

L'aménagement de terroirs villageois et l'amélioration de la production agricole au Yatenga (Burkina Faso)

Une expérience de recherche-développement

Patrick DUGUÉ (1), Éric ROOSE (2) et Luc RODRIGUEZ (3)

(1) Cirad-Sar, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France.
(2) Centre Orstom, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France.
(3) DDAF, rue Trivalle, BP 28, 11001 Carcassonne cedex, France.

RÉSUMÉ

L'agriculture du Yatenga (Burkina) est actuellement très affectée par la dégradation des sols due en partie à l'érosion hydrique. Suite aux années de sécheresse récentes (1982-1985), le projet de recherche-développement du Yatenga a centré son intervention sur la valorisation de l'eau pluviale et l'aménagement des terroirs villageois. Pour chaque partie de la toposéquence (haut de pente, glacis, bas-fond), des techniques d'aménagement ont été testées en milieu paysan. Elles associent les aménagements physiques (cordon pierreux, demi-lune, digue filtrante) et biologiques (arbres, arbustes, graminées). La valorisation de ces aménagements par l'agriculture nécessite d'améliorer les techniques culturales. La relance de la culture attelée légère privilégiant le sarclobinage isohypse, l'amélioration de la production de fumure organique et l'utilisation raisonnée des engrais minéraux constituent les thèmes majeurs du conseil technico-économique apporté aux paysans.

Les difficultés principales rencontrées sont liées d'une part aux faibles moyens d'intervention des exploitations agricoles et d'autre part à la divagation des troupeaux en saison sèche, qui compromet les plantations. Deux méthodes complémentaires d'intervention ont été adoptées : la première, centrée sur le paysan, sa famille et son matériel, vise à aménager progressivement les parcelles de l'exploitation agricole ; la seconde consiste à appuyer des groupes de paysans organisés pour l'aménagement de portions de bassin versant (location de camions, topographie...).

MOTS CLÉS : Yatenga — Zone sahélo-soudanienne — Lutte antiérosive — Aménagement — Terroir villageois — Techniques culturales — Intensification.

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF RURAL SOILS AND THE IMPROVEMENT OF THE AGRICULTURAL PRODUCTION IN YATENGA (BURKINA FASO). A RESEARCH-DEVELOPMENT EXPERIMENT

In Yatenga (Burkina), farming is currently strongly affected by the soil degradation due partly to water erosion. Following the recent drought years (1982-1985), the research-development project in Yatenga focused on the enhancement of rainy water and on the development of rural soils. For each part of the toposequence (upslope, glacis, bottom), some techniques were tested in rural zones. They combine the physical developments (stone bund, half-moon, permeable dam) and the biological ones (trees, shrubs, graminaceae). The enhancement of these developments through farming requires to improve the cultivation techniques. The revival of the slight draught cultivation favoring the on level weeding, the improvement in the production of organic manuring and the rational use of mineral fertilisers are the main themes of the technico-economic advice given to farmers.

The main difficulties observed are related on the one hand to the weak means of the farms and on the other hand to the cattle migrations during the dry season which affect plantations. Two complementary methods were used by the farmers from some villages: the first one is based on the farmer, his family and his equipment and aims at developing gradually the agricultural plots; the second one consists in helping organized groups of farmers to develop portions of hillslopes (truck rental, topography...).

KEYWORDS : Yatenga — Sahelo-Sudanese zone — Erosion control — Development — Village territory — Cultural practices — Intensification.

RESUMEN

EL APROVECHAMIENTO DE TIERRAS RURALES Y LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN YATENGA (BURKINA).
UNA EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN-DESARROLLO

En la época actual, la agricultura de Yatenga (Burkina) es fuertemente afectada por la degradación de los suelos debida en parte a la erosión hídrica. Después de los recientes años de sequía (1982-1985), el proyecto investigación-desarrollo de Yatenga ha sido concentrado en la valorización del agua pluvial y en el aprovechamiento de las tierras rurales. Para cada parte de la toposecuencia (pendiente arriba, glacis, bajos), algunas técnicas de aprovechamiento han sido probadas en la zona rural. Combinan los aprovechamientos físicos (cordón de piedras, media luna, dique de regulación) y biológicos (árboles, arbustos, gramíneas). La valorización de esos aprovechamientos a través de la agricultura requiere mejorar las técnicas de cultivo. El resurgimiento del cultivo con yunta ligera que favorece el caballón a nivel, la mejora de la producción de abonado orgánico y la utilización racional de abonos minerales constituyen los temas principales de los consejos técnico-económicos dados a los campesinos.

Las dificultades principales encontradas se relacionan por una parte con los reducidos medios de las explotaciones agrícolas y por otra parte con la migración de los rebaños en la estación seca que afectan las plantaciones. Dos métodos complementarios de ayuda han sido utilizados por los campesinos de algunas aldeas : el primero se funda en el campesino, su familia y sus aperos e intenta aprovechar progresivamente las parcelas de la explotación agrícola ; el segundo consiste en ayudar a los grupos de campesinos organizados para el aprovechamiento de porciones de cuenca hidrográfica (alquiler de camiones, topografía...).

PALABRAS CLAVES : Yatenga — Zona sahelosudanesa — Lucha contra la erosión — Aprovechamiento — Tierra rural — Técnicas de cultivo — Intensificación.

INTRODUCTION

Les caractéristiques physiques des sols du Yatenga (toposéquence longue, forte sensibilité à la battance...) et leur surexploitation sont les causes principales des phénomènes de dégradation observés dans cette région (nord-ouest du Burkina), l'une des plus touchées par l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest. Les premiers travaux de défense et restauration des sols y débutèrent en 1960 (programme Geres, 1960-1964) avec un succès très limité au regard de l'investissement consenti. Après une longue période vouée à l'intensification des systèmes de culture (vulgarisation de la culture attelée, engrais...), le développement rural s'est à nouveau consacré à la lutte contre l'érosion (programme FDR puis FEER, 1978-1985). Ce domaine d'intervention est devenu dans les années 1980-1991 prioritaire pour la plupart des structures de développement de la région (ONG, associations de paysans, projets...). C'est dans ce cadre que le projet de recherche-développement du Ya-

tenga, qui associait des structures de recherche (Inera, Cيراد) et de développement (CRPA), s'est intéressé à la lutte contre l'érosion, à l'aménagement des terroirs villageois et, d'une façon plus générale, à l'amélioration des systèmes de production agricole.

Nos propositions techniques en matière d'aménagement de terroir villageois reposent d'une part sur un travail d'expérimentation de techniques culturales et antiérosives avec les populations, d'autre part sur les acquis scientifiques obtenus dans ces domaines dans des écologies comparables. Après une présentation du contexte physique et humain, nous aborderons dans un premier temps les travaux entrepris par le projet de recherche-développement dans les domaines de l'amélioration des systèmes de culture et de la lutte contre l'érosion. Puis nous discuterons des méthodologies d'intervention expérimentées dans quelques villages en vue d'un aménagement global des terroirs villageois, afin d'en dégager les atouts et les limites.

LE CONTEXTE

Le projet de recherche-développement s'est principalement intéressé à la zone Centre-Yatenga caractérisée par une prédominance de l'agriculture sur l'élevage, une

population majoritairement mossi et une forte densité de population (50 à 80 habitants au kilomètre carré). Les villages d'étude de Ziga, Sabouna et Boukéré sont représentatifs de cette sous-région où les phénomènes d'érosion hydrique sont les plus marqués (fig. 1).

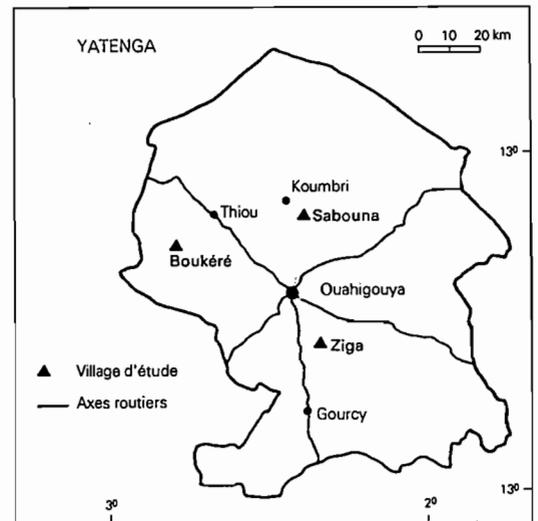
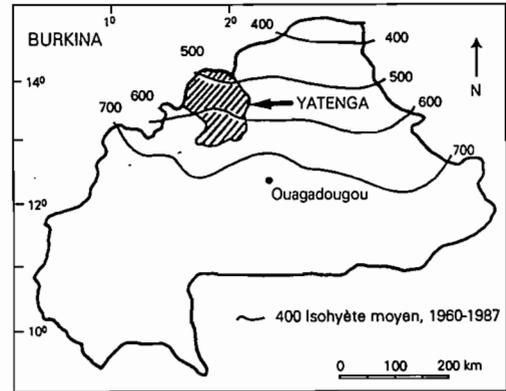
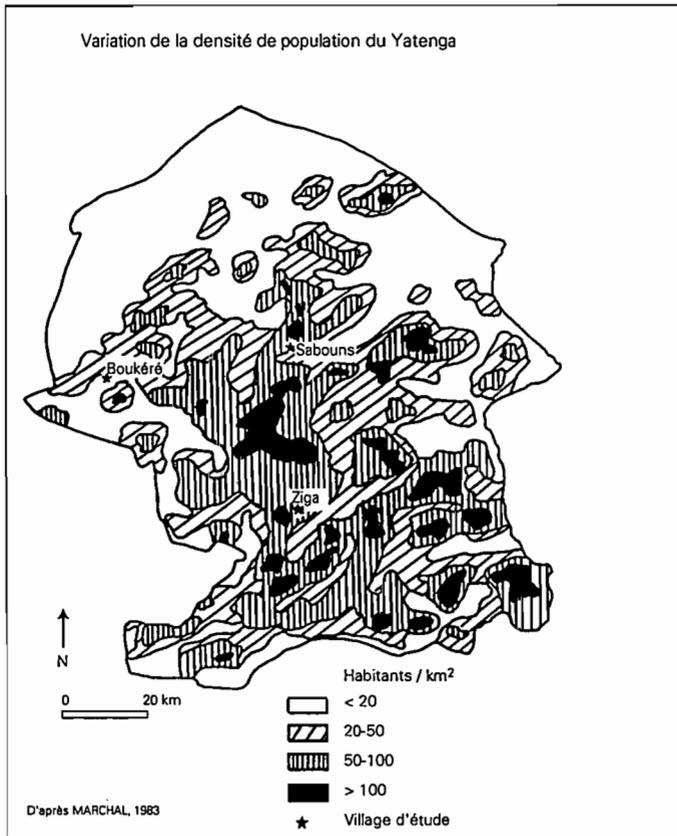


FIG. 1. — Cartes de situation et de densité démographique. Yatenga, Burkina Faso. Location and population density maps. Yatenga, Burkina Faso.

Une agriculture en crise

Dans les villages mossis, la production céréalière constitue l'activité principale (90 % de la surface cultivée) et assure, plus ou moins bien selon les années, la nourriture de base des populations. Durant la période 1980-1990, l'autosuffisance alimentaire à l'échelle de la province n'a été atteinte qu'une année sur cinq.

La raréfaction des ressources naturelles (terre, fourrages, bois), la dégradation des sols et donc la baisse de la production agricole sont liées à deux causes principales :

— un accroissement démographique important durant les cinquante dernières années ; ainsi la densité de popu-

lation du Yatenga est-elle passée de 24 habitants au kilomètre carré en 1930 à près de 54 habitants au kilomètre carré en 1990 ;

— un renforcement des aléas climatiques caractérisé principalement par une baisse de la moyenne pluviométrique annuelle de 700 mm à 530 mm au cours des vingt dernières années.

Dans ce contexte, les paysans du Yatenga ont développé de nouvelles stratégies de production anti-aléatoires : par exemple en développant les cultures de sorgho en bas-fond (zone réservée auparavant au pâturage et à la riziculture), en privilégiant l'élevage de petits ruminants, moins risqué

et plus adapté aux pâturages dégradés que l'élevage bovin, en investissant leurs faibles revenus ou leur force de travail dans des situations agricoles moins aléatoires (exode vers le sud).

Les opérations culturales restent entièrement manuelles pour 90 % des surfaces cultivées. La culture attelée stagne et même régresse dans la plupart des cas du fait des difficultés d'entretien des bœufs de trait et de l'absence de stratégie de développement de la culture attelée au Yatenga. Dans ces conditions, un actif cultive selon ses disponibilités en terre entre 0,75 ha et 1,2 ha. Tout le temps de travail disponible en saison agricole après les semis est consacré au sarclobinage manuel des cultures jusque début septembre. La concurrence avec d'éventuels travaux d'aménagement est donc très forte (plantation d'arbres et de graminées, réparation des dispositifs antiérosifs). En saison sèche, la capacité d'intervention des paysans et de leur famille pour réaliser les aménagements ou fabriquer de la fumure organique de qualité (fumier) est très souvent limitée par l'exode temporaire et le manque de matériel (charrette, pelle, pioche...).

Les contraintes physiques de la production agricole : ruissellement, érosion hydrique et pauvreté des sols

Malgré la baisse de la moyenne pluviométrique annuelle, l'intensité des pluies est élevée et dépasse le plus souvent 80 mm/h. L'érosivité climatique est importante ($R_{USA} = 300$ à 500). Les risques de ruissellement et d'érosion sont très élevés en début de saison humide du fait de l'état de surface (sol nu encroûté) et de la couverture très partielle des sols. Les résidus de récolte, la paille de mil principalement, sont stockés dès la récolte (fourrage, combustible...) ou pâturés par les animaux en divagation durant toute la saison sèche. Dès le mois d'avril, la biomasse résiduelle couvrant le sol est négligeable. On a pu observer qu'en mars 1983 (400 mm bien répartis en 1982) il restait en moyenne 200 kg/ha de paille de mil et d'adventices sur les parcelles les plus éloignées du village, donc moins pâturées par les troupeaux. Autour des concessions, le sol est totalement nu.

Sans entrer dans la diversité des situations agropédologiques du Centre-Yatenga, il est possible d'aborder les contraintes physiques de la production agricole à l'échelle d'une toposéquence « type » (fig. 2).

En haut de toposéquence, les sols gravillonnaires ou totalement décapés (« zipellés ») ne permettent plus l'installation d'une végétation arborée et herbacée quelle que soit la pluviosité. Le coefficient de ruissellement peut atteindre 50 à 80 % durant toute la saison des pluies. Les quelques plaques de sol sableux qui subsistent çà et là se couvrent dès les premières pluies d'un maigre tapis herbacé à base de *Cenchrus biflorus* (« cramcram ») qui disparaît en début de saison sèche.

Les zones de glacis au sol sablo-argileux plus ou moins profond (50 à 100 cm) sont presque totalement cultivées. La jachère a pratiquement disparu. Du fait principalement de la longueur des pentes dépassant parfois deux kilomètres et de la sensibilité de ces sols à la battance et à l'encroûtement, les zones de glacis sont facilement sujettes à l'érosion en nappe. Celle-ci peut être plus ou moins marquée selon la texture du sol et la pente. Les zones plates ou dépressionnaires sur sol sableux profond sont peu affectées par l'érosion et peuvent porter un parc à *Faidherbia albida* malheureusement vieillissant. C'est aussi dans les zones de glacis que naît l'érosion en rigole et en ravine lorsque le ruissellement en nappe s'intensifie. Des ravines peuvent atteindre 1 à 3 m de profondeur et plus de 10 m de largeur.

Les zones de bas-fond, du fait de leur position dans la toposéquence, sont peu affectées par l'érosion. Par contre, les apports massifs d'eau de ruissellement, lorsque les pluies dépassent 20 mm, rendent leur mise en valeur et leur aménagement difficiles et coûteux.

Les sols hors bas-fond ont des caractéristiques physiques (structure, texture, teneur en matière organique inférieure à 0,7 %) qui favorisent leur érodibilité mais aussi des propriétés chimiques défavorables aux cultures : carence en phosphore assimilable ($P_{Olsen} < 15$ ppm) et en azote (0,03 à 0,06 %). Ces carences se sont accentuées au fil des années du fait d'une absence de mise en jachère des sols et de très faibles apports de fumure minérale et organique. Actuellement, la fumure organique (poudrette, parcage) concerne moins de 10 % des surfaces cultivées (DUGUÉ, 1989 a).

L'utilisation des ressources naturelles et l'occupation de l'espace

L'espace agraire du Centre-Yatenga est totalement approprié et s'organise en terroirs villageois aux limites bien connues de tous (MARCHAL, 1983). La terre est historiquement répartie entre les différents lignages qui composent la population. Des systèmes de prêts pour une ou plusieurs campagnes agricoles permettent une redistribution des terres. Les parcelles prêtées sont difficilement aménageables par les paysans emprunteurs qui les exploitent ; la plantation d'arbres, la construction d'un cordon pierreux sont considérées comme des signes d'appropriation de la terre et ne sont pas donc autorisées par son propriétaire.

Les ressources provenant des zones sylvopastorales (pâturage, bois de feu...) sont utilisées par tous sans règle de gestion précise. Mais, du fait de la raréfaction de la plupart des ressources naturelles, on tend vers une appropriation de certaines de ces ressources : les pailles de mil sont de plus en plus stockées dès le mois de novembre par le propriétaire de la récolte, ce qui limite la vaine pâture... (DUGUÉ, 1985).

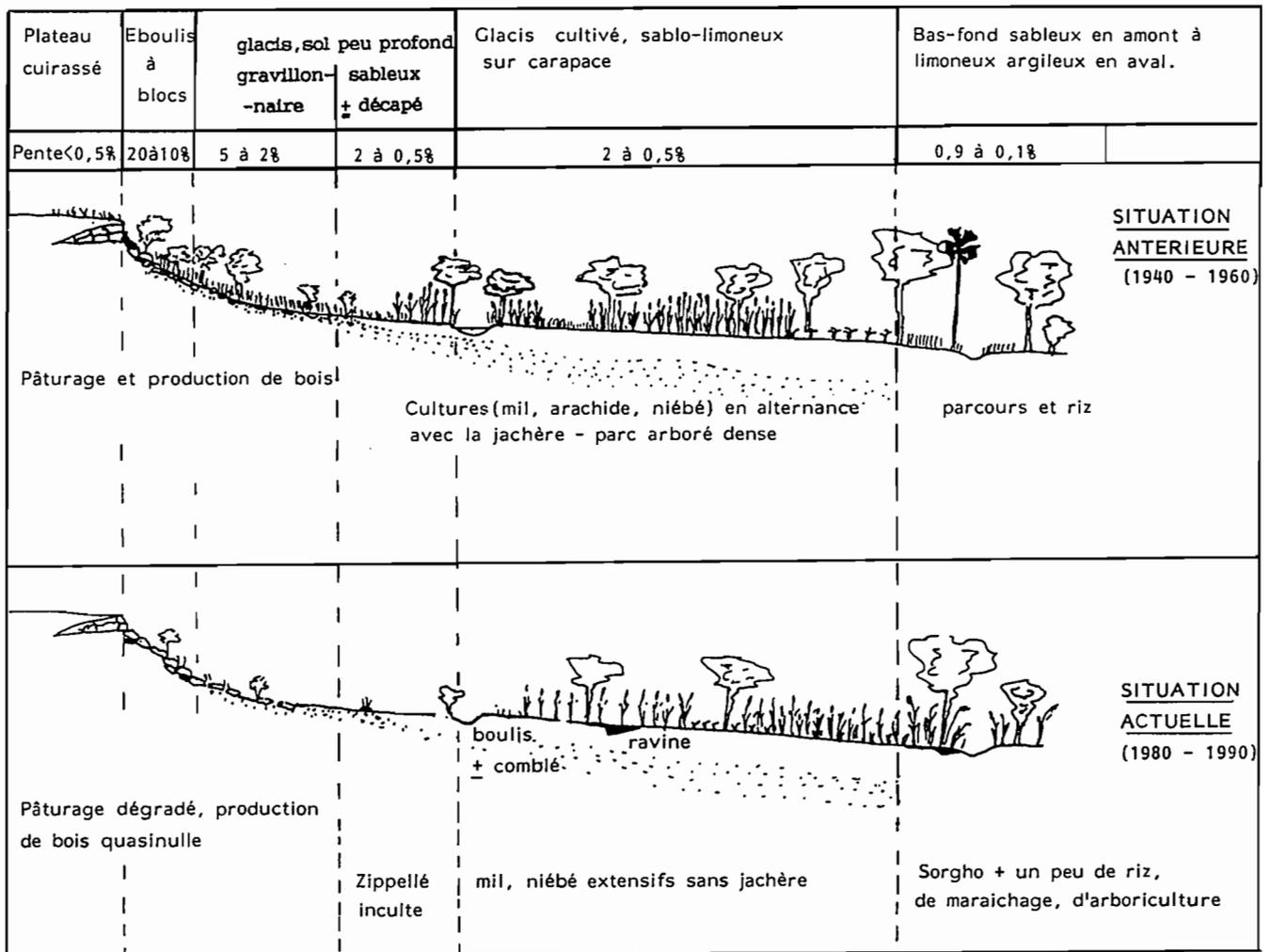


FIG. 2. — Schéma de la toposéquence type du Centre-Yatenga sur cuirasse et granite et son évolution récente.
Diagram of the type toposéquence of Central Yatenga on hardpan and granite and its recent development.

Le territoire villageois comprend, dans presque toutes les localités du Centre-Yatenga, quatre unités principales (fig. 3) :

- la zone de parcours de saison des pluies, constituée principalement des terres incultes en haut de pente et de petites surfaces en bas-fond inondables et non cultivées ;
- la zone de culture extensive, située sur les glacis plus ou moins dégradés, presque totalement cultivée et couvrant la majeure partie de l'espace agraire (de 50 à 65 % de la surface des terroirs) ;
- la zone de culture intensive autour des habitations, qui reçoit presque chaque année de la fumure organique, et couvre 5 à 10 % des surfaces cultivées ;
- la zone de culture de bas-fond, principalement cultivée en sorgho, qui correspond à environ 10 % de la surface des terroirs villageois.

LES MÉTHODES D'ÉTUDE ET D'INTERVENTION

L'objectif majeur du projet de recherche-développement était de proposer des innovations techniques et organisationnelles aux paysans et aux structures de développement afin d'accroître la production agricole sans dégrader les ressources naturelles. Ces propositions résultent de travaux d'expérimentation et d'enquêtes menés en étroite collaboration avec des groupements de producteurs. Les méthodes utilisées sont complémentaires et de trois types :

- des enquêtes à l'échelle d'unités de production visant à caractériser les pratiques paysannes, à comprendre le fonctionnement des systèmes de production et à apprécier les capacités des producteurs à adopter les innovations proposées ;
- des expérimentations agronomiques en milieu paysan à l'échelle de petites parcelles permettant d'apprécier

les relations entre les techniques culturales, la variabilité de la pluviosité, la diversité des types de sol et les productions des cultures ;

— le suivi qualitatif d'aménagements expérimentaux dans diverses situations agropédologiques et sociales.

L'objectif de ce programme de recherche-développement n'était donc pas d'étudier les processus d'érosion et de dégradation des sols mais de mettre au point avec les

populations un schéma d'aménagement des terroirs du Centre-Yatenga. Bien que la lutte contre l'érosion ait été un des axes majeurs de notre intervention, celle-ci s'intègre dans une approche plus globale visant à accroître de façon durable la production agricole et sylvopastorale : la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES).

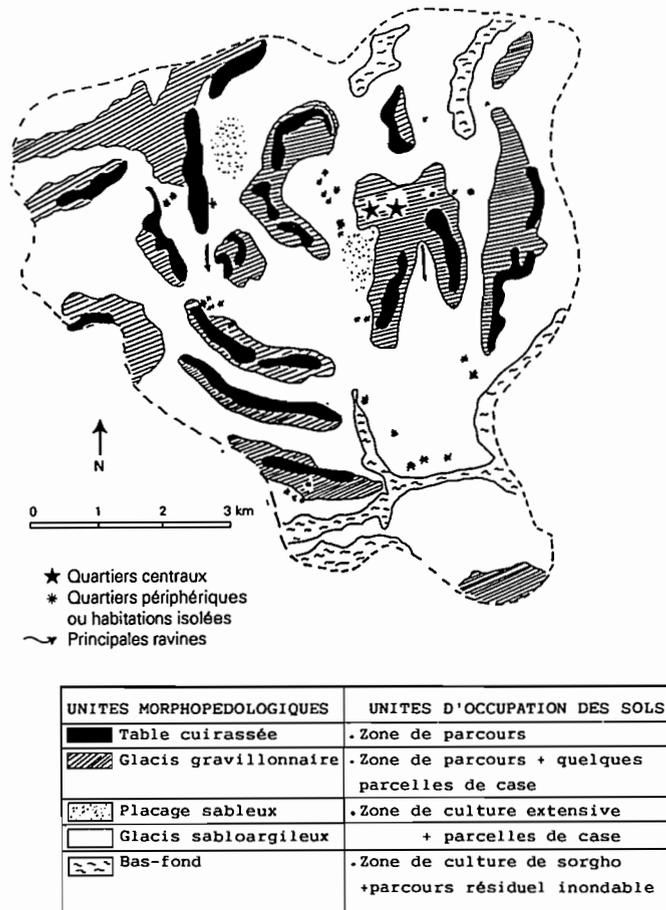


FIG. 3. — Carte simplifiée des différentes unités morphopédologiques du terroir de Ziga.
Simplified map of the different morphological soil units in the Ziga area.

L'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION AGRICOLE PAR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU ET DES NUTRIMENTS

De la parcelle au bassin versant : l'évolution des propositions techniques

Nos premiers travaux (1982-1985) ont porté essentiellement sur l'amélioration des systèmes de culture par l'introduction de techniques culturales, de types de fumure et de variétés *a priori* plus performantes.

Sur les parcelles d'expérimentation en milieu paysan, les gains de production en mil dus au travail du sol et à

la fertilisation minérale et organique (100 kg/ha d'engrais 14-23-14 et 5 t/ha de fumier) peuvent atteindre 300 kg/ha si l'on exclut les parcelles de case et de bas-fond (tabl. I). Mais ces résultats sont très variables selon le type de sol et la répartition des pluies.

L'effet du travail du sol peut être bénéfique aux cultures dans les sols profonds et, en année humide, dans les sols dégradés ou peu profonds. Mais on ne dispose pas de données sur l'évolution des caractéristiques physiques et chimiques de ces types de sol sous l'effet de labours répétés. L'hypothèse d'une accélération de la minéralisation

de la matière organique du sol sous l'effet d'un travail du sol profond (labour à 12-15 cm) reste à prouver. En fait, le labour favorise d'une part la prolifération de la microflore consommatrice d'éléments organiques, et d'autre part le développement du système racinaire de la culture, source de matière organique (exsudats racinaires, racines

mortes...) (PIERI, 1989). Par ailleurs, le travail du sol (principalement le labour) peut créer un horizon superficiel très meuble et donc très sensible à l'érosion. Cela est couramment observé lorsque le labour est réalisé sur un sol peu humide avec un front d'humectation à 10-15 cm de profondeur.

TABLEAU I
Gains de rendement en mil obtenus par le labour et la fumure minérale (100 kg/ha de 14-23-14) dans les essais paysans (1982-1987). D'après DUGUÉ, 1989 a
Improved yields in millet obtained through ploughing and mineral manuring (100 kg/ha of 14-23-14) in rural tests (1982-1987). After DUGUÉ, 1989 a

Conditions de milieu climat + terrain	Critères d'appréciation de la pluviosité ETR/ETM (2)	Témoin non fertilisé + semis direct (kg/ha)	Gains dus au labour par rapport au semis direct (kg/ha)	Gains dus à la fumure minérale par rapport au témoin non fertilisé (kg/ha)
Pluviométrie très déficitaire mal répartie (1984) - tout type de terrain hors bas-fond	< 0,75	0-200	0	0
Pluviométrie déficitaire - terrain dégradé (3) - terrain peu profond - terrain profond	0,75 < - < 0,90	0-200 0-200 200-400	+ 200 à 350 0 + 200 à 400	0 0 + 200 à 300
Pluviométrie favorable - terrain peu profond - terrain dégradé - terrain profond	> 0,90	300-400 200-300 400-600	+ 0 à 100 + 100 à 300 + 200 à 300	+ 200 à 300 + 200 à 300 + 400 à 600

(1) Intervalle des gains obtenus par condition de milieu entre 1982 et 1987.

(2) ETR/ETM cycle (évapotranspiration réelle/évapotranspiration maximale) pour une culture de mil semée sous la première pluie supérieure à 15 mm après le 20 juin sur un sol utile = 90 mm.

(3) Terrain dégradé : terrain sablo-argileux très sensible à la battance, horizon de surface en cours de décapage.

L'amélioration des rendements par l'emploi des techniques d'intensification est significative lorsque les conditions d'alimentation hydrique sont satisfaisantes (sol assez profond, au moins 80 cm, ETR/ETM > 0,9). Mais, dans les situations où le ruissellement et l'érosion sont intenses, on note d'une part une perte en eau importante préjudiciable aux cultures même en année à pluviométrie satisfaisante et d'autre part une mauvaise installation de la culture (déchaussement des jeunes plants, pertes en éléments minéraux et organiques en cas d'apports de fumure...).

L'adoption de ces différentes innovations par les paysans reste limitée du fait de leur faible capacité d'investissement (matériel, animaux de trait, engrais...). De plus, la rentabilité de ces investissements reste aléatoire dans les conditions agropédologiques et climatiques courantes du Yatenga. Face à ce constat et suite à la campagne agricole de 1984, marquée par une extrême sécheresse et désastreuse pour les populations, nous avons réorienté no-

tre intervention en prenant en compte la lutte contre l'érosion et la valorisation de l'eau pluviale.

Principales techniques de lutte contre le ruissellement et l'érosion expérimentées et mises en œuvre par les paysans

LES AMÉNAGEMENTS ISOHYPPSES À BASE DE CORDONS PIERREUX

L'objectif premier d'un aménagement au Yatenga est d'accroître le stock d'eau dans les sols cultivés, d'une part en limitant la vitesse de ruissellement, d'autre part en augmentant l'infiltration de l'eau et la capacité de rétention du sol (travail du sol, fumure organique...). Un des corollaires à ces deux types d'intervention est la réduction de l'érosion.

La mise au point du référentiel technique a concerné dans un premier temps les parcelles cultivées (les glacis érodés) et le réseau de ravines qui s'y développe. Il s'inspire d'une part des pratiques paysannes anciennes comme les alignements de pierres sur les fortes pentes (5 à 15 %),

le repiquage de *Andropogon gayanus* en bordure de parcelle (ROOSE, 1992) et d'autre part de l'expérience acquise par des structures de recherche et de développement travaillant au Yatenga depuis plusieurs années (Oxfam, AFVP, Orstom...).

Les cordons pierreux constituent la base de l'aménagement antiérosif. Constitués de blocs de cuirasse disposés selon les courbes de niveau, ces obstacles filtrants ralentissent le ruissellement, et permettent ainsi de mieux répartir l'eau sur la parcelle (fig. 4). On n'observe plus d'excès d'eau en amont des ouvrages, comme c'est le cas

pour les diguettes en terre ; excès préjudiciable aux cultures et créant des brèches dans les ouvrages en cas de fortes pluies. La disposition des cordons se fait selon des règles facilement compréhensibles par les paysans et avec un matériel peu onéreux (niveau à eau ou niveau A) (RODRIGUEZ *et al.*, 1990). Afin de faciliter le passage d'outils de culture attelée nécessitant un semis en ligne, la courbe de niveau principale située au milieu de la parcelle est lissée. Il se constitue ainsi des bandes de terrain de 30 à 50 m de largeur selon la pente, facilement cultivables avec la traction animale.

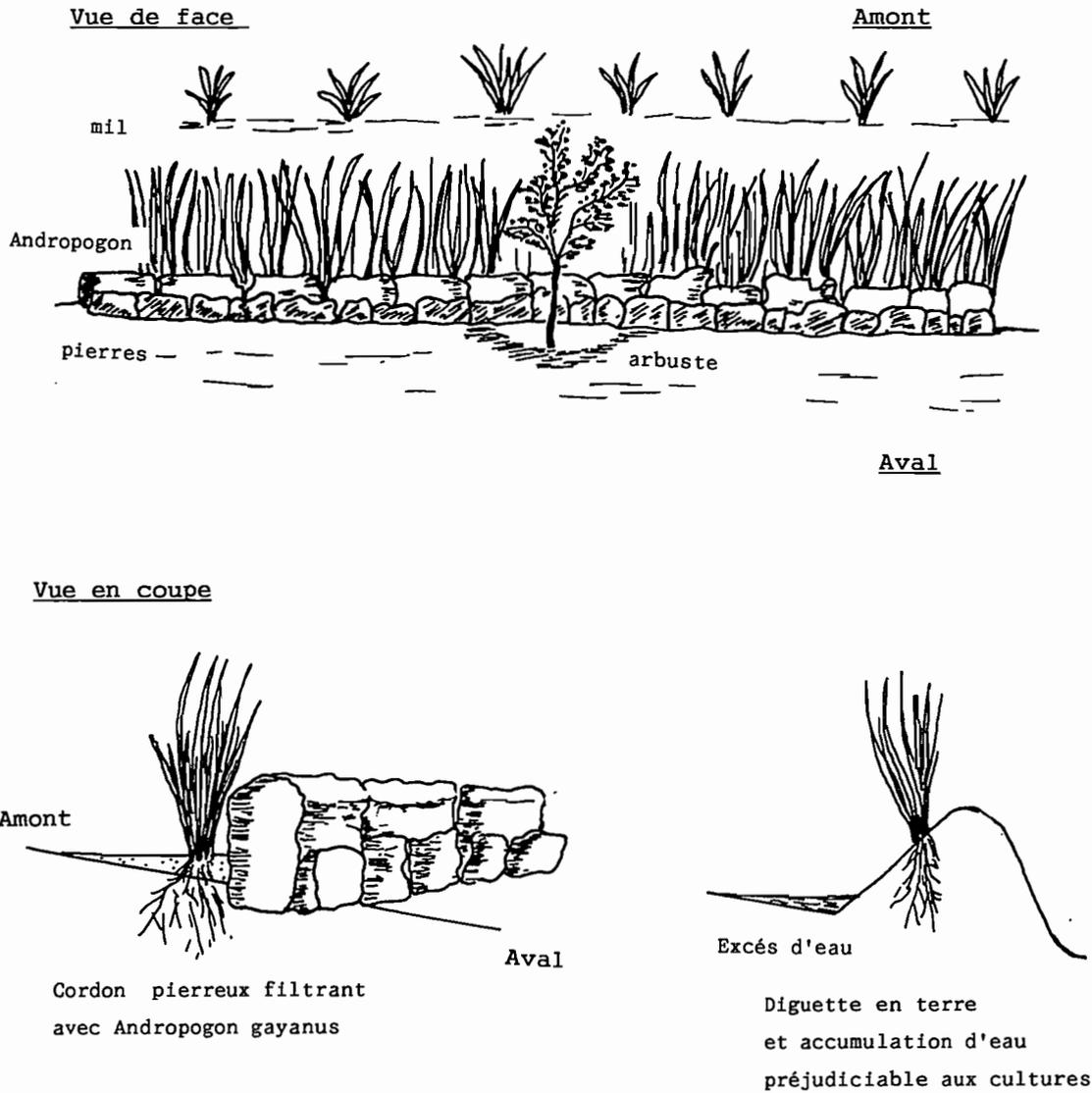


FIG. 4. — Cordons pierreux isohypses avec plantation d'arbres et de *Andropogon gayanus*.
On level stone bunds planted with trees and *Andropogon gayanus*.

Les recherches menées à Bidi par une équipe pluridisciplinaire de l'Orstom ont montré l'intérêt et les limites des aménagements à base de cordons pierreux (SERPANTIE et LAMACHÈRE, 1990). On retiendra de ces travaux que :

— ces aménagements isohyphes réduisent notablement l'érosion, la réduction des pertes en terre variant de 35 à 70 %, en comparaison avec une parcelle témoin ;

— ce type d'aménagement a un effet plus limité sur le ruissellement lorsque le sol est lisse du fait du passage à certains endroits préférentiels des eaux ruisselantes à travers les cordons pierreux ; d'où l'intérêt de cloisonner ces cordons par des levées de terre de 4 m tous les 10 m afin de limiter les déplacements latéraux (difficilement compatibles avec la culture attelée) ;

— globalement, l'aménagement testé entraîne un gain de production de grain de mil de 11 à 81 % au profit de la parcelle aménagée, variable selon le volume et la répartition des pluies. Sauf en année humide, où l'excès d'eau sur la parcelle dû à l'aménagement et à l'enherbement subséquent peut avoir un effet dépressif sur la culture.

LES TECHNIQUES DE CONTRÔLE DE L'ÉROSION EN RIGOLE ET EN RAVINE

Lorsque le ruissellement s'organise en rigole ou en ravine, les cordons pierreux sont renforcés aux passages de celles-ci par des ouvrages en pierres : muret, digue filtrante. Ces ouvrages doivent suivre fidèlement la courbe de niveau dans la ravine. Lorsque la ravine n'est pas trop importante, on a préféré travailler avec des grosses pierres bien disposées, calées dans le sol, plutôt qu'utiliser des gabions très coûteux (10 000 à 15 000 F CFA par gabion). Les ouvrages en gabions ont été réservés au traitement des grosses ravines (1 à 2 m de profondeur, 4 à 10 m de largeur) et à la construction de radiers.

L'ENTRETIEN ET LA VÉGÉTALISATION DES OUVRAGES ANTIÉROSIFS

La pérennité des ouvrages en pierres — cordons pierreux, murets, digues — dépend de leur entretien. Les pierres peuvent se déchausser et créer une brèche. Par ailleurs, l'atterrissement en amont des ouvrages peut être important ; les pierres peuvent s'enfoncer dans les sols sableux humides sous l'effet de leur poids. Ainsi, le niveau moyen des cordons pierreux diminue et le dispositif antiérosif devient de moins en moins efficace. Afin de pérenniser les ouvrages en pierres, un certain nombre de tests de végétalisation ont permis de sélectionner les espèces herbacées et ligneuses les plus performantes.

Andropogon gayanus constitue la graminée pérenne la plus efficace au Yatenga ; de plus, elle est autochtone et très appréciée des populations comme matériau de construction (toits, palissades, nattes...). Des techniques de se-

mis direct ont été mises au point (RODRIGUEZ *et al.*, 1990) et sont efficaces en amont des ouvrages en pierres, là où s'accumulent l'eau de ruissellement et des nutriments organo-minéraux.

Des arbres ou arbustes peuvent être plantés en aval des ouvrages et profiter aussi de ces conditions favorables de développement. Les ligneux peuvent être conduits en haie vive (*Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia nilotica*) dans un double objectif de consolidation de l'aménagement physique et de production (fruits, fourrages foliaires). Des arbres isolés (*Sclerocaria birrea*, *Faidherbia albida...*), plantés avec un écartement de 5 m en aval des cordons pierreux, reconstitueront le parc traditionnel aux avantages multiples : restitution des feuilles au sol, limitation de l'érosion éolienne, production de bois, de fruits et de fourrages. La plantation d'arbres isolés s'est avérée mieux acceptée par les paysans que l'installation de haies vives car moins gênante pour les cultures et moins coûteuse en temps de travail.

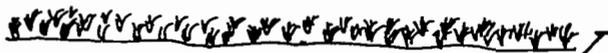
LES AUTRES TECHNIQUES ANTIÉROSIVES EXPÉRIMENTÉES EN ZONE CULTIVÉE

La construction d'ouvrages en pierres est facilement réalisable par un paysan et sa famille qui disposent d'une charrette lorsque le gisement de pierres se situe à moins d'un kilomètre de la parcelle. Dans le cas contraire, il faut avoir recours à un camion donc à l'appui d'un service ou d'un projet de développement. Face à ces contraintes, plusieurs alternatives aux cordons pierreux ont été testées. Des dispositifs à base de diguettes en terre, de bandes enherbées et d'andains de paille ont été expérimentés dans différents sites. Ils ont été conçus sur le même principe que les cordons pierreux : ralentir le ruissellement sans créer d'accumulation d'eau (fig. 5). Le dispositif semi-filtrant associant des diguettes en terre et des seuils en pierres ou de végétaux s'est avéré fragile car l'eau de ruissellement s'écoule préférentiellement au contact terre-seuil, créant ainsi des rigoles.

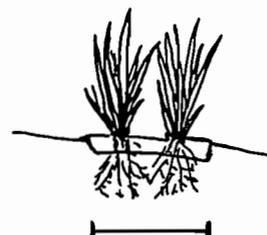
L'installation de bandes enherbées de *Andropogon gayanus* de faible largeur (0,5 à 1 m) par un travail du sol superficiel et un semis direct est une technique performante et rapide. Mais, dans les zones les plus ruisselantes, les jeunes pousses de *Andropogon* ont beaucoup de mal à se développer (sol compact, mauvaise levée, déchaussement des plantes...). L'efficacité de ces bandes de *Andropogon* les années suivantes dépend de l'entretien du dispositif (regarnissage) et du contrôle de la coupe et du pâturage de ces graminées pérennes. La mise en place d'andains de paille stabilisés par les chaumes de deux lignes de sorgho (fig. 5) constitue une technique intéressante de réduction du ruissellement et d'apport de matière organique. Mais sa mise en œuvre se heurte actuellement à la divagation des troupeaux, grands consommateurs de résidus de récolte, en saison sèche.

a) bandes enherbées d'Andropogon gayanus

AMONT

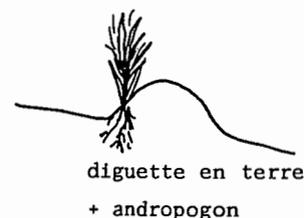
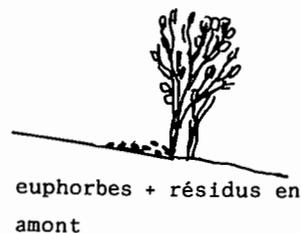
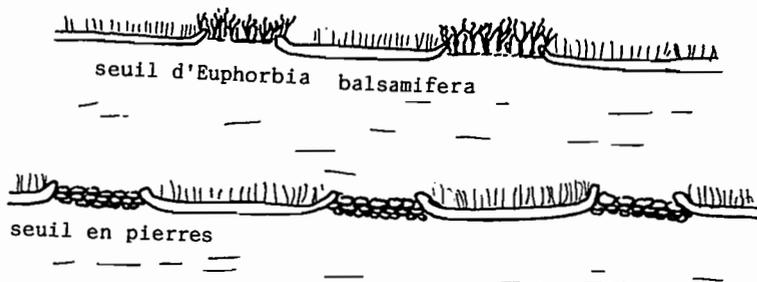


AVAL

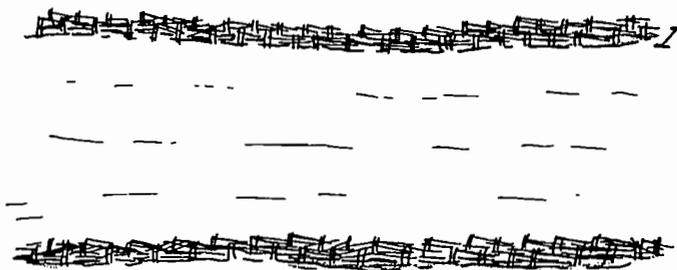


0,5 à 0,75 m
zone travaillée et semis
direct ou repiquage d'andropogon

b) diguettes en terre avec seuils filtrants en quinconce



c) andains de pailles de mil et de sorgho



pailles andainées tige de sorgho laissée en place

VUE DE FACE

VUE EN COUPE

FIG. 5. — Les dispositifs antiérosifs sans cordons de pierres : bande enherbée de *Andropogon*, diguette en terre avec seuils filtrants en quinconce, andains de paille avec tiges de sorgho.
The protective equipment against erosion without any stone bund: grass barrier of Andropogon, soil ridge with permeable check dam in alternate rows, straw windrows with sorghum stems.

LES AMÉNAGEMENTS EN AMONT ET EN AVAL DES GLACIS CULTIVÉS

La plupart des travaux d'expérimentation de techniques antiérosives en dehors des glacis cultivés ont concerné les hauts de toposéquence sur deux types de sol principalement ; les sols gravillonnaires peu profonds et les sols argilo-sableux découpés, compacts et quasi incultes (« zipellés » en mooré).

Les essais de réhabilitation de ces sols ont porté sur la régénération de la strate herbacée et la remise en culture lorsque le sol était suffisamment profond. Les tests de régénération d'un couvert herbacé, basés sur le passage d'une dent de sous-soleuse en motorisation ou en traction animale, ont donné peu de résultats sur sol squelettique et gravillonnaire. De meilleurs résultats ont été obtenus avec la technique des demi-lunes qui concentrent l'eau de ruissellement. Un travail du sol superficiel par piochage manuel de la demi-lune et un ensemencement en graminées annuelles (*Schoenefeldia gracilis*, *Penisetum pedicellatum*) favorisent l'implantation d'une nouvelle végétation.

Sur les zipellés au sol suffisamment profond (plus de 60 cm sans horizon gravillonnaire), une remise en culture est envisageable après la réalisation des cordons pierreux qui vont freiner la lame ruisselante. La technique traditionnelle du « zaï » permet d'obtenir dès la première année une récolte de mil ou de sorgho et favorise la pousse des ligneux (voir p. 159-173). Le sol compacté est travaillé manuellement en saison sèche, à la daba, autour des futurs poquets de céréales sur une profondeur de 15 à 20 cm et un diamètre de 20 à 40 cm. Cette terre meuble est enrichie de fumier ou de poudrette de parc qui attire les termites dès la première pluie. La cuvette ainsi créée a aussi pour fonction de stocker l'eau de ruissellement. Un paysan peut ainsi récupérer un demi-hectare par saison sèche, en investissant 300 heures de travail et quinze charrettes de fumier (3 t/ha). Afin de diminuer le temps de travail et sa pénibilité, le passage croisé (0,80 m x 0,80 m) d'une dent de travail du sol en sec, en traction bovine, permettra d'entamer le travail de creusage qui se poursuivra manuellement (ROOSE et RODRIGUEZ, 1990 ; FORNAGE, 1993).

L'importance du ruissellement sur ces impluviums dégradés entraîne en aval des mares temporaires surcreusées traditionnellement par les paysans (« bouli »). À partir de cette expérience, nous avons proposé à quelques paysans de creuser leur propre microretenue dans des situations propices : en aval d'impluviums dégradés ou en bordure de ravine. D'une capacité de 300 à 1 000 m³, ces microretenues permettent de diminuer le ruissellement en aval et peuvent avoir différentes utilisations : abreuvement des animaux, irrigation d'appoint en saison des pluies. L'irrigation de complément sur un petit périmètre (0,1 à 0,25 ha) est coûteuse en matériel et entre en concurrence avec les travaux agricoles sur les parcelles extensives de mil. De

ce fait, l'intérêt des paysans pour cette innovation est resté très limité (DUGUÉ, 1986).

L'aménagement des zones basses (bas-fond et bordure de bas-fond) vise à mieux valoriser l'eau de ruissellement qui, après les fortes pluies, s'y trouve en excès. Cela implique l'installation de structures coûteuses (barrage, digue filtrante avec gabions) qui génèrent un surplus de rendement en riz ou sorgho sur de très faibles surfaces en comparaison des possibilités d'aménagement sur glacis. La redistribution des terres ainsi aménagées par un groupement de paysans peut s'opposer au pouvoir foncier traditionnel. Cela explique que nous ayons axé notre intervention sur les glacis cultivés qui concernent toutes les exploitations agricoles. Il ne faut pas toutefois occulter l'intérêt d'un aménagement de bas-fond pour son action de rechargement de la nappe phréatique et donc d'installation de jardins maraîchers de saison sèche (LAMACHÈRE *et al.*, 1993).

Les pratiques agricoles et les techniques culturelles associées aux travaux d'aménagement

L'amélioration des techniques agricoles a pour objectif d'une part de valoriser le surplus d'eau obtenu grâce aux aménagements et d'autre part d'améliorer l'efficacité de ces derniers (accroissement de la rugosité).

LE TRAVAIL DU SOL ET LA CULTURE ATTELÉE

L'aménagement des parcelles de culture en bandes plus ou moins parallèles de 30 à 50 m de largeur permet une utilisation rationnelle de la culture attelée. Vu les faibles capacités d'investissement des paysans du Centre-Yatenga, la régression de l'élevage bovin et la nécessité d'implanter rapidement les cultures, nous nous sommes orientés vers des techniques « légères » de culture attelée : traction asine ou monobovine, opérations mécanisées après le semis. Il apparaît ainsi que la généralisation du semis en ligne et du sarclobinage mécanisé isohypse permettrait d'accroître l'efficacité des aménagements antiérosifs, mais surtout de limiter les pertes en eau en maîtrisant les adventices. De plus, la mécanisation du sarclage libère du temps pour des travaux agroforestiers de saison des pluies (plantation, repiquage) essentiels à la pérennité des aménagements.

En traction bovine, le labour réalisé dans de bonnes conditions (sol humide, parcelle aménagée) reste la technique de préparation du sol la plus performante du fait de son rôle bénéfique pour la capacité de rétention en eau du sol et pour l'enracinement des cultures (NICOU *et al.*, 1987). Mais la rareté des pluies en début de cycle et le temps de travail nécessaire pour la réalisation (quatre jours pour un hectare) rendent cette technique très peu opérationnelle au Yatenga. Les risques d'accroissement de l'érosion liés au travail du sol et aux passages répétés d'outils de sarclobinage en culture attelée ne sont pas à

négliger ; mais dans notre cas ils sont difficiles à évaluer en l'absence de dispositifs de mesure précis (case d'érosion de faible superficie). Ces risques sont fonction de la pente, du type de sol, de la qualité du travail (humidité du sol, profondeur, sens par rapport à la pente).

Une des solutions testées est le travail du sol en sec réalisé par une seule dent tirée par une paire de bœufs (LE THIEC, 1990). L'efficacité de cette technique varie selon le type de sol (plus ou moins argileux et compacté en surface) et la force de travail des animaux de trait. Les gains de production enregistrés restent assez faibles en général (+ 70 kg/ha en 1987) lorsque cette technique n'est pas associée à une fumure organique. Elle a surtout un intérêt pour la réhabilitation des sols dégradés (zipellés) que les paysans souhaitent remettre en culture. Dans ce cas, le passage croisé d'une dent de sous-soleuse en traction bovine est toujours associé à un apport localisé de fumure organique (FORNAGE, 1993). L'adoption et la vulgarisation du travail du sol en sec dépendent essentiellement de l'évolution de la traction bovine au Yatenga.

LA FERTILISATION DES SOLS ET LA GESTION DE LA BIOMASSE

Du fait des carences en phosphore et en azote des sols cultivés, la réponse des céréales à l'engrais minéral est très satisfaisante si la culture n'est pas affectée par un stress hydrique durant la période montaison-remplissage du grain. Malgré la mise en place de crédits de campagne auprès d'une cinquantaine d'exploitations agricoles des trois villages d'étude, la consommation d'engrais minéral n'a jamais dépassé en moyenne 150 kg par exploitation (40 % des exploitations suivies n'ont pas utilisé d'engrais). En dépit des progrès réalisés grâce aux aménagements antiérosifs, les paysans considèrent que la fumure minérale reste un investissement risqué et trop soumis aux aléas pluviométriques.

L'apport de fumure organique est une pratique traditionnelle qui peut être améliorée et développée. Actuelle-

ment, l'utilisation de la fumure organique reste très limitée du fait des faibles disponibilités en fumier et poudrette. Pour les trois villages d'étude, au moins 67 % des exploitations agricoles disposaient de moins de trois tonnes de fumier par an ; quantité pouvant fertiliser 0,6 ha de céréale à la dose de 5 t/ha (la superficie moyenne d'une exploitation est de 6 ha environ). Des possibilités d'augmenter les quantités de fumure organique ont été testées : transformation au champ des pailles de mil en compost et fabrication de fumier par adjonction de litière de paille de mil. Mais l'adoption de ces innovations techniques se heurte aux faibles disponibilités en paille de mil. Par ailleurs, on dispose de peu de données sur le bilan de la transformation du mélange paille (90 %) plus poudrette (10 %) en compost ; la perte en matière sèche est estimée à 40 %, mais on connaît mal les pertes en éléments minéraux par lessivage et gazéification.

Le développement d'un élevage intégré et stabulé au moins une partie de l'année serait le meilleur atout pour un accroissement de la quantité de fumure organique. Cela impliquerait d'améliorer le bilan fourrager actuel à l'échelle du terroir villageois et donc d'entreprendre un important travail de restauration des pâturages herbacés et ligneux. L'autre voie d'amélioration serait d'accroître de façon significative la production de paille de mil dans les parcelles aménagées par l'emploi raisonné de la fumure organo-minérale sur cette culture (à quels prix et avec quels mécanismes d'aide aux paysans : subventions, crédits... ?).

Stratégies paysannes et propositions techniques

L'aménagement des parcelles cultivées constituait la base d'un programme d'appui et de conseil à une cinquantaine d'exploitations agricoles. De 1985 à 1987, la surface aménagée par an est passée de 34 ha (0,63 ha par exploitation) à 79,5 ha (1,46 ha par exploitation) (tabl. II).

TABLEAU II
Évolution de la surface aménagée annuellement de 1985 à 1987
par un échantillon d'exploitations agricoles suivies. D'après DUGUÉ, 1989 b
*The developed area observed annually from 1985 to 1987
through a sample of farms. After DUGUÉ, 1989 b*

Village d'étude	Sabouna	Boukéré	Ziga	Total
Nombre d'exploitations suivies	21	13	19	53
Surface aménagée en 1985 (ha) Moyenne par exploitation (ha)	10,5 0,5	8,5 0,65	15 0,80	34 0,63
Surface aménagée en 1987 (ha) Moyenne par exploitation (ha)	28 1,2	24 1,77	27,50 1,45	79,5 1,46
Progression 1985-1987 (%)	+ 166	+ 182	+ 83	+ 133

La technique des cordons pierreux était retenue par tous les paysans. Mais on a pu observer qu'un tiers des surfaces aménagées concernait des terres dégradées abandonnées et anciennement cultivées. Les paysans ont surtout mis l'accent sur la régénération des sols et l'amélioration des parcelles très érodées dans un objectif d'accroissement des surfaces cultivées. Cette extensification des systèmes de culture correspond bien aux stratégies anti-aléatoires développées depuis toujours dans ce type de milieu.

Très peu de paysans ont initié un aménagement global de leur parcellaire et une intensification de leur système de culture : le repiquage et le semis de *Andropogon* ont été peu développés (quelques centaines de mètres par paysan) ; la plantation d'arbres a été limitée par l'absence de pépinière villageoise et la divagation des animaux en saison sèche ; la fabrication de compost et de fumier a été entreprise par moins de la moitié des paysans suivis. En revanche, le semis en ligne et le sarclage mécanique ont été fortement appréciés par les chefs d'exploitation, dont un grand nombre a acquis des rayonneurs et quelques-uns des houes sarcleuses. Ce dernier point correspond à la fois à une stratégie d'extensification (sarcler le plus de terre possible) lorsque le foncier cultivable est disponible et, dans le cas contraire, à une intensification du système de culture (meilleure maîtrise des adventices, binages répétés donc perte en eau moindre...).

DE L'EXPLOITATION AGRICOLE À L'AMÉNAGEMENT DU TERROIR VILLAGEOIS

Les limites d'une intervention à l'échelle de l'exploitation agricole

La vulgarisation des techniques d'aménagement entreprise de 1984 à 1987 au sein des exploitations agricoles a fait apparaître deux contraintes majeures limitant l'efficacité des travaux réalisés :

— les travaux de végétalisation des ouvrages antiérosifs et de régénération des parcours sont compromis par la divagation des animaux en saison sèche ; tous les ligneux testés sont appâtés au stade juvénile ; dans ce domaine, une gestion collective de l'espace agraire et des déplacements des troupeaux est donc indispensable ;

— l'aménagement des ravines situées le plus souvent entre deux parcelles est généralement négligé par les paysans ; lorsque la ravine est profonde, la mobilisation d'un groupe important de paysans est indispensable pour la réalisation des digues filtrantes ; d'une manière générale, un aménagement réalisé sur une surface importante (de 50 à 200 ha), donc par un groupe de paysans (vingt à cinquante personnes), est beaucoup plus efficace et durable qu'un aménagement de parcelles dispersées dans le paysage (fig. 6).

Pour ces deux raisons et pour valoriser l'appui humain et logistique du projet (location de camions, achat de charrettes), une démarche participative associant les techniques d'aménagement, la formation des paysans et leur organisation a été initiée à partir de 1987.

L'aménagement intégré de quartiers de culture

Étant donné l'importance des problèmes d'érosion et la taille des villages (800 à 3 000 habitants), une approche par petites unités d'intervention (50 à 200 ha) correspondant à des « quartiers de culture » a été préférée à une planification globale des aménagements à l'échelle du terroir villageois (800 à 3 200 ha).

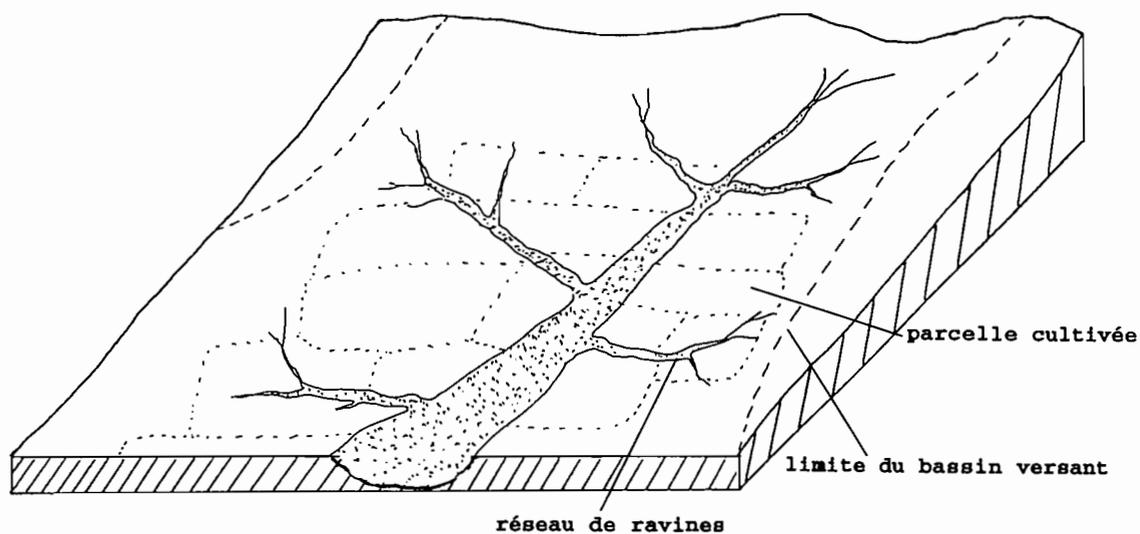
LA RÉALISATION DES AMÉNAGEMENTS

Les propriétaires et utilisateurs des parcelles d'un même quartier de culture (portion de bassin versant) se constituent en groupement d'aménagement et sollicitent l'appui du projet de recherche-développement. La première saison sèche est consacrée à la réalisation des cordons pierreux dans les parcelles cultivées. Chaque paysan du groupement s'engage à réaliser un aménagement sur une de ses parcelles déjà cultivées ou qu'il souhaite remettre en culture. Le projet apporte son appui à la réalisation de ces aménagements en prêtant un camion pour le transport collectif des pierres, du petit matériel (pioches, barres à mine) et en aidant les paysans à tracer les courbes de niveau. Durant la saison de culture, les paysans exploitent leurs champs (aménagés ou non) et consacrent quelques journées à la végétalisation des ouvrages antiérosifs : semis et repiquage de *Andropogon*, plantation d'arbres et d'arbustes.

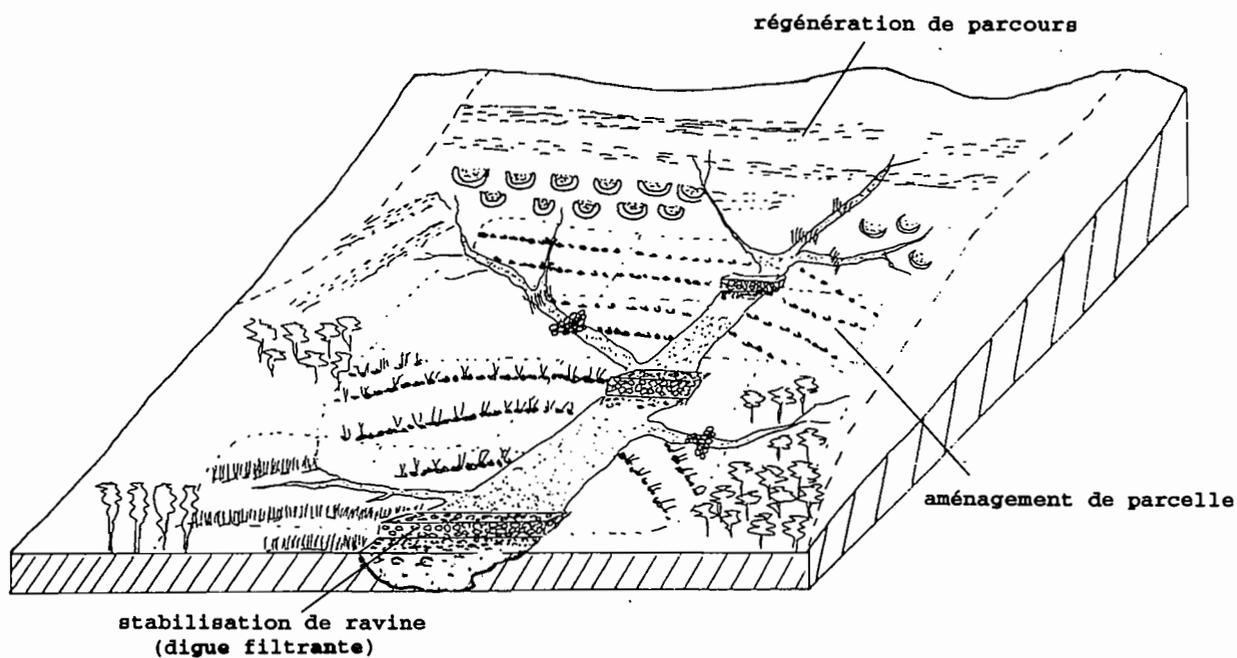
Au cours de la saison sèche suivante, la zone aménagée, et délimitée à l'aide de marques de peinture, est mise en défens. Cela permet aux arbres plantés de prospérer normalement, aux régénérations naturelles de ligneux de survivre et aux pâturages herbacés ainsi qu'aux jeunes pieds de *Andropogon* de ne pas être surpâturés. L'aménagement se poursuit la deuxième année selon le même schéma et peut être achevé la troisième année. Dans le cadre des relations contractuelles avec le projet, les groupements paysans se sont engagés à faire respecter la mise en défens durant la deuxième année.

L'aménagement du quartier de culture intéresse prioritairement les parcelles cultivées. Les interventions hors zones cultivables sont très limitées (quelques reboisements individuels). Les paysans ne sont pas actuellement intéressés pour intervenir sur les parcours en haut de pente (demi-lunes...). Ces zones profitent tout de même de la mise en défens.

Cet aménagement s'accompagne de la vulgarisation de techniques d'amélioration de la production céréalière issues du référentiel technique évoqué précédemment : semis en ligne et sarclage mécanique selon les courbes de niveau, compostage des pailles, emploi raisonné d'engrais.



Avant aménagement



Aménagements réalisés ou en cours

FIG. 6. — Aménagement intégré d'un bassin versant.
Integrated development of a drainage basin.

À l'échelle du terroir villageois, d'autres quartiers de culture peuvent être aménagés si les paysans qui y cultivent en font la demande et s'organisent en groupe de travail. Ainsi, dans un village comme Ziga, en trois années, trois quartiers de culture ont pu être aménagés, couvrant une superficie totale de 700 ha, soit 18 % du terroir villageois.

LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les principales difficultés rencontrées concernent la gestion des déplacements des troupeaux et la régénération des parcours et des ligneux. Le respect de la mise en défens par l'ensemble de la population du village a été partiel dans la majorité des sites malgré l'engagement des groupements et l'appui du projet pour le dédommagement des gardiens. Les actions de régénération de parcours sur des espaces collectifs autres que ceux mis en défens ont été très localisées et conduites sous forme d'expérimentations. Les paysans ont prioritairement aménagé les terres de culture. D'une manière générale, la mobilisation des populations pour des aménagements collectifs a été relativement faible (creusement de « bouli »...), sauf pour la construction de radiers en travers de ravines qui compromettaient la circulation des biens et des personnes en saison des pluies.

L'implantation d'arbustes (espèces rustiques et peu appréciées comme *Acacia nilotica*) le long des cordons pierreux donne des résultats mitigés : la reprise est satisfaisante mais le développement des arbustes est compromis par le passage des animaux en saison sèche (sauf en cas de mise en défens efficace). Les semis de *Andropogon gayanus* dans les mêmes situations sont plus prometteurs. Il semble plus difficile de développer une production significative de bois de chauffe et surtout de bois d'œuvre, principalement du fait de la divagation des animaux en saison sèche et de la faible profondeur des sols (généralement moins d'un mètre).

LES LIMITES D'UNE INTERVENTION PAR PROJET

Le prix de revient de l'aménagement d'un hectare cultivé est compris entre 20 000 et 30 000 F CFA (6 000 à 8 000 F CFA si l'on prend en compte toute la zone mise en défens) (RODRIGUEZ, 1990). Ce prix comprend la location du camion, le petit matériel, les salaires des techniciens du projet. Ce coût ne peut pas être pris en charge par les paysans, l'appui d'un projet ou d'un service public est donc indispensable, avec tous les aléas que cela suppose (durée, ruptures de financement...). Il ne faut donc pas rejeter *a priori* la démarche axée sur la formation des paysans, qui vise à intégrer les techniques d'aménagement dans les pratiques agricoles courantes des paysans. Cette démarche plus lente, moins coûteuse, peut intéresser un plus grand nombre d'exploitations agricoles (DUGUÉ, 1990). Sur cette base, les exploitants agricoles organisés en groupes d'aménagement pourraient être formés pour

gérer différentes opérations indispensables à un aménagement et prises en charge habituellement par un projet : le tracé des courbes de niveau, la production d'arbres en pépinière, la gestion du matériel... Mais le point essentiel reste l'organisation des paysans à différents niveaux de responsabilité et d'intervention (exploitations agricoles, hameaux, villages et petites régions), afin qu'ils puissent réaliser dans les meilleures conditions possible ces aménagements et les valoriser sur une longue période.

CONCLUSION

Les objectifs initiaux et les orientations du projet

Le projet de recherche-développement du Yatenga avait pour objectif de mettre au point des techniques d'amélioration de la production agricole en vue de l'autosuffisance céréalière des populations rurales. Les premières expérimentations et le diagnostic des problèmes des paysans ont montré que la valorisation de l'eau pluviale, et donc la lutte contre l'érosion et le ruissellement, ainsi que le maintien de la fertilité des sols devaient constituer les axes principaux de notre intervention.

Les éléments de base pour la conception des aménagements

Les éléments de base essentiels à prendre en compte pour la conception et la réalisation d'un aménagement de terroir villageois au Yatenga peuvent être regroupés en trois points :

— l'enchaînement des différents milieux agropédologiques implique de concevoir un aménagement global à l'échelle de la toposéquence ou du terroir villageois en prenant en compte la diversité des situations (fort ruissellement en haut de pente, excès d'eau en zone basse) (fig. 7) ;

— du fait des fortes carences des sols, toutes les interventions visant à valoriser l'eau pluviale (lutte contre le ruissellement, rapidité des semis, contrôle de l'enherbement) seront vraiment performantes si elles s'accompagnent de mesures pouvant accroître l'alimentation minérale des cultures (fertilisation, agroforesterie...) ;

— la faiblesse des moyens matériels et financiers des exploitations agricoles et l'importance des prêts de terre constituent les principales contraintes socio-économiques à la mise en œuvre à grande échelle des techniques d'aménagement.

Les acquis et les difficultés rencontrées

Du point de vue des méthodes d'intervention en milieu rural, deux pistes ont été explorées : l'aménagement par des groupes de paysans de quartiers de culture et l'amélioration du parcellaire de l'exploitation agricole. Au regard des résultats obtenus dans les deux cas, il apparaît qu'un appui matériel minimal des populations est néces-

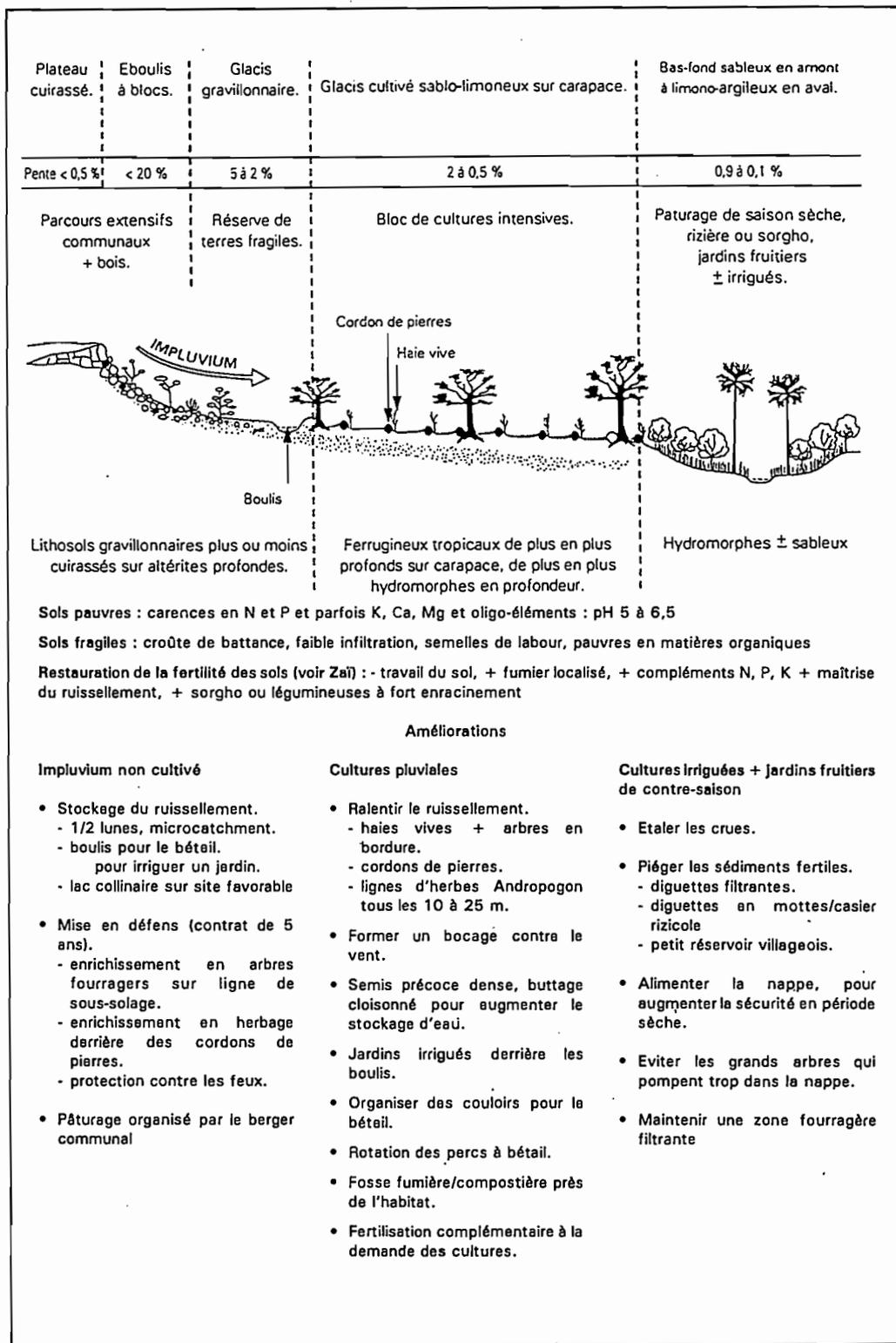


FIG. 7. — Schéma d'aménagement d'un terroir granitique du plateau mossi : agriculture sous impluvium. D'après ROOSE, 1994.
Management scheme of a granitic soil on Mossi plateau : crops under rainfed farming. After ROOSE, 1994.

saire pour aboutir à l'aménagement de leur terroir. Par ailleurs, une meilleure formation des paysans et paysannes permettrait une prise en charge de certaines actions gérées habituellement par les projets et une gestion concertée des ressources naturelles disponibles sur leur terroir.

Du point de vue des techniques de GCES, le référentiel mis au point répond en partie aux problèmes diagnostiqués. Un accent particulier a été mis sur l'aménagement des glacis cultivés et l'amélioration des opérations culturales de la principale culture, le mil (maîtrise de l'enherbement, fertilisation raisonnée...). Cela correspond à l'objectif prioritaire des paysans : l'augmentation de leur production céréalière. Sur le plan technique, les aménagements réalisés sont encourageants. Ils ont permis de renforcer les régénérations de ligneux et d'herbacées pérennes, et d'accroître la surface cultivée. L'augmentation de la production céréalière est probable mais difficile à évaluer dans le cadre de ce suivi d'aménagements. Les résultats concernant les plantations d'arbres et d'arbustes, en vue de la production de bois et de fourrage, sont moins satisfaisants du fait principalement des difficultés à organiser les mises en défens et le gardiennage des troupeaux en toute saison.

La démarche entreprise appréhende de façon globale la valorisation des ressources naturelles à l'échelle du terroir villageois. Toutefois, le travail de planification et de réalisation des aménagements n'a pu être mené sur l'ensemble d'un terroir villageois. Les efforts du projet se sont concentrés sur des espaces plus petits où la collaboration avec un petit groupe de paysans (voire avec des paysans individuellement) était efficace et fructueuse.

Les recherches à poursuivre

Si l'on s'en tient aux aspects techniques de la GCES, il est nécessaire de poursuivre les recherches sur :

- le problème de la régénération de la strate arborée (efficacité du « zaï » forestier, choix des espèces par rapport aux types de sol, méthodes de protection...);
- les techniques culturales visant à améliorer l'infiltration des pluies en relation avec le mode de traction animale le mieux adapté (traction asine et bovine);
- les techniques les plus performantes de recyclage des résidus de récolte et d'utilisation de la fumure organique (enfouissement, localisation...);
- les alternatives aux dispositifs antiérosifs basés sur les cordons pierreux;
- le développement de petites zones de culture très intensive avec une irrigation de complément et de saison sèche.

Les enseignements et les perspectives

La combinaison de techniques culturales et d'aménagement performantes et de pratiques d'entretien de la fertilité du sol en association avec l'élevage permet de définir un schéma d'aménagement « idéal ». La comparaison entre ce schéma et notre pratique de terrain fait apparaître la complexité et l'ampleur du travail nécessaire pour aboutir à un aménagement global d'un terroir villageois. De ce constat on peut tirer les enseignements suivants.

Un processus d'aménagement de terroir villageois doit se raisonner au moins sur une dizaine d'années; en conséquence, l'appui des structures de développement doit correspondre au moins à ce laps de temps.

L'efficacité des aménagements implique que les populations élaborent à l'échelle du terroir ou de la petite région les règles de gestion des ressources naturelles et des dispositifs mis en place : conduite des troupeaux en saison des pluies et surtout en saison sèche, gestion des parcours et des mises en défens, entretien des dispositifs antiérosifs...

Du fait des aléas pluviométriques, une intensification totale des systèmes de production (agriculture, élevage) n'est pas envisageable. Elle serait trop coûteuse et trop risquée pour les exploitations agricoles. En revanche, l'aménagement antiérosif et la régénération de la strate arborée et herbacée sur de grandes surfaces (30 à 50 % d'un terroir villageois) permettraient d'accroître significativement la production animale et végétale.

La valorisation d'une petite partie de la surface aménagée (20 à 30 % par exemple) par une intensification raisonnée des systèmes de culture (fumure organique et minérale, surplus de travail, petite irrigation dans certains sites...) est envisageable lorsque les conditions pédologiques sont favorables.

Le manque de dispositifs d'observation pérennes n'a pas permis de tirer de cette expérience tous les enseignements scientifiques (évolution des états de surface et de la fertilité...). Par ailleurs, il sera nécessaire de quantifier les surplus de production obtenus par les aménagements et les techniques qui y sont associées, si l'on veut étudier l'évolution possible de ces terroirs dans les années futures.

La démarche pragmatique adoptée par le projet de recherche-développement a permis la mise au point d'un référentiel technique et de méthodes d'intervention en milieu rural qui pourront être valorisés par des structures de développement et des organisations paysannes des régions soudano-sahéliennes comparables au Yatenga. La gestion conservatoire de l'eau et des sols constitue actuellement le point focal de la dynamisation du développement rural de ces régions.

BIBLIOGRAPHIE

- DUGUÉ (P.), 1985 — « L'utilisation des résidus de récolte dans un système agro-pastoral sahélo-soudanien au Yatenga ». In : *Relations agriculture-élevage*, Montpellier, Cirad-DSA, coll. Documents systèmes agraires, 4.
- DUGUÉ (P.), 1986 — « Utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques ». In : *Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production*, Montpellier, Cirad-DSA, coll. Documents systèmes agraires, 6.
- DUGUÉ (P.), 1989 a — *Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de cultures vivrières en zone soudano-sahélienne. Le cas du Yatenga (Burkina Faso)*. Thèse doct.-ing., Ensa, Montpellier, 261 p.
- DUGUÉ (P.), 1989 b — La culture attelée en zone sahélo-soudanienne : solution viable pour le développement agricole ou utopie d'agronome ? *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 21.
- DUGUÉ (P.), 1990 — Les stratégies des paysans du Yatenga (Burkina Faso) face aux propositions d'aménagement des terroirs villageois. Dossier Gestion des terroirs n° 2. *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 26 : 1-15.
- FORNAGE (N.), 1993 — *Enjeux et possibilités de l'intensification agricole au Nord-Yatenga. Dossier de synthèse*. Ouahigouya, CRPA du Nord/projet PNVY, 78 p.
- LAMACHÈRE (J.-M.), SERPANTIÉ (G.), 1990 — « Valorisation agricole des eaux de ruissellement et lutte contre l'érosion sur champs cultivés en mil en zone soudano-sahélienne (Burkina Faso, région de Bidi) ». In : *Journées scientifiques Utilisation rationnelle de l'eau des petits bassins versants en zone aride*, Ouagadougou, Burkina, Aupelf-Uref, 12-15 mars 1990.
- LAMACHÈRE (J.-M.) *et al.*, 1993 — « Fonctionnement et aménagement d'un petit bas-fond soudano-sahélien (Bidi, Yatenga, Burkina Faso) ». In : *Bas-fonds et riziculture*. Actes du séminaire Cirad-Fofifa, Antananarivo, Madagascar (9-14 décembre 1991), Montpellier, Cirad : 469-486.
- LE THIEC (G.), 1990 — Le coutrier en traction animale : recherche d'alternative au labour en zones sèches. *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 28 : 83-86.
- MARCHAL (J.-Y.), 1983 — *Yatenga. Nord-Haute-Volta. La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien*. Paris, Orstom, coll. Travaux et documents, 167, 849 p.
- NICOU (R.), OUATTARA (B.), SOME (L.), 1987 — *Effets des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières au Burkina Faso*. Ouagadougou, Inera-Cirad, 77 p.
- PIERI (C.), 1989 — *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*. Paris, ministère de la Coopération et du Développement, Cirad, 444 p.
- RODRIGUEZ (L.), 1990 — « Les aménagements intégrés de quartiers de culture du terroir de Ziga (Burkina Faso) ». Communication à l'Atelier sur les techniques de collecte et de gestion des eaux de ruissellement en Afrique subsaharienne, Ouagadougou, Burkina, 45 p.
- RODRIGUEZ (L.), DUGUÉ (P.) *et al.*, 1990 — *30 fiches techniques de vulgarisation*. Projet de recherche-développement du Yatenga, CRPA, Inera, Cirad-DSA.
- ROOSE (E.), 1992 — « Diversité des stratégies de conservation de l'eau et des sols ». In Le Floc'h (E.), Grouzis (M.), Cornet (A.), Bille (J.-C.), éd. : *L'aridité, une contrainte au développement*, Montpellier, Orstom, coll. Didactiques : 481-506.
- ROOSE (E.), 1994 — Introduction à la GCES. *Bull. Pédol. FAO*, 70, 420 p.
- ROOSE (E.), RODRIGUEZ (L.), 1990 — *Aménagement de terroirs au Yatenga. Quatre années de GCES : bilan et perspectives*. Montpellier, Orstom, 40 p.
- SERPANTIÉ (G.), LAMACHÈRE (J.-M.), 1989 — « Aménagement des pentes cultivées soudano-sahéliennes grâce à des réseaux de microbarrages isohypses et filtrants. Nécessité d'une amélioration de leurs conditions de mise en œuvre ». In : 6th International Soil Conservation Conference (ISCO), Addis-Abeba, Éthiopie, 6-18 novembre 1989.
- WRIGHT (P.), 1985 — *Gestion des eaux de ruissellement*. Oxfam/Projet agro-forestier du Yatenga.