résultats de six années d'observations sur l'érosion au Niger. In: Bois et Forêts Tropicaux 150: 15-37.

FAO Centre d'Investissement (1985) République du Niger, Projet de Développement Rural à Illela et Konni. FAO, Rome.

Gallacher, M.R. (1974) Amélioration des conditions de vie des nomades dans l'Erhazer (Agadez), Niger. Conservation des Eaux et des Sols. Rapport de consultation. FAO, Rome.

Heermans, J., G. Minnick and C. Polansky (1987) Guide to forest restoration and management in the Sahel based on case studies at the national forests of Guesselbodi and Gourou-Bassounga. P.U.S.F., Niamey, Niger.

IFAD (1986) République du Niger, Programme de Conservation des Eaux et du Sol. Rapport préparé par CDCS, Université Libre Amsterdam.

Martin, P. (1979) Conservation des Eaux et du Sol; périmètre d'aménagement d'Allokoto, Département de Tahoua. IRFED, Paris.

Ouattara, M. (1984) Bilan des études et recherches en conservation des eaux et du sol au Niger. Institut du Sahel, Bamako.

Raussen, T. (1987) Les effets de la récolte d'eau et de la fertilisation sur la production agricole. Rapport final d'une recherche agro-forestière exécuté sur des terrains dégradés de la forêt de Guesselbodi. PUSF, Niamey.

Seve, J.E. and J.A. Tabor (1985) Land degradation and simple conservation practices; a case study in Niger. PUSF, Niamey.

Souley, H. et R. Carucci (1987) Développement rural intégré dans l'Ader Doutchi Maggia, Vallée de Keita. FAO document no. GCP/NER/028/ITA.

BURKINA FASO

Butcher, M. and M. Ouedrogo (1986) Food for rock lines. OXFAM, Ouagadougou.

Dabire, B. et P. Martin (1982) Séminaire sur la lutte contre l'érosion et le ruissellement. Rapport de synthèse. Ouagadougou, IPD/AOS.

Dezilleau, D. et F. Minoza (1988) Fiche d'expérience no. 11/BF Rissiam/Bam, Burkina Faso. In: Rochette, R. et collaborateurs. Le Sahel en Lutte contre la Désertification. PACILLS.

Dugue, P. (1985) La préparation du sol en zone Sahélo-Soudanienne: atouts et contraintes. In: Ohm, H.W. et J.G. Nagy, Technologies appropriées pour les paysans en Afrique de l'Ouest: 38-59. West Lafayette, Purdue University.

Dugue, P. (1986) Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga. Contribution au IIIème séminaire "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production". Montpellier, 16-19 décembre 1986. CIRAD, Département des Systèmes Agraires.

Dugue, P. (1987) Programme de Recherche-Développement du Yatenga. Rapport de synthèse 1986. INERA, Ouagadougou.

Gascon, F. (1987) Manuel de lutte anti-érosive. Les techniques de lutte contre le ruissellement et l'érosion sur les parcelles de culture au Burkina Faso. Projet PNUD/FAO/BKF/81/002.

GTZ (1988) Development of sustainable smallholder farming systems in Burkina Faso. Final report.

Hulugalle, N.R., J. de Koning and P. Matlon (1987) Soil and water conservation with rock bunds and tied ridges in the Sudan Savannah of Burkina Faso.

Kargougou, I. (1985) Lutte contre l'érosion pluviale et la désertification; une expérience du Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural à Rom, Yatenga, Burkina Faso.

Kargougou, I. (1986) Report on water harvesting works in Burkina Faso. Paper presented to the World Bank Workshop on water harvesting in sub-Saharan Africa, 13-17 Oct. 1986, Baringo, Kenya.

Koutaba, M. et F. Gascon (1986) Evaluation des programmes de lutte contre l'érosion. FEER, Direction des Etudes, de la Programmation et des Evaluations.

Matlon, P. (1986) Annual report of ICRISAT/Burkina Faso Economics Program 1985.

Matlon, P. (1987) Prospects for improving productivity in sorghum and pearl millet systems in West Africa. Paper prepared for the Conference on the Dynamics of Cereals Consumption and Production Patterns in West Africa. July 15-17, 1987, Dakar, Senegal.

Martin, P., B. Dabire, Y.C. Prudencio et C. Reij (1986) Burkina Faso: Programme de Conservation des Eaux et du Sol sur la partie Nord du Plateau Central. Rapport préparé pour le FIDA par le Centre pour la Coopération et le Développement, Université Libre, Amsterdam.

Mietton, M. (1986) Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso. In: Cahiers ORSTOM, Série Pédologie, tome XXII(2):181-196.

Minoza, F., T. Orum, M. Perroud et al. (1987) Les digues filtrantes: aménagement de conservation des eaux et des sols: 1ère année d'expérimentations et d'évaluations dans la région de Issiam. CIEH/AFVP, Ouagadougou, Burkina Faso.

Nicou, R., B. Outtara et L. Somé (1987) Effets des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières (sorgho, maïs, mil) au Burkina Faso. Ouagadougou, INERA.

Ouedraogo, M. (1987) Projet Agro-Forestier; rapport d'activités de la campagne 1986.

Ouedraogo, M. (1988) Projet Agro-Forestier; rapport d'activités de la campagne 1987.

Perrier, E. (1984) Final report Soil-Water Management Program for the 1981, 1982, 1983 and 1984 growing seasons. Kamboinse Agricultural Experiment Station. ICRISAT/SAFGRAD.

Reij, C. (1983) L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute Volta depuis l'Indépendance: vers une plus grande participation de la population. Amsterdam, Institute for Environmental Studies.

Reij, C. (1987) The Agro-Forestry Project in Burkina Faso: an analysis of popular participation in soil and water conservation. Paper presented at IIED Conference on Sustainable Development, London, 28-30 April 1987.

Reij, C. (1988) Impact des techniques de conservation des eaux et du sol sur les rendements agricoles; analyse succincte des données disponibles pour le Plateau Central au Burkina Faso. AGRISK, Université de Groningen et Université de Ouagadougou.

Rochette, R. et collaborateurs (1988) Le Sahel en Lutte contre la Désertification. Fiches d'expérience Burkina Faso. Ouagadougou, Programme Allemand CILSS.

Rodriguez, L. et C. Yameogo (1988) Projets de recherche-développement à l'ORD du Yatenga. Rapport d'activités 1987. ORD du yatenga, Burkina Faso.

Roose, E. et J. Piot (1984) Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Central Upper Volta). In: Challenges in African Hydrology and Water Resources. IAHS, Publ. no. 144: 485-498. IAHS, Harare, Zimbabwe.

SAFGRAD (1986) Cereal technology development West African Semi-Arid Tropics: a farming systems perspective. End of Project Report, AID Contract AFR-C-1472. West Lafayette, Purdue University.

Serpantié, G. (1987) Aménagements et logiques de production paerche-Développsannes au Yatenga: réflexions d'un agronome. In: Les Cahiers de la Recherche-Développement no. 14-15: 30-43.

Wright, P. (1985) La conservation des eaux et des sols par les paysans. In: Ohm, H.W. et J.G. Nagy, Technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest: 60-67. West Lafayette, Purdue University.