

**AMENAGEMENTS DE
CONDITIONNEMENT DU
RUISSELLEMENT
POUR LES PENTES CULTIVEES
SOUDANO-SAHELIENNES.**

**A paraître dans un ouvrage du CILSS "Recueil des expérimentations
de techniques de gestion du ruissellement",
1988.**

G. SERPANTIE

Fiche d'expérience N° 6 / BF

Expérimentation ORSTOM à BIDI / Nord Yatenga par G. SERPANTIE,
ORSTOM, Ouagadougou

Aménagements de conditionnement du ruissellement pour les pentes
cultivées soudano-sahéliennes

En zone Soudano-sahélienne, les agriculteurs sont confrontés à une réduction importante de la pluviométrie et à la dégradation du sol et de la végétation, principalement en haut de pente. Les sols cultivables se trouvent le plus souvent à mi-pente et en bas de pente et reçoivent des quantités massives d'eaux de ruissellement, concentrées ou non, qui sont mises à profit par les paysans pour compléter le bilan hydrique déficitaire. Le retard du ruissellement par rapport au corps de l'averse permet la poursuite de l'humectation des sols, mais des phénomènes d'érosion en nappe et linéaire accompagnent ce ruissellement.

En se basant sur les expériences d'aménagement des pentes cultivées menées tant par les paysans que par certains projets comme le projet agroforestier du Yatenga (PAF-OXFAM-DPET), il apparaît que l'amélioration recherchée vise non seulement à limiter les pertes d'eaux et de terre à l'échelle du champ cultivé mais aussi à valoriser les eaux qui entrent sur le champ naturellement ou par collecte extérieure.

Cet objectif peut être aussi collectif : à l'échelle du versant, comment améliorer globalement et sans excès la lame infiltrée et réduire l'érosion sans introduire localement d'effets nocifs (concentration du ruissellement ou assèchement de certaines zones).

Pour atteindre ces objectifs, on peut tirer parti des propriétés du sol en matière d'infiltration (structure et texture des horizons, modelé de surface) : la quantité infiltrée est fonction du coefficient d'infiltrabilité, de la surface de contact, de la durée de l'irrigation. Nous n'aborderons ici que ce qui touche au modelé de surface et qui permettra de modifier les paramètres de la crue.

Compte tenu de la précarité du modelé et de la violence de certaines pluies dont l'intensité dépasse parfois 100 mm/h, la rugosité que l'on peut créer à cette échelle "micro" apparaît insuffisante pour réguler le ruissellement. Il faut alors créer des lieux de stockage intermédiaires pour retarder le ruissellement, de préférence permanents - (échelle macro).

En termes d'hydrologie, il s'agit d'écrêter et d'étaler la crue (accroître son temps de base) diminuer le débit maximum et la vitesse, réduire la lame ruisselée, retarder la crue, tout en empêchant le plus possible la transformation du ruissellement de nappe en ruissellement organisé. Ce dernier point s'obtient en conduisant les eaux sur la ligne de plus grande pente en empêchant toute collecte latérale qui concentrerait les flux.

Deux types d'aménagements existent et l'on discutera leurs avantages et leurs inconvénients : la création d'une microrugosité par travail du sol ou couverture du sol ; la création d'une macrorugosité par retenues successives imperméables ou perméables.

1. Création d'une microrugosité par travail ou couverture du sol

C'est la technique habituellement utilisée par les paysans soudano-sahéliens.

Les sarclages manuels (à plat, en butte, en nid d'abeille etc) en agissant par création de rugosité, ameublissement de l'horizon superficiel, destruction de la pellicule de battance, améliorent la capacité du sol à infiltrer la pluie durant l'averse, mais aussi à infiltrer le ruissellement venant d'amont, surtout s'il est en retard par rapport au corps de l'averse. La technique des buttes en quinconce (zones sableuses du Yatenga) permet un allongement sensible du trajet des filets d'eau d'où une plus grande efficacité. La technique en nid d'abeille du pays Dogon serait encore plus efficace mais elle est coûteuse en travail et adaptée à un modèle plus intensif de système de culture.

L'inconvénient de ces pratiques de sarclage est qu'elles ne peuvent pas être renouvelées très souvent en raison de leur durée et leur pénibilité, rapportées aux faibles rendements des cultures extensives. Très vite le sol perd son relief et une pellicule de battance se forme en surface : même si l'arrière effet du sarclage existe, il est faible. On ne peut réaliser en général plus de deux sarclages manuels, et la concurrence des semis empêche une préparation du sol manuelle préalable en sol humide.

Par contre sur sol sec, il existe une façon manuelle de préparation : piochage localisé au niveau du poquet ("zay"), et, en culture attelée le scarifiage profond au pic fouilleur sur la ligne de semis. Si l'infiltration des premières petites pluies est considérablement améliorée, les paramètres des ruissellements importants sont peu modifiés.

En début de cycle, la solution de la mécanisation n'est pas pleinement satisfaisante. Le labour est particulièrement dangereux sur les terrains soudano-sahéliens s'ils sont peu fumés, sableux, et confrontés à un risque de ruissellement : les rendements élevés obtenus doivent être opposés à l'épuisement rapide du sol, à la perte de sa structure et de sa porosité en surface, aux risques élevés d'érosion par charriage. En cas de début de campagne pluvieuse l'absence de réseau racinaire rend un sol sableux ou gravillonnaire labouré sensible à la descente des nitrates et des bases par drainage, au charriage de l'horizon ameubli par le ruissellement, à la destruction.

Le problème est semblable pour le billonnage, très pratiqué dans les zones d'ergs (pentes très faibles et champs en position sommitale). En outre, s'il y a un ruissellement entrant, les billons détournent ce ruissellement ou sont détruits. Le cloisonnement de l'inter-billon peut provoquer une dangereuse cascade de ruptures à cause de l'accumulation d'eau et accroît même les risques de drainage précoce.

Les façons superficielles offrent moins d'inconvénients mais leur efficacité pour l'infiltration va de pair avec la fragilité qu'elles occasionnent : faible efficacité du travail au pic fouilleur en sec mais faible érodibilité le scarifiage en humide est efficace mais rend le sol plus sensible à l'érosion.

Néanmoins ces travaux du sol n'arrivent pas à transformer suffisamment les paramètres de crues de surface pour espérer une action de conditionnement du ruissellement entrant lors des averses de grande intensité.

En cours de culture, la mécanisation du sarclage se fait à plat pour le premier sarclage, ce qui équivaut à un scarifiage. Le deuxième sarclage peut être accompagné d'un billonnage avec cloisonnement (corps "butteurs" de différentes tailles), ce qui nous rapproche de la technique dogon "en nids d'abeille".

En fin de cycle, le sol est en effet suffisamment parcouru par les racines pour qu'il n'y ait à craindre ni charriages ni drainage mais il faut adapter l'intensité du travail à l'objectif de récolte, lui même lié à la fertilité chimique du sol et aux contraintes socio-économiques.

Ainsi il semble peu probable qu'une technique lourde se répande dans les zones soudano-sahéliennes où les conduites de la culture et de la fertilité sont extensives. On peut proposer une façon intermédiaire moins lourde, testée à Bidi avec succès : un microbillonnage selon les courbes de niveau à l'aide d'un petit corps butteur qui réduit la capacité en eau de l'interbillon et donc autorise un cloisonnement peu dense (réalisé tous les 2 - 3 m pendant la finition manuelle) ce qui nous rapproche de la technique manuelle en "nids d'abeille".

La couverture du sol par paillage ou dépôt de résidus ligneux provoque la sédimentation des sables éoliens et crée une rugosité intermédiaire favorable à l'infiltration, elle même favorable aux actions de la mésophaune sur le renouvellement de la macroporosité. Néanmoins le maintien d'une couverture à partir du semis accroît, d'après nos observations, l'enherbement ainsi que le taux de mil hybride, et peut être d'autres nuisances (ravageurs, maladies).

En conclusion, les façons superficielles ne suffisent pas à transformer efficacement les paramètres des grosses crues sur une pente cultivée soudano-sahélienne pourvue d'un impluvium, notamment en début du cycle et à mi-cycle, et sont par ailleurs trop en contradiction avec les systèmes de production et leur reproductibilité. On peut utiliser des techniques de création d'une macrorugosité pour compléter, accroître l'efficacité et réduire les risques des techniques de microrugosité.

2. Aménagements de macrorugosité

Il existe plusieurs modèles possibles d'aménagement : tous tablent sur la répétitivité d'un obstacle au ruissellement qui fait fonction de stockage intermédiaire, réduisant ainsi ou retardant les paramètres de la crue. Ces retenues ont habituellement l'aspect d'une "diguette" mais sont soit perméables, soit déversantes. Cette distinction est fondamentale pour la conduite des cultures.

21. Les aménagements non perméables ou déversants

L'obstacle est destiné à accumuler le maximum d'eau en amont pendant une pluie ou à la collecter pour la conduire dans un exutoire aménagé spécialement (dispositifs de diversion). C'est donc généralement une levée de terre damée, soit le long des courbes de niveau ou sur une légère pente, soit en forme de demi-lunes placées en quinconce.

Ces aménagements accroissent considérablement l'hétérogénéité spatiale de l'humidité : des flaques se forment en amont pendant les pluies, alors que l'aval est très sec en surface mais peut récupérer de l'humidité en profondeur par drainage oblique s'il existe une discontinuité de perméabilité. Néanmoins le mauvais enracinement des cultures en aval de la diguette ne permet pas d'en profiter si l'année est médiocre ; cette sécheresse de l'aval s'explique par l'absence d'un ruissellement entrant qui compenserait le ruissellement sortant pendant la pluie. Cette hétérogénéité est préjudiciable à la conduite d'une culture sur la plus grande surface possible, mais dans certaines situations où l'agriculture subit des conditions limites (cas de la zone sahélienne depuis 1968), un système de bandes cultivées alternées avec des bandes non cultivées servant d'impluvium peut tirer parti de ce type d'aménagement, s'il n'y a pas de ruissellement venant d'amont, si la pente est faible (cas des ergs) et si la distance entre les diguettes est convenable (expériences du Projet Agroécologique Yatenga-Soum).

Hormis ce cas particulier, les inconvénients de ce type de dispositif sont nombreux, mais on peut en limiter la gravité.

a) Difficultés d'utiliser les eaux de ruissellement qui viennent de l'amont. Ces eaux chargées de matières fines et organiques sont pourtant utilisées par les paysans au moyen de techniques de microrugosité. Or dans la zone soudano-sahélienne, la plupart des terrains cultivables se trouvent en bas de pentes concaves par suite de leur origine colluvio-éolienne et sont donc parcourus par un ruissellement en nappe devenu très important avec la dégradation des interfluves.

On peut néanmoins faire fonctionner ce type d'aménagement en présence de ruissellement entrant par un dispositif combinant des ouvertures protégées dans les diguettes (déversoirs en fascines) à des répartiteurs d'eau fusibles c'est-à-dire conçus pour laisser passer l'eau en cas de forte pluie. Ce dispositif est néanmoins exigeant en surveillance et ne conduit pas à une répartition optimale des eaux de ruissellement.

b) Risques érosifs accrus

En théorie, un aménagement en diguettes imperméables a pour fonction d'arrêter tout le ruissellement, de le stocker ou de le diriger vers des exutoires. L'érosion en nappe des terres cultivées est alors à son minimum.

En pratique, on observe que : - la protection des exutoires est rarement effectuée car difficile, coûteuse et improductive.

- les cultivateurs pratiquent des ouvertures dans les diguettes pour éviter le stockage d'eau de surface, considéré comme un gaspillage,

- l'absence de protection en amont, le matériau sableux mal compacté, les nombreux défauts de tracé dûs à un pas topographique trop long, l'écartement élevé entre diguettes, les fortes pluies qui entraînent des déversements localisés après collecte de l'eau par les diguettes, conduisent à de nombreuses ruptures. Celles-ci sont donc inéluctables et la réparation est le plus souvent précaire car l'origine de l'accumulation de l'eau responsable de la rupture est avant tout liée à la fonction même d'une diguette : collecter l'eau en excédent. Le débit important engendré par la collecte latérale conduit à une érosion linéaire en aval de la rupture. Une fois le niveau de base du profil d'érosion abaissé, on assiste à une érosion régressive "en griffe" à l'amont même de la rupture. Comme on le sait, l'érosion ravinante liée à la collecte d'une nappe de ruissellement est particulièrement dangereuse, bien que l'érosion en nappe soit responsable elle aussi de pertes en terre et en éléments fertilisants, de façon moins spectaculaire.

Si le champ est protégé du ruissellement d'amont, une bonne solution consiste à pratiquer des cloisons en amont de la diguette, de façon à répartir le stockage de l'eau et empêcher les circulations latérales.

En conclusion, à l'échelle d'une pente soudano-sahélienne, un aménagement en obstacles successifs imperméables assèche une partie du terrain, accroît le risque érosif et ne permet pas d'exploiter correctement le ruissellement entrant ; il peut néanmoins être utilisé en système de bandes alternées en l'absence d'impluvium, et peut être amélioré par des cloisons, des ouvertures protégées, des répartiteurs fusibles.

22. Les aménagements par obstacles successifs perméables ou filtrants

221. Modalités

Il s'agit d'obstacles successifs au ruissellement créant un stockage temporaire : ils suivent plus ou moins correctement les courbes de niveau, ou sont en forme de demi-lunes disposées en quinconce.

Les exemples de matériaux utilisés ne manquent pas : fascines de pieux et de tiges de mil, cordons pierreux, andains de résidus de défriche, bandes herbeuses vivaces ou non, haies vives, diguettes en terre surbaissées, briques. Chaque matériau est choisi le plus souvent en fonction de sa disponibilité mais comporte avantages et inconvénients si l'on se réfère aux principes de durabilité et de solidité.

Certains conviennent plutôt aux hauts de pente, comme les cordons pierreux (proximité des carrières, solidité, fonction de muret en cas de sédimentation rapide). D'autres sont mieux adaptés aux bas de pente, comme les bandes herbeuses, les plantes vivaces, les diguettes surbaissées cloisonnées.

- Les cordons pierreux sont définitifs, demandent peu d'entretien s'ils sont cloisonnés, sont généralement appréciés mais exigent un travail très lourd de mise en place, bien qu'en partie mécanisable (transport des pierres jusqu'à 400 jours - homme par hectare. Ils exigent un statut foncier non précaire.

- Les bandes herbeuses : elles sont déjà connues des paysans, en bas de pente (lignes d'Andropogonnées). Leur efficacité n'est pas immédiate et est mal connue lorsqu'il s'agit d'annuelles, en particulier la fonction de stockage temporaire n'est pas évidente. Une bande herbeuse non vivace ne marque pas suffisamment le paysage pour être respectée pendant les travaux agricoles et a une efficacité nulle pendant la majorité du cycle. Le semis de graminées vivaces est le plus simple et le plus sûr, mais il doit être favorisé, sous le climat actuel, par un aménagement physique. Il faut combler les manques par des fascines de résidus ligneux.

- Les fascines en bois et tiges : elles sont efficaces mais fragiles dans les exutoires et précaires à cause de l'action des termites ; on peut substituer aux pieux des briques en terre.

- Les andains enherbés de résidus ligneux : efficaces, ils jouent le rôle de réservoir de mauvaises herbes, ce qui devient très contraignant sauf si l'on peut labourer. Mais ceci demande des conditions de terrain et de conduite particulières (fumure organique).

- Les diguettes en terres surbaissées : leur efficacité est mal connue, elles sont précaires et nécessitent absolument un cloisonnement.

- Les lignes d'arbustes (euphorbes) : Compte tenu de la faible section des troncs, l'efficacité sur le ruissellement n'est pas prouvée mais on peut l'associer à des résidus servant ainsi de fascines.

De façon générale, l'ensemble des aménagements dits "biologiques" (à base de plantes) se heurte à des problèmes de concurrence avec les travaux des champs dans les calendriers de travaux, à des problèmes de réussite des semis ou des plantations, à l'attaque des animaux, aux impressions d'inutilité (euphorbes) et de compétition vis-à-vis des cultures. Il est rare d'observer des cordons biologiques continus.

Les aménagements "non biologiques" posent le problème du coût en travail en saison sèche, en concurrence avec les travaux collectifs et des activités rémunératrices (orpaillage, commerce, migrations de travail, maraîchage). Le système le plus efficace et le plus durable sera sans doute à base d'associations de dispositifs non biologiques et biologiques, les premiers permettant l'installation des seconds.

- La forme des obstacles est diverse : certains suivent la courbe de niveau à l'aide du niveau à eau, sur un pas topographique court ; d'autres lissent la courbe pour économiser des matériaux et faciliter le travail attelé ; pour ne pas faire de topographie, certains se contentent de demi-lunes en quinconce ou seulement du traitement des rigoles à l'estime.

Si l'on veut respecter les fonctions de répartition, stockage temporaire, gestion régulière du ruissellement sur le champ, on doit en fait éviter toute forme conduisant à collecter un ruissellement de nappe qui formera inéluctablement une rigole. Il est préférable de conseiller le cloisonnement des cordons ou diguettes plutôt que d'encourager la réalisation de dispositifs en demi-lunes qui concentrent l'eau en leur centre, ou le lissage des courbes de niveau qui favorise les circulations latérales. Le cloisonnement des cordons est toujours une assurance contre le colmatage d'un appareil filtrant et l'apparition d'un flux latéral.

- La gestion des abords de l'obstacle est particulière : en amont, il faut éviter le labour ou des sarclages trop proches du cordon, pour éviter les colmatages par la terre. En aval, l'accélération localisée des filets d'eau crée une érosion linéaire qui peut provoquer l'éboulement de l'obstacle. Outre l'entretien, il faut conseiller de ne pas sarcler l'aval de l'obstacle sur quelques dm, pour ne pas encourager cette érosion locale. Le cloisonnement réduit cette érosion à son minimum.

Compte tenu de ces avantages et inconvénients, on a retenu comme thème d'étude à Bidi, depuis 1984 les aménagements les moins précaires : des cordons pierreux successifs, isohypses et cloisonnés, installés en haut de pente au pied d'un impluvium (colline cuirassée), dans un système de culture de champs de brousse (jachère 10 ans, pas de fumure organique, fumure minérale très faible - 40 kg NPK - / ha -, mil de variété locale sans rotation, semis et sarclages manuels). La pente est relativement forte (2,5 %) mais le terrain sableux à sablo-argileux est assez représentatif des sols du Nord de la zone soudano-sahélienne.

222. Résultats des essais de BIDI-SAMNIWEOGO

Dans le site cartographié en 1984 (figure 1), un aménagement non cloisonné de 7 ha a été réalisé en 1985, à base de cordons pierreux tous les 50 cm de dénivelé. (figure 2). On a juxtaposé au site aménagé un champ expérimental de 1,35 ha divisé en trois parcelles géométriquement et topographiquement identiques (150 m de long), entourées de tôles pour éviter les transferts d'eau avec l'extérieur. Deux parcelles sont aménagées au moyen de cordons pierreux isohypses et cloisonnés.

- un cordon pierreux est un assemblage de blocs de cuirasse de 20 à 30 cm de haut, représentant environ 40 kg/m soit 20 t/ha.

- les cordons sont isohypses : ils suivent la courbe de niveau avec un pas topographique de 8 m.

- les cloisons sont de petites levées de terre ou des tôles, de 30 à 50 cm de haut, 2 à 3 m de long, disposées tous les 25 m en 1985 et 1986, tous les 8 m en 1987.

- l'intervalle entre cordons est de 0,5 m de dénivelé, soit des distances de 20 m. Il y a 6 cordons sur 100 m.

Le haut des parcelles (50 m), très dégradé, n'est pas cultivé et sert d'impluvium pour la partie inférieure dont le sol est profond, sableux à sablo-argileux, limité par une carapace ferrugineuse en profondeur.

Les trois traitements étudiés sont :

- Parcelle 1 témoin, cultivée sur le modèle des champs de brousse, sans aménagement,
- Parcelle 2, aménagée, même système de culture,
- Parcelle 3, aménagée, labourée à la charrue, même système de culture.

Des mesures d'humidité du sol, le suivi de la culture, les mesures hydrologiques en aval ont permis de comprendre l'effet de l'aménagement.

a) Infiltration et humidité du sol

1. La variabilité de l'humidité correspond bien à ce qu'on pouvait en attendre : Une faible variabilité spatiale (coefficient de variation d'échantillonnage de 20 à 30 %) par rapport à ce que l'on observe habituellement dans un champ aménagé en dispositif imperméable (coefficient de variation de 50 % et plus) : l'aménagement filtrant cloisonné ne crée pas de zones trop sèches ou trop humides et n'entrave pas la conduite de la culture sur l'ensemble du champ.

2. L'humidité utilisable par les racines (ou extractible) se calcule en ne prenant en compte que l'eau utile exploitable directement par l'enracinement, et en la rapportant à l'épaisseur de sol correspondant. Un suivi dans le temps (figure 3), et une analyse statistique, donnent les résultats suivants :

- En 1985, année peu arrosée, les différences significatives entre parcelle témoin et aménagée ne s'observent qu'en août, lors d'une période très pluvieuse.

- En 1986, année bien arrosée, les différences significatives se montrent en début de cycle et en fin de cycle, lors de périodes de pluies fortes et fréquentes.

- En 1987, les différentes phases pluvieuses différencient bien les parcelles, mais les phases sèches entraînent parfois une meilleure humidité dans la parcelle témoin.

On peut conclure que l'aménagement permet une meilleure infiltration pendant les phases pluvieuses (environ + 30 %). Cette meilleure infiltration n'est pas liée seulement à la proximité des cordons ou de l'impluvium, mais la totalité de la parcelle en bénéficie.

Une analyse plus fine montre que l'efficacité de l'aménagement par rapport au témoin dépend de l'état de surface du sol, de la nature de la pluie (intensité et quantité), et sans doute de l'humidité du sol.

En conséquence, l'effet sur l'infiltration n'est pas garanti pour n'importe quelle séquence pluviométrique comme sur n'importe quel terrain : il faut prendre en compte la perméabilité, (donc la texture, la structure, la porosité, l'état de surface), les caractéristiques de la pente (longueur de l'impluvium, degré de la pente) et moduler la fréquence des cordons en conséquence ; on peut aussi prévoir qu'un bon entretien de l'état de surface augmentera les chances de tirer parti d'une série de pluies ruisselantes.

b) Conséquences pour la conduite de la culture et l'élaboration du rendement.

Les figures 3 et 4 montrent qu'un aménagement qui fonctionne bien (ni circulations latérales, ni reconcentration du ruissellement, ni stockage prolongé en surface, sol suffisamment perméable) rend possible un assouplissement de la conduite de la culture : semis réalisé en meilleures conditions (86 et 87), moindre nécessité d'un sarclage précoce pour l'infiltration (198 bien qu'il soit toujours utile.

Sur le plan de l'élaboration du rendement, le problème est plus complexe : les plantes créant de la matière végétale en fonction de la satisfaction de leur besoin "ETM" (fonction du climat "ETP" et du stade de développement), l'élevation de l'humidité du sol aboutit aussi à accroître la consommation en eau et donc la production de matière instantanée, pour autant qu'il n'y ait pas de graves facteurs limitants. En cas de sécheresse prolongée et de réserve insuffisante dans le sol, le peuplement le plus avancé sera aussi le plus fragile : ce fut le cas en 1985 (figure 4) où l'on a vu dans la partie haute de la parcelle, suralimentée en eau grâce à l'aménagement et l'impluvium diminuer le rendement en grain par rapport au témoin, alors qu'il s'y était formé le plus de matière végétale et d'épis.

Par contre l'amélioration de l'humidité en début de cycle réduit le risques de stress hydrique qui ralentit le développement et la croissance : pendant les trois années de mesure, 45 Jours après les semis, on constate une amélioration significative de la croissance et du développement grâce à l'aménagement.

S'il n'y a pas de grave période sèche de fin de cycle, (86 et 87) l'amélioration du rendement liée à la meilleure satisfaction des besoins des plantes est très significative (figure 4). L'accroissement du rendement en grain sec par rapport au témoin est de l'ordre de 20 % en haut de parcelle, 40 % en bas de parcelle, à cause de l'effet cumulatif des cordons filtrants. Sous le climat actuel, cet accroissement serait assuré deux années sur trois.

La proximité de l'impluvium entraîne l'accroissement de la production dans les deux parcelles (différence haut/bas). L'observation de la troisième parcelle, labourée et aménagée, en 86 et 87, montre que le bénéfice du labour est maigre dans le système de culture pratiqué, si l'on exclut la partie proche de l'impluvium qui absorbe tout le ruissellement de celui-ci). Ce bénéfice est d'autant plus maigre que l'on est proche d'un cordon. On peut donc dire qu'en présence d'un aménagement filtrant fonctionnant correctement, le labour est moins rentable bien que sans doute moins dangereux qu'en l'absence d'aménagement. Le labour crée des risques de drainage précoce, de destructuration de ces sols sableux, de surexploitation des réserves chimiques par excès de production de biomasse sans restitution, d'érosion et de colmatage des cordons. En contrepartie, les avantages pour la sécurité hydrique, la maîtrise d'un enherbement précoce, l'accroissement du rendement, sont de faible poids. Les différentes fonctions du labour peuvent d'ailleurs être assurées par des façons superficielles, avec, certes, moins d'efficacité.

Il semble en tout cas peu justifié de sacrifier la qualité de l'aménagement (courbes de niveau lissées donc imparfaites, absence de cloisons) à la facilitation de travaux de labour attelé.

c) Problèmes liés au vieillissement de l'aménagement

Trois ans après leur construction, les cordons pierreux cloisonnés des parcelles d'essais sont toujours aussi filtrants et aucun ravineau n'est apparu. Il n'en est pas de même dans l'aménagement non cloisonné réalisé en vraie grandeur (figures 1 et 2).

- L'impluvium étant plus grand, il existe un réseau de ruissellement en amont, qui a été peu corrigé par l'aménagement. Il est donc nécessaire de prévoir des exutoires ou des répartiteurs de ruisselets en amont si l'impluvium est trop important.

- La nature sableuse du sol et l'exposition au vent entraîne par endroits une accumulation de sable éolien de part et d'autre des cordons. Ce colmatage crée un obstacle au ruissellement qui, en circulant latéralement s'accumule et produit des brèches peu réparables : en effet, elles provoquent une érosion linéaire qui abaisse peu à peu le niveau du sol, ce qui rend l'exutoire définitif. Le cloisonnement permet au contraire un nettoyage du cordon par effet de chasse, d'où un auto-entretien relatif.

Ce colmatage peut être aussi le résultat d'un sarclage ou d'un labour effectué trop près du cordon, ce qui justifie aussi le cloisonnement dans des zones peu concernées par l'érosion éolienne.

Bien que l'aménagement non cloisonné ait eu un effet indéniable sur la réduction des plages nues par sédimentation hydraulique et éolienne, (figure 2), il ne semble pas avoir permis le même accroissement de la productivité que celui observé dans les parcelles d'essai et a même produit des zones érodées nouvelles en aval des brèches, ou maintenu des zones nues en aval des segments colmatés.

23. Discussion

Les résultats doivent être bien sûr discutés en fonction des conditions de l'essai. Que se passerait-il si le sol était moins apte à l'infiltration ? Ainsi on peut voir des flaques subsister longtemps sur certains sols argileux et encroûtés et le sol rester sec à faible profondeur. On peut dire néanmoins qu'avec un entretien de la surface du sol convenable, une augmentation de la densité en cordons suffirait sans doute à compenser la faible infiltrabilité grâce à un retard supplémentaire du ruissellement.

De même que sur un terrain moins pentu, on peut certainement réduire la densité en cordons pierreux, soit seulement 10 t/ha de cailloux et obtenir des résultats similaires sur l'écrêtage de la crue.

De même, que se passerait-il en année pluvieuse ? (les trois années d'essai sont en dessous de la moyenne pluviométrique). On peut faire l'hypothèse que l'intérêt de l'aménagement serait moindre pour le mil, mais plus important par rapport à l'érosion hydrique.

Et lors de la jachère? Les cordons pierreux ralentissant globalement la nappe de ruissellement, il risque d'y avoir sédimentation de fines et création d'une pellicule imperméable, ceci d'autant plus que la pente est faible. Le pâturage de cette jachère ou un travail du sol superficiel (scarifiage) pourront être des moyens de détruire cette pellicule et favoriser la pousse d'herbacées et d'arbustes, alors qu'actuellement l'état de surface des jachères est dégradé au point d'accroître les phénomènes érosifs tant hydriques qu'éoliens.

Ces aménagements pourront, à terme, après plantation d'arbustes, favoriser la création de haies vives aux multiples fonctions : brise-vent, alimentation animale, production de biomasse ligneuse et azotée.

La figure 5 propose quelques éléments pour juger l'adaptation d'un aménagement filtrant à la situation dans le paysage.

3. Conclusion

On retiendra que les aménagements de microrugosité permettent d'améliorer l'infiltration des petites pluies et des petits ruissellements mais sont insuffisants pour conditionner les crues consécutives aux fortes pluies. A l'inverse, les aménagements de macrorugosité modifient sensiblement les paramètres des crues mais n'améliorent pas nécessairement l'infiltration et provoquent, en particulier s'ils sont imperméables ou devenus tels, de mauvaises répartitions et une reconcentration du ruissellement néfastes. Le cloisonnement apparaît comme une technique intéressante pour limiter ces inconvénients. Une bonne efficacité requiert en outre un nombre d'obstacles au ruissellement suffisant et un état de surface rugueux. S'il apparaît qu'un aménagement isohypse, cloisonné et filtrant est appropriable, durable et s'adapte bien aux objectifs culturels et aux conditions soudano-sahéliennes, il ne faudra pas négliger d'autres formes possibles, et surtout accompagner l'aménagement par des pratiques cohérentes de valorisation de l'aménagement, qui passent bien évidemment par l'amélioration du sol, l'association avec des pratiques d'élevage, la lutte antiérosive à plus grande échelle (érosion éolienne et correction des ravines).

Ces résultats confirment en outre que l'aménagement de conditionnement du ruissellement pour l'agriculture est une affaire d'agriculteurs, car les conditions nécessaires à l'efficacité de ces travaux sont compatibles avec les connaissances paysannes sur le rôle du ruissellement et le fonctionnement de la culture, connaissances qui manquent parfois aux "aménageurs". De même que ces aménagements sont fonction des objectifs de production et des risques acceptés individuellement, ils dépendent aussi du statut foncier de la terre et les modes de représentation sociale du paysage agraire. De plus les règles à respecter sont souvent plus une affaire de bon sens et d'expérience que de science, laquelle n'en étant encore qu'à ses débuts. C'est sans doute pour ces raisons que les décisions et les pratiques d'aménagement sont plus faciles au niveau de "groupements et quartiers", car on y trouve les convergences d'intérêt, la solidarité, la possibilité de débats critiques et fréquemment la gestion collective d'un terroir.

Ces multiples avantages expliquent sans doute pourquoi les actions de formation à la topographie, de transport de pierres, de démonstrations, de visites de sites, de suivi technique pour l'aménagement des pentes sont parmi les actions de développement agricole les mieux appréciées au Nord Yatenga par les paysans.

Figures 1 et 2 : Carte des états de surface et de la végétation
Site et essais de BIDI SAMNIWEOGO 1984-1987.

LEGENDE

	traces de ruissellement organisé		non cultivé savane herbeuse à arbustive.
	courbe de niveau.		culture de mil.
	cordon pierreux.		surface nue pelliculaire avec symptômes d'érosion hydro-éolienne.
	cordon pierreux cloisonné.		mise à nu du fond de labour.
	ensablement du cordon.		zones arbustives à <i>Guiera senegalensis</i> et <i>Piliostigma reticulatum</i> .
	rupture du cordon.		zone humide à terriers et végétation herbacée dense.
	ravineaux.		paillage de tiges d'oseille en 1986
	arbre.		sédimentation sableuse sans végétation
	arbre mort		parcelle témoin
			parcelle aménagée
			parcelle aménagée - labour

CARTE DES ETATS DE SURFACE ET DE LA VEGETATION
SITE DE SAMNIWEOGO 10/12/84

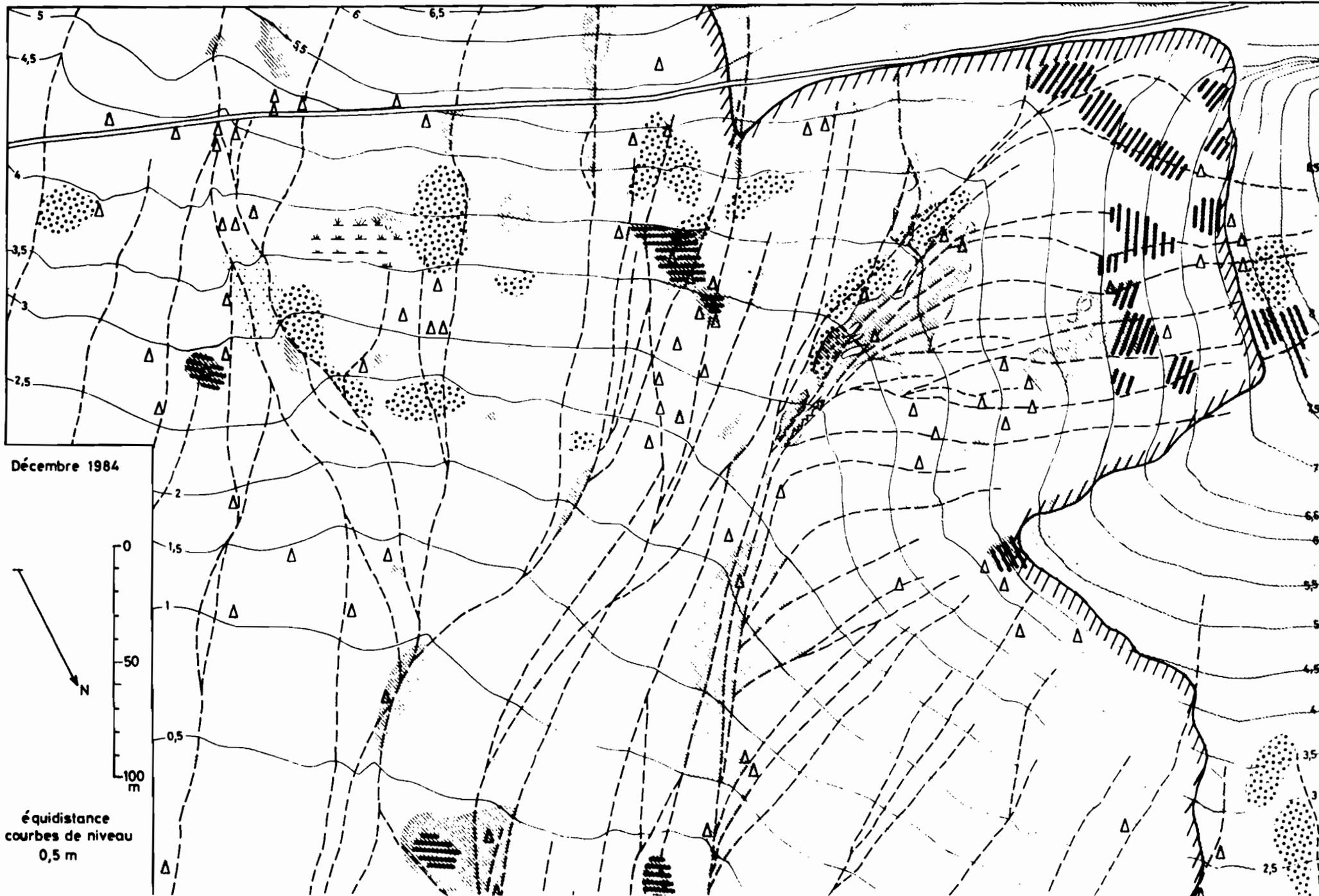


Figure 2 : CARTE DES ETATS DE SURFACE ET DE LA VEGETATION
SITE DE SAMNIWEOGO 10/12/87

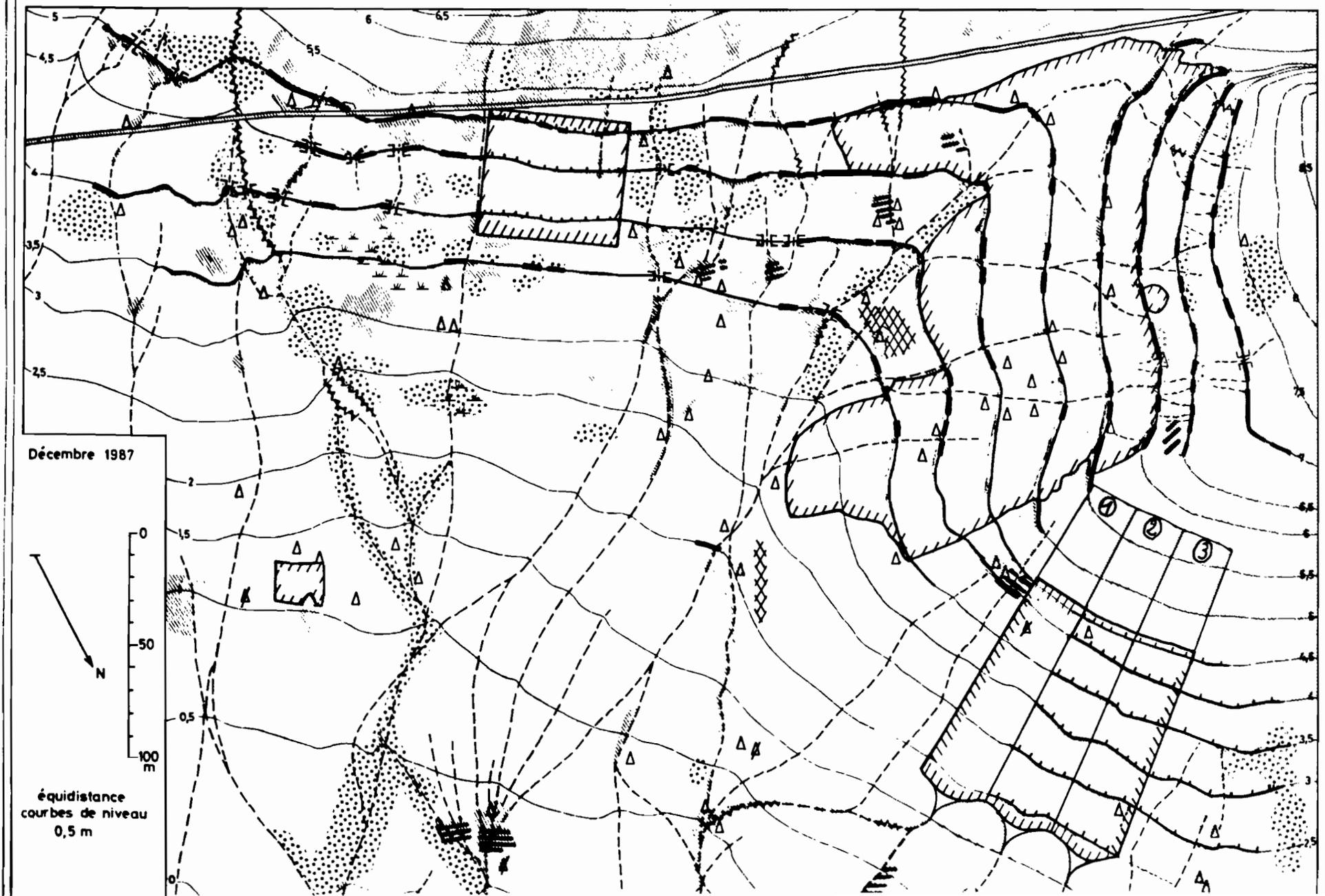


Figure 3 : Suivi de l'humidité extractible dans l'essai d'aménagement
 BIDI SAMNIWEOGO (cordons pierreux, isohypses cloisonnés)

Humidité extractible

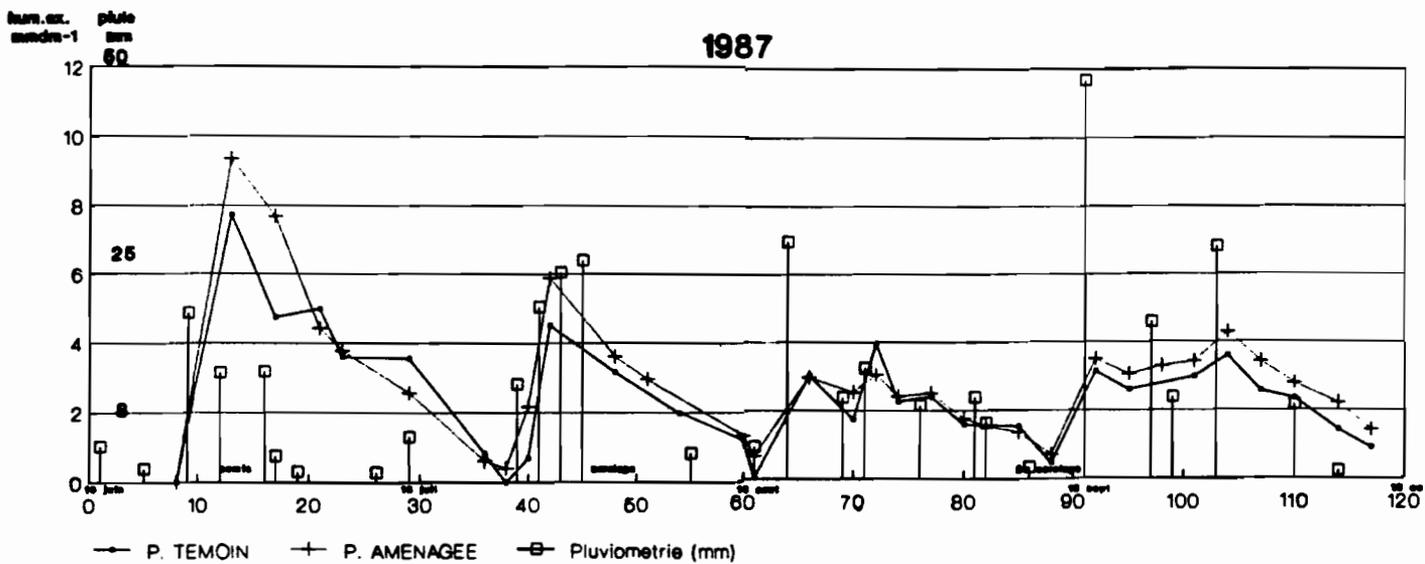
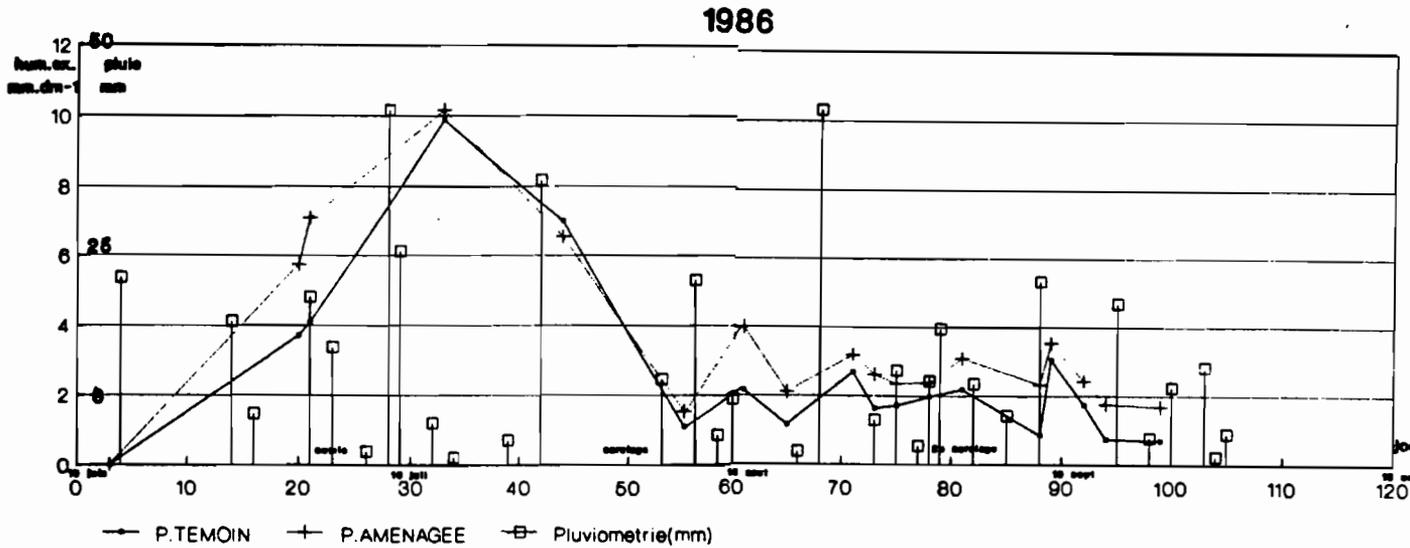
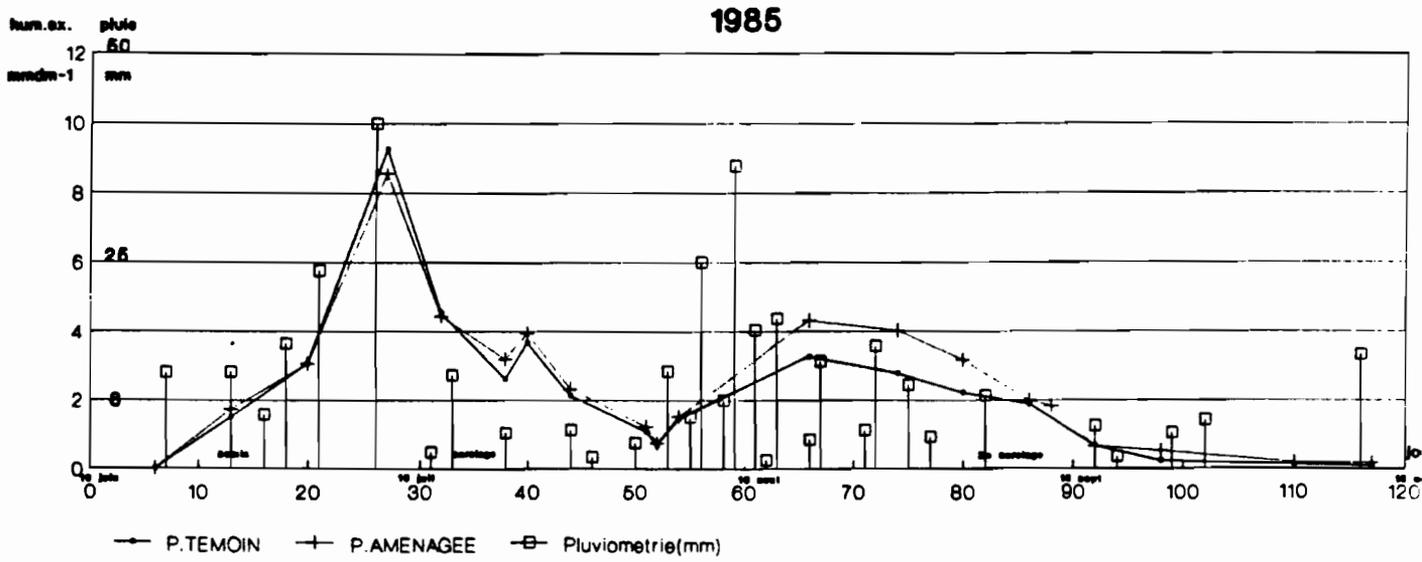
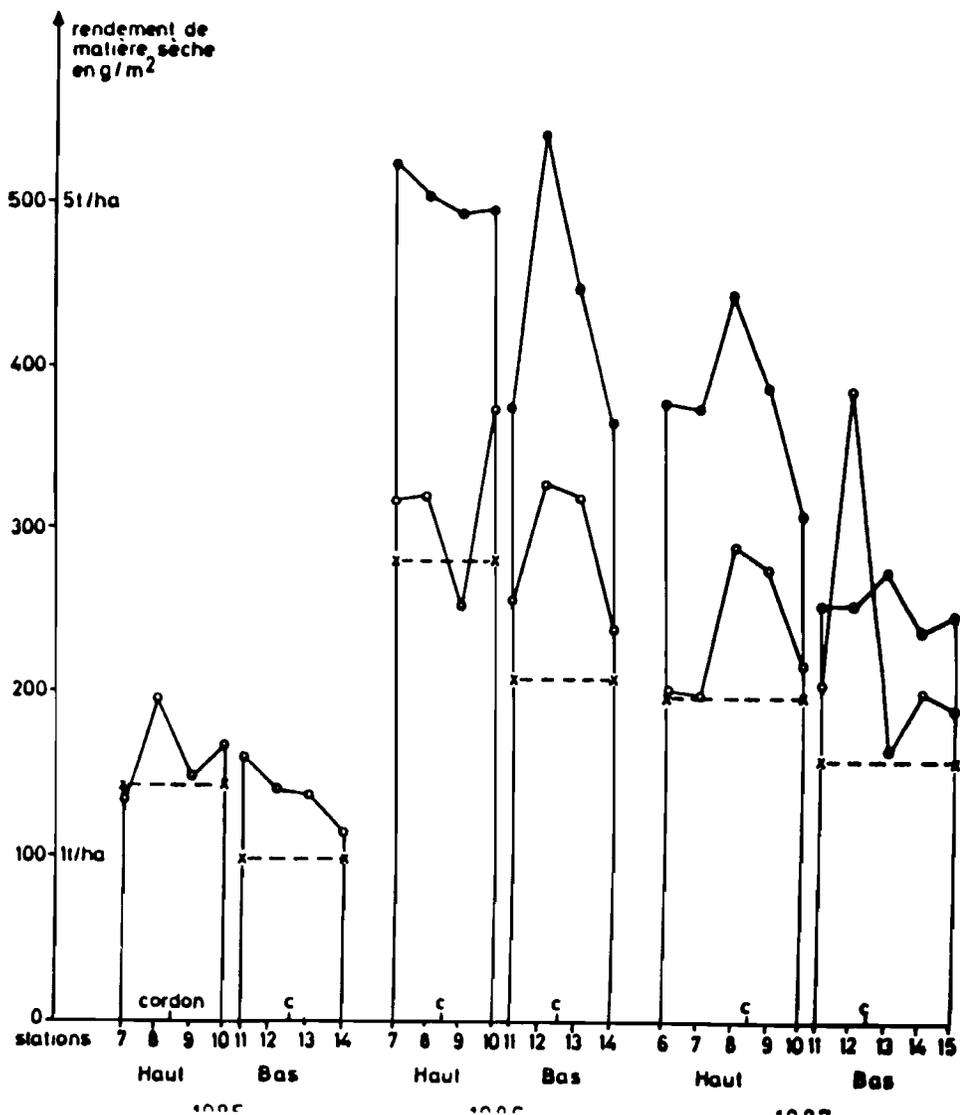
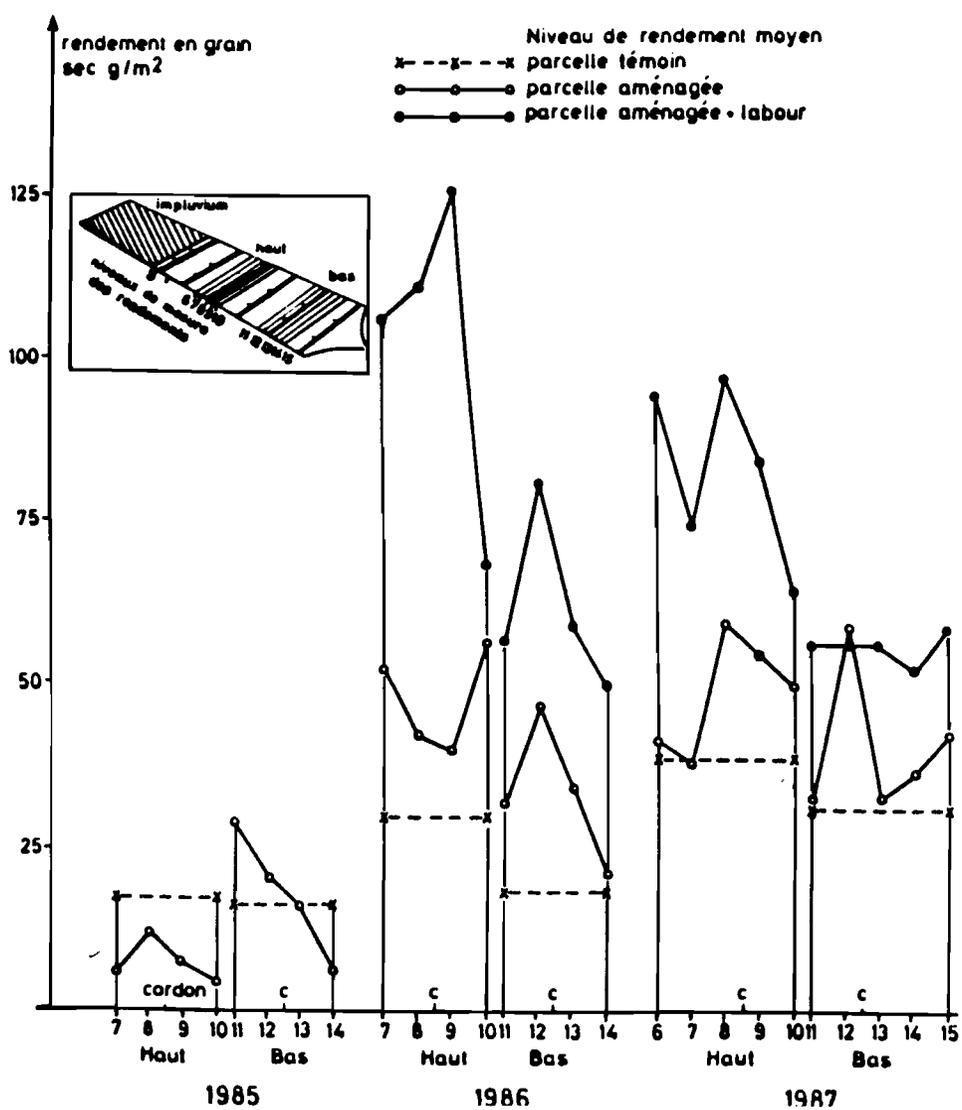


Figure 4 : Rendements de l'essai d'aménagement en cordons pierreux, isohyptes cloisonnés (BIDI - SAMNIWEOGO)



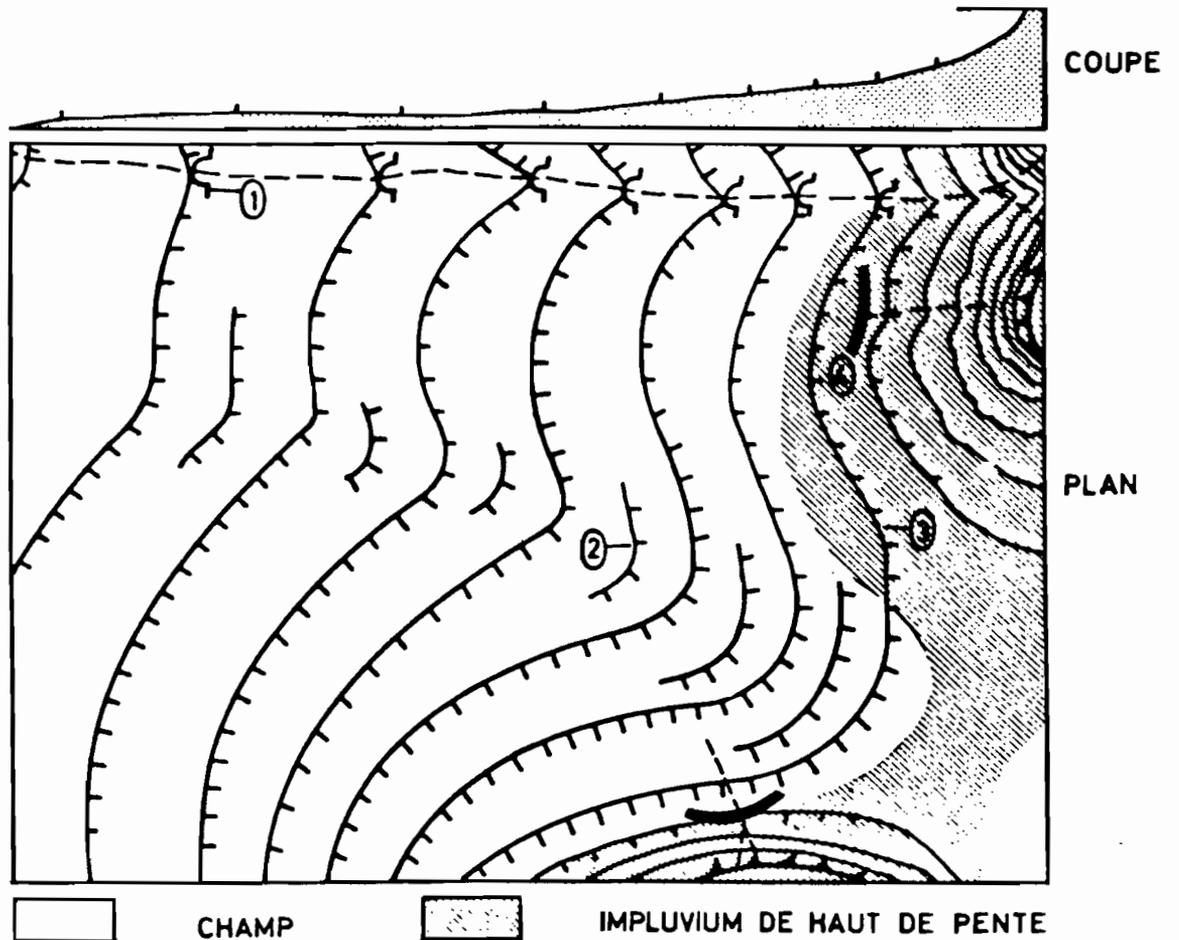


Figure 5 : adaptation de l'aménagement à la topographie du versant...

- aménager les exutoires (1) par canalisation du courant (ouvrages en V ou en U, en dur, correction des ravines
 - dans les creux de topographie, augmenter le volume de stockage temporaire par une diminution des intervalles (2)
 - adapter l'écartement à la pente et au volume de ruissellement amont
 - ne pas négliger les ouvrages de préstockage (3) ou de répartition des ruisseaux entrants (4)
- ... et à la répartition sociale des terres et de l'eau : concertation, aménagements non imperméables, prise en compte des modes de tenure foncière et des limites.



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Centre ORSTOM de OUAGADOUGOU

Boîte Postale 182 OUAGADOUGOU

BURKINA FASO

TÉL. : 30.67.37 - 30.67.39

TELEX. ORSTOM 5442 BF

PROGRAMME DE RECHERCHE :
DYNAMIQUE DES SYSTEMES AGROPASTORAUX
EN ZONE SOUDANO-SAHELIENNE
BIDI, YATENGA, BURKINA FASO.
RESULTATS D'ETAPE

NOVEMBRE 1988.

