

**UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU**

---

FACULTE DES LETTRES, DES ARTS,  
DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES  
(F.L.A.S.H.S)  
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

**O.R.S.T.O.M**

---

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT  
EN COOPERATION

---

**MEMOIRE DE MAITRISE**

Thème :

***MORPHOLOGIE ET HYDROLOGIE  
D'UN SYSTEME RAVINAIRE DE VERSANT EN MILIEU  
SOUDANO-SAHELIEN (YATENGA, BURKINA FASO)***

Présenté et soutenu par :

**Boukary KOROGO**

Sous la direction de :  
**DA Dapola Evariste C.**  
Maître assistant

Année universitaire :  
1993 - 1994

**DEDICACE :**

*Je dédie ce mémoire à ma mère.*

# REMERCIEMENTS

---

Pour la réalisation de ce travail, j'ai bénéficié du soutien de certaines personnes que je tiens à remercier. Qu'il me soit permis ici de leur exprimer ma profonde reconnaissance pour tout ce qu'elles ont fait afin que ce travail aboutisse.

Mes vifs remerciements vont tout d'abord à l'endroit de Monsieur Evariste Constant DA, enseignant au département de Géographie de l'Université de Ouagadougou. Il a accepté d'être mon directeur de mémoire. A Monsieur Olivier PLANCHON, chargé de recherche au centre ORSTOM de Ouagadougou, je dis également merci pour avoir eu la bienveillance d'être mon maître de stage au sein du-dit centre. En dépit de leurs multiples occupations, ces deux personnes m'ont constamment apporté leurs précieux conseils et encouragements durant mes travaux sur le terrain. Leurs critiques et corrections de mes manuscrits m'ont été d'une grande utilité. Qu'ils soient assurés de ma profonde reconnaissance.

A Monsieur Georges GRANDIN, représentant du centre ORSTOM de Ouagadougou, j'adresse mes sincères remerciements pour avoir accepté de m'accueillir au sein de son prestigieux établissement. Je lui exprime ma profonde gratitude.

Par ailleurs mes remerciements s'adressent au personnel, notamment aux techniciens, du centre ORSTOM de Ouagadougou qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à la réalisation de ce travail. Je pense en particulier à J.I. BASSOLE, G. BILGO, J. BOENE du service d'hydrologie, à J.B. KOUDOUGOU, chauffeur, à A. TRAORE et P. OULLA du service de cartographie. A tous j'exprime ma profonde reconnaissance.

Je n'oublie pas les camarades et amis stagiaires du centre ORSTOM avec qui j'ai passé d'agréables moments de discussions et d'échanges d'idées tout au long de mon stage. Je pense notamment à Paul OUEDRAOGO, Saïdou SAWADOGO, Dominique ZONGO, Laurent COULIBALY, Evelyne HIRTZ et Annonciata THIOMBIANO. A eux tous je dis merci.

Enfin que les nombreux parents et amis qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre et que je n'ai pu citer ici soient assurés de ma reconnaissance.

# AVANT PROPOS

---

Depuis la sécheresse des années 1973-1974, les pays africains de la zone soudano-sahélienne ont entrepris, avec leurs partenaires au développement, des actions pour éviter à leurs populations, d'éventuelles situations d'insécurité alimentaire. Pour cela ils ont mis en route des programmes d'étude et de recherche sur les techniques et les systèmes de production agro-pastorale. Ceci afin de minimiser les effets néfastes des aléas climatiques sur les rendements des activités de production en favorisant une meilleure protection et une utilisation optimale des ressources en sols et en eaux.

C'est ainsi que l'ORSTOM conduit, depuis 1982, un programme d'étude et de recherche sur la dynamique des systèmes agro-pastoraux au Burkina Faso. Ce mémoire s'inscrit dans le cadre de ce programme et a pour objectif de permettre une meilleure connaissance des mécanismes de transfert des eaux de ruissellement sur les versants agricoles. Ce qui permettra une utilisation optimale des ressources en eaux et un accroissement de la quantité d'eau disponible pour les cultures en cas de déficit pluviométrique saisonnier.

Par ailleurs le sujet d'étude a été proposé par M. PLANCHON, Chargé de recherche en pédologie au centre ORSTOM de Ouagadougou, qui a déjà mené une étude spatialisée des écoulements superficiels en zone de savane humide (Côte d'Ivoire). L'étude qu'il a faite est similaire à celle que nous avons menée au Nord du Burkina Faso.

# RESUME

---

L'objet de cette étude a été de déterminer la fréquence et la propagation des crues le long des ravines d'un versant en région soudano-sahélienne. Ce travail a été réalisé dans la province du Yatenga, au Nord-Ouest du Burkina Faso.

En 1992, un protocole expérimental a été mis en place sur le versant d'étude. Des témoins d'écoulement, au nombre de 74, ont été installés dans les ravines. Ils fournissent, après chaque averse, une information binaire (du type oui/non) relative au passage d'une crue dans les sections de ravines.

Le taux de réponse global obtenu est de 42% pour 41 averses enregistrées (475 mm sur les 541 mm de l'année 1992). Pour les hauteurs d'averses comprises entre 19 et 50 mm, ce taux est de 90% environ en début de saison. Mais au cours de celle-ci, il devient variable quelle que soit la hauteur d'averse.

En amont de versant, pentu et encroûté, le taux de réponse est de 55%. Il décroît lorsqu'on évolue vers l'aval. En bas de pente, le taux de réponse est de 21%. L'écart entre la fréquence des crues à l'amont et à l'aval signifie que la plupart de celles produites en haut de versant n'atteignent pas le bas de celui-ci. Seules les crues dues aux grosses averses y font exception. A la mi-pente, les écoulements dans les ravines perdent leur compétence et y déposent des matériaux sableux.

Ces résultats permettent une meilleure connaissance des mécanismes de la redistribution de l'eau sur les versants. Ils trouvent des applications à la lutte contre l'érosion, à la gestion de l'eau de ruissellement superficiel et à l'amélioration des techniques d'infiltration sur les versants.

## **Mots et expressions clés**

Burkina Faso, Yatenga, soudano-sahélien, Bidi, Samniwéogo, bassin-versant, ravine, ruissellement superficiel, infiltration, taux de réponse, érosion, lutte anti-érosive.

# INTRODUCTION

---

Depuis 1968-1969, les régions soudano-sahéliennes sont marquées par une sécheresse persistante qui se caractérise par une forte baisse de la pluviosité. Ce qui a accentué les processus de dégradation du milieu naturel de ces régions, entraînant en conséquence la déstabilisation des systèmes de production agro-pastorale.

Dans le Yatenga, province soudano-sahélienne située au Nord-Ouest du Burkina Faso, la baisse de la pluviométrie est aujourd'hui d'environ de 200 mm. On y enregistre, depuis le début de la sécheresse, une régression notable des rendements agricoles car les conditions naturelles de production ont été fortement dégradées : diminution croissante de la couverture végétale, ruissellement accéléré et forte érosion des sols cultivés.

Pour parer à l'insécurité alimentaire des populations de ces régions, diverses actions sont mises en oeuvre afin d'y restaurer l'équilibre du milieu et permettre une amélioration des conditions de production et des rendements. Ces actions sont l'oeuvre des paysans eux-mêmes, assistés par divers instituts de recherche (INERA, CIRAD, ORSTOM, etc...) et des organismes publics (CRPA, ONAT, etc...) et privés (PAE, PAF, "6S", etc...) d'assistance au monde rural. Elles sont essentiellement axées sur les aménagements anti-érosifs (mise en place de cordons pierreux isohypses, de diguettes, de bandes de végétation, etc... sur et autour des parcelles de culture), la récupération des eaux de ruissellement du haut-versant au profit des cultures et la recherche de meilleurs systèmes d'exploitation des ressources naturelles.

Depuis 1982, l'ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) conduit un programme pluridisciplinaire d'étude et de recherche à Bidi, un village du Nord Yatenga. En 1985 l'organisme y initie un essai interdisciplinaire sur la dynamique des systèmes agro-pastoraux (SERPANTIE et LAMACHERE J. M., 1989). Sur le versant Ouest d'un petit bassin (1,2 km<sup>2</sup>) de Bidi, le volet hydrologie de cet essai étudie, en conditions expérimentales, les facteurs du ruissellement et de l'infiltration de l'eau sur les sols sableux des parcelles de cultures. Cette étude a abouti à des résultats intéressants concernant l'impact, sur l'hydrodynamique superficielle, des aménagements en cordons pierreux isohypses et des techniques culturales telles que le sarclage et le labour.

Dans le même volet hydrologie et sur le même site de Bidi, on a effectué en 1992 une étude expérimentale de la fréquence et de la propagation des crues dans le système ravinaire du versant. Cette étude a eu pour objectifs de dépasser l'échelle des parcelles expérimentales pour appréhender les mécanismes de transfert de l'eau de surface à l'échelle du versant. Il s'agit aussi de savoir, d'une part, le type de rapport hydrologique qui existe entre le versant et le bas-fond puis, d'autre part, la fonction des ravines d'érosion dans les échanges hydrologiques entre ces deux unités morphologiques.

Un dispositif de mesure, étendu à l'ensemble du versant, a été mis en place pour étudier la fréquence et la propagation des crues dans les ravines d'érosion. Il est composé d'un réseau de points (sections de ravines) d'observation sur lesquels sont installés des détecteurs qui y enregistrent le passage des crues provoquées par les averses tombées au cours de l'hivernage.

Un limnigraphe installé dans le bas-fond permet d'y enregistrer toutes les crues.

Ce mémoire qui présente les résultats issus de cette étude expérimentale se compose de trois parties :

- Première partie : Le milieu naturel et humain.

Cette partie traite des caractères généraux du milieu physique et humain notamment le contexte climatique régional, la géologie, la géomorphologie, l'histoire du peuplement et les conditions d'accès à la terre. Cette première partie est composée de deux chapitres.

- Deuxième partie : L'expérimentation de Samniwéogo.

Sont présentés ici les caractéristiques du versant d'étude, les dispositifs de mesure des crues, les résultats. L'interprétation et discussion de ces résultats sont en outre présentées. Cette partie comprend également deux chapitres.

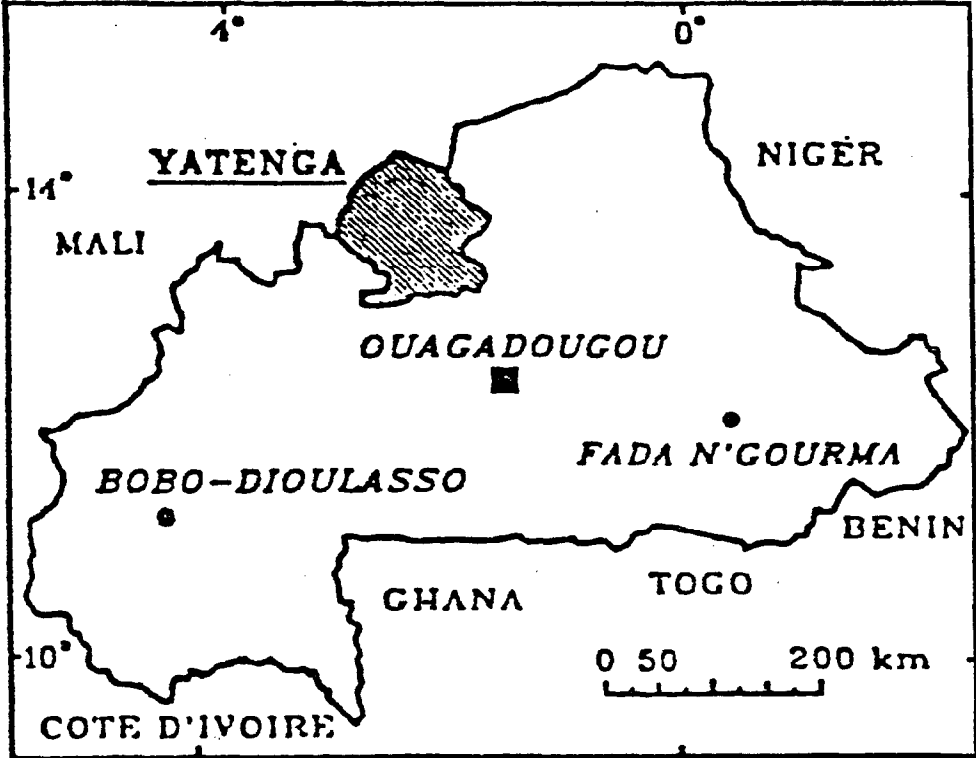
- Troisième partie : Prévention et traitement de la dégradation du milieu.

Cette dernière partie du mémoire présente les conséquences érosives du ruissellement, la description des ravines d'érosion sur le versant et leurs liens avec le paysage, et enfin les différentes stratégies de lutte anti-érosive utilisées à Bidi et dans sa région. Cette partie comporte trois chapitres.

PREMIERE PARTIE :  
Le cadre naturel et  
humain



# BURKINA FASO



# PROVINCE DU YATENGA

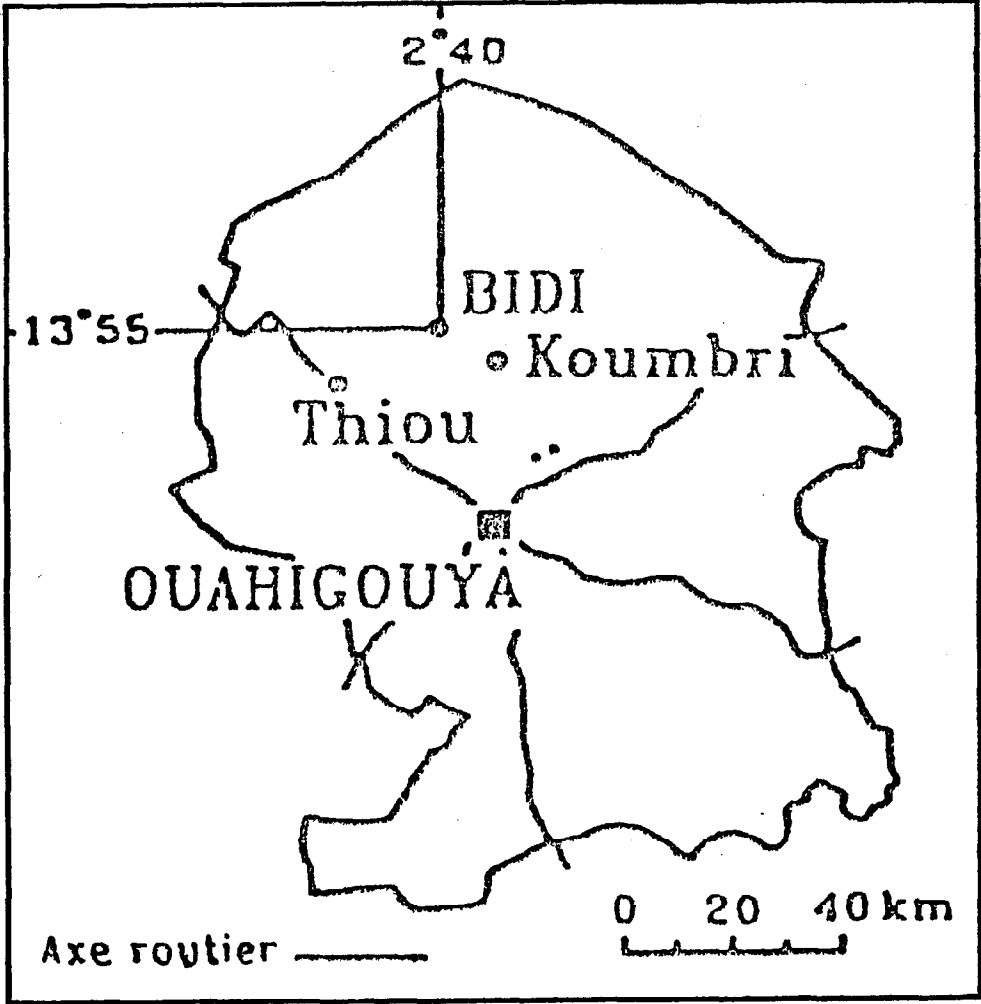


Figure 1 CARTES DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

# CHAPITRE 1 : LES TRAITS GENERAUX DU MILIEU PHYSIQUE

---

## I. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE

Le site d'étude (Samniwéogo) se situe dans le village de Bidi, province du Yatenga, au nord-ouest du BURKINA FASO. Bidi se trouve à une quarantaine de kilomètres au nord de Ouahigouya, la capitale provinciale, entre 13°50' et 13°55' de latitude nord, et entre 2°20' et 2°40' de longitude ouest (fig.1).

Le recensement de 1985 dénombre une population de 3500 habitants dans le village qui demeure faiblement peuplé par rapport aux fortes concentrations humaines qui caractérisent la partie centrale du Yatenga.

## II. LE CONTEXTE CLIMATIQUE REGIONAL

Le climat régional, de type tropical sub-sahélien, est sujet durant ces dernières années à de grandes perturbations. Il se caractérise par une courte saison humide allant du mois de juin à celui d'octobre et une longue saison sèche affectée par l'Harmattan durant l'hiver boréal.

A Bidi le climat régional est déterminé par un régime de "mousson" créé par la rencontre des masses d'air continental chaud et des masses d'air froid et humide remontant du golf de Guinée. C'est le Front Intertropical ou FIT.

La région où se situe Bidi a une pluviométrie totale comprise entre 500 et 700 mm (BRUNET - MORET, 1979) ; (CARBONNEL J. P., 1983) ; (GUINKO S., 1984) ; (CARBONNEL J. P., HUBERT P., 1985) ; (ALBERGEL J., 1988) cités par GUILLET F. (1991).

Les dispositifs de mesure météorologiques installés à Bidi sont importants, mais trop récents pour être statistiquement exploitables. La station climatique du quartier NAYIRI, située à 3 km du bassin-versant étudié, fonctionne depuis 1985 et est relayée pour les précipitations sur le bassin de 50 km<sup>2</sup> de Bidi (fig.2) par un dispositif étendu d'une quarantaine de pluviomètres et pluviographes dont 7 dans les limites du bassin étudié.

En 1988 une station météorologique a été installée sur le bassin de SAMNIWEGO à proximité des parcelles expérimentales. Dans le cadre de notre étude, nous utiliserons les données pluviométriques de cette station.

La station synoptique la plus proche se trouve à Ouahigouya, à une quarantaine de kilomètres plus au sud. On peut utiliser ses séries statistiques et notamment pluviométriques qui datent de 1923.

L'étude de l'évolution récente du climat local révèle que les totaux annuels de pluies sont nettement en baisse. A titre d'exemple, la moyenne mobile sur un pas de 15 ans établie par SERPANTIE et al. (1987), indique 750 mm d'eau de pluie pour Ouahigouya avant 1968 et 560 mm pour la période de 1968-1992. Une réduction de l'ordre de 200 mm de la pluviosité régionale est ainsi observée à partir de 1968. MIETTON (1988) souligne, à partir d'une moyenne mobile d'un pas de 5 ans, la tendance à la baisse des quantités d'eau précipitées annuellement (fig.3). D'après le même auteur, en 1983, cette baisse a atteint son maximum avec un déficit record de - 47% à Ouahigouya. La moyenne de la période de 1985 - 1992 qui est de 568 mm pour cette ville et de 502 mm pour Bidi, confirme cette tendance à la baisse de la pluviosité.

Le climat régional "traverse" donc une période sèche qui lui confère actuellement un caractère sahélo-soudanien voire même sahélien plutôt que soudano-sahélien.

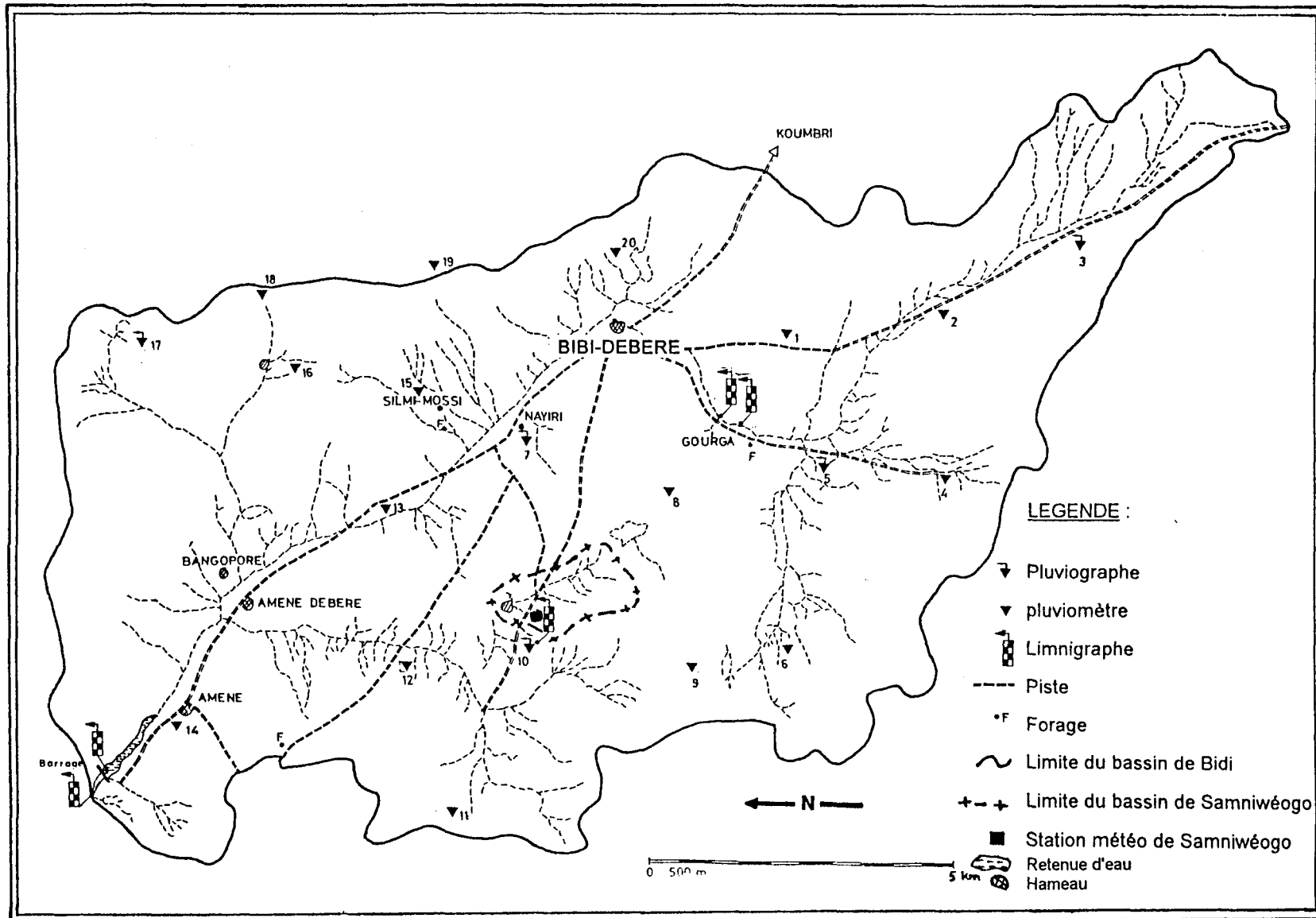
## *A. LA PLUVIOMETRIE*

La moyenne pluviométrique inter-annuelle de la période d'observation 1985-1989 est de 475 mm à Bidi. On observe une variabilité inter-annuelle de la pluviométrie. A titre d'exemple, la pluviométrie de 1988 est supérieure à celle de 1985 de 57% (200 mm de différence) (TRAORE, 1991).

On retrouve cette variabilité à l'échelle d'un mois pluvieux : en 1987, le mois le plus pluvieux de l'année (le mois d'août) a reçu 90 mm de pluie contre 202 mm en moyenne. L'inégale répartition des pluies existe aussi bien dans le temps que dans l'espace : en 1987 on a mesuré un écart de 265,2 mm de pluie entre deux pluviomètres distants de 10 km.

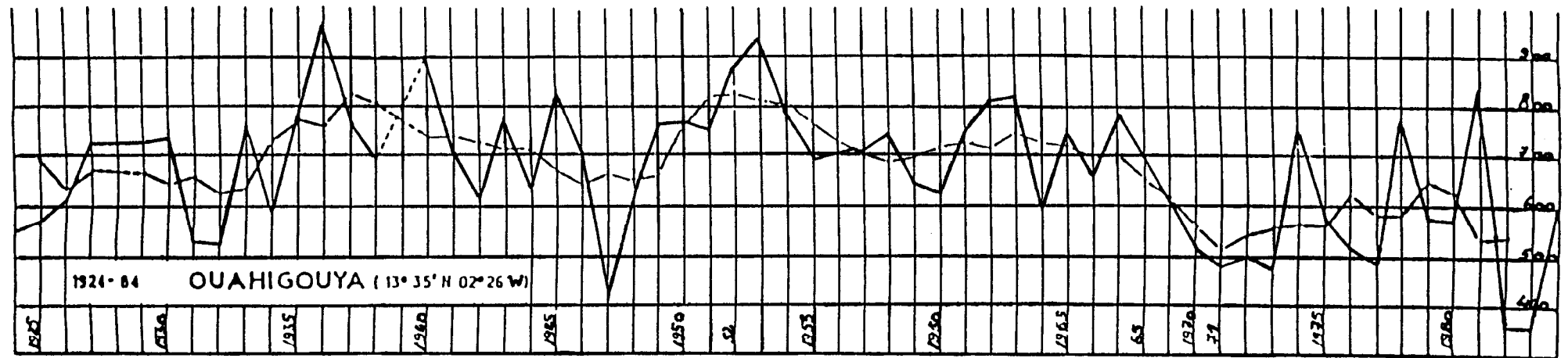
A Bidi, comme partout ailleurs au BURKINA FASO on distingue deux saisons dans l'année : une saison sèche et une saison humide.

Figure 2 EQUIPEMENT HYDROPLUVIOMETRIQUE DU BASSIN VERSANT DE BIDI (1985-1986)



Source : Centre ORSTOM/Ouaga - Service cartographique 1985

Fig. 3 LES MOYENNES MOBILES ANNUELLES DES PRECIPITATIONS A OUAHIGOUYA (1924 - 1984)



Source : MIETTON M.,1988

La saison sèche comprend deux périodes :

- une période fraîche qui va de Novembre à Février et marquée par des moyennes de températures maximales atteignant 36°C et minimales atteignant 13°C. Cette période est par ailleurs caractérisée par une quasi absence de pluie et par la faiblesse de l'humidité de l'air.
- une période chaude qui va de Mars à Mai et au cours de laquelle la moyenne des températures maximales est de l'ordre de 41,2°C. L'humidité de l'air augmente avec l'installation progressive des vents humides du Sud-Ouest. D'où les pluies de faible importance qui y sont observées.

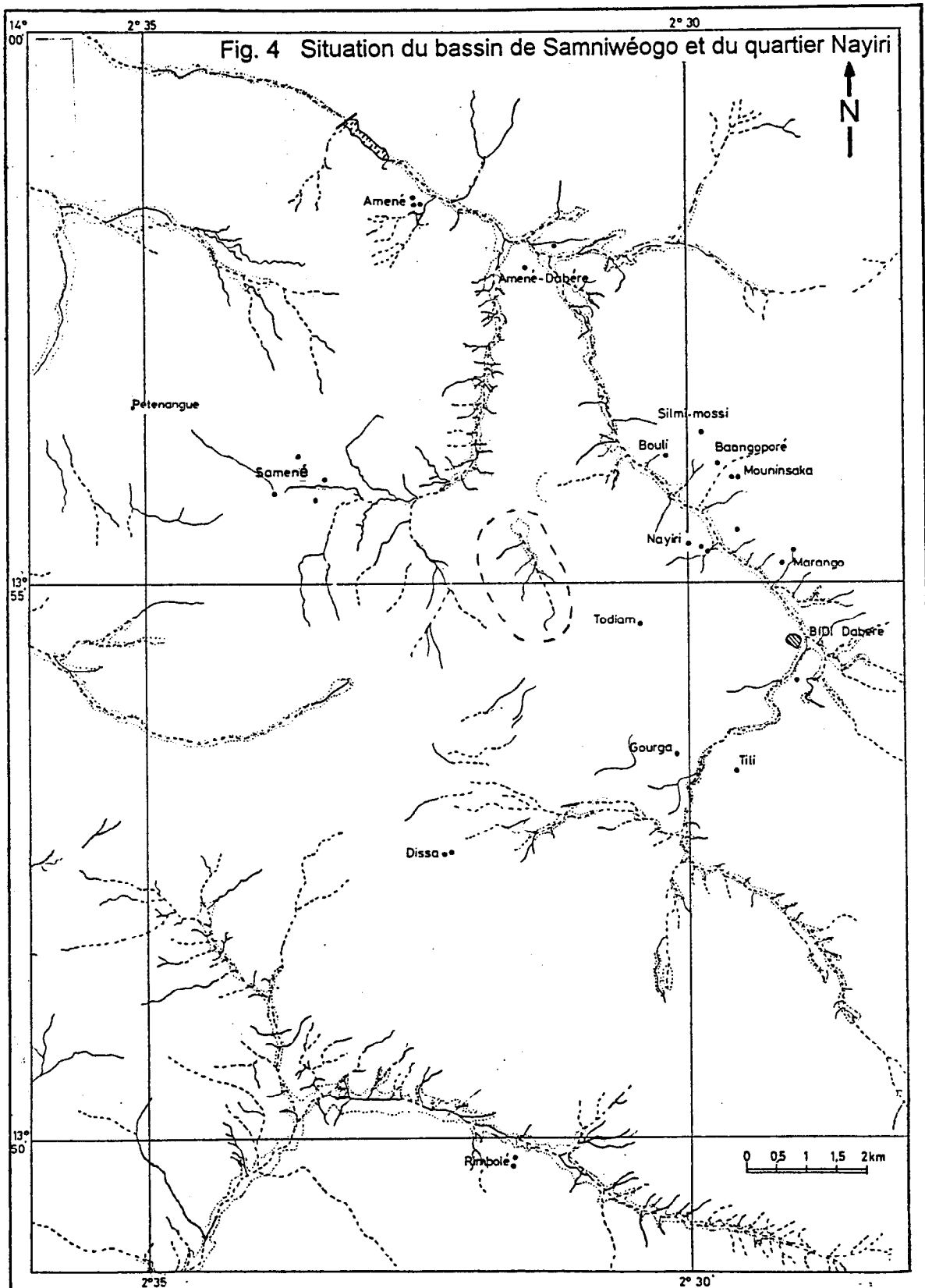
La saison humide comprend également deux périodes :

- une période fraîche, par rapport aux autres mois humides, et pendant laquelle les températures sont nettement moins élevées. En cette période, l'humidité de l'air est maximum. D'où de fréquentes précipitations abondantes occasionnant souvent une érosion active des terres et plus particulièrement des parcelles de cultures.
- une période chaude (Juin, Octobre) avec des températures élevées. La moyenne des maxima est de 38°C et celle des minima est de l'ordre de 26°C. Ces deux mois sont pluvieux mais leur pluviométrie est généralement faible et mal répartie dans le temps. Ce qui n'est pas favorable au développement normal des plantes. Ces deux mois peuvent être considérés comme mois de transition entre les saisons sèche et humide (GROUZIS M., 1987).

## *B. LA TEMPERATURE*

Les températures enregistrées à NAYIRI (fig.4) ne diffèrent pas des tendances régionales. Les variations journalières sont assez élevées et régulières sur l'année. Cependant la saison des pluies est sujette à des variations diurnes importantes liées à l'humidité des surfaces, aux couverts nuageux et courants d'air rechargés en humidité et rafraîchis dans les zones humides.

L'évolution des températures au cours de l'année laisse apparaître des périodes chaudes et des périodes relativement fraîches. A Bidi on distingue deux périodes de chaleur (fig.5) : l'une en avril, mai et juin avec des maxima atteignant 41°C (tab.I), l'autre en octobre. On enregistre les plus basses températures en décembre et janvier. La moyenne des minima se situe alors entre 12,9 et 14,8°C.



**LEGENDE :**

- Limite du bassin de Samniwéogo
- Quartier
- ⋯ Réseau hydrographique
- - - Limite de vallée
- ▭ Retenue d'eau
- ▭ Hameau

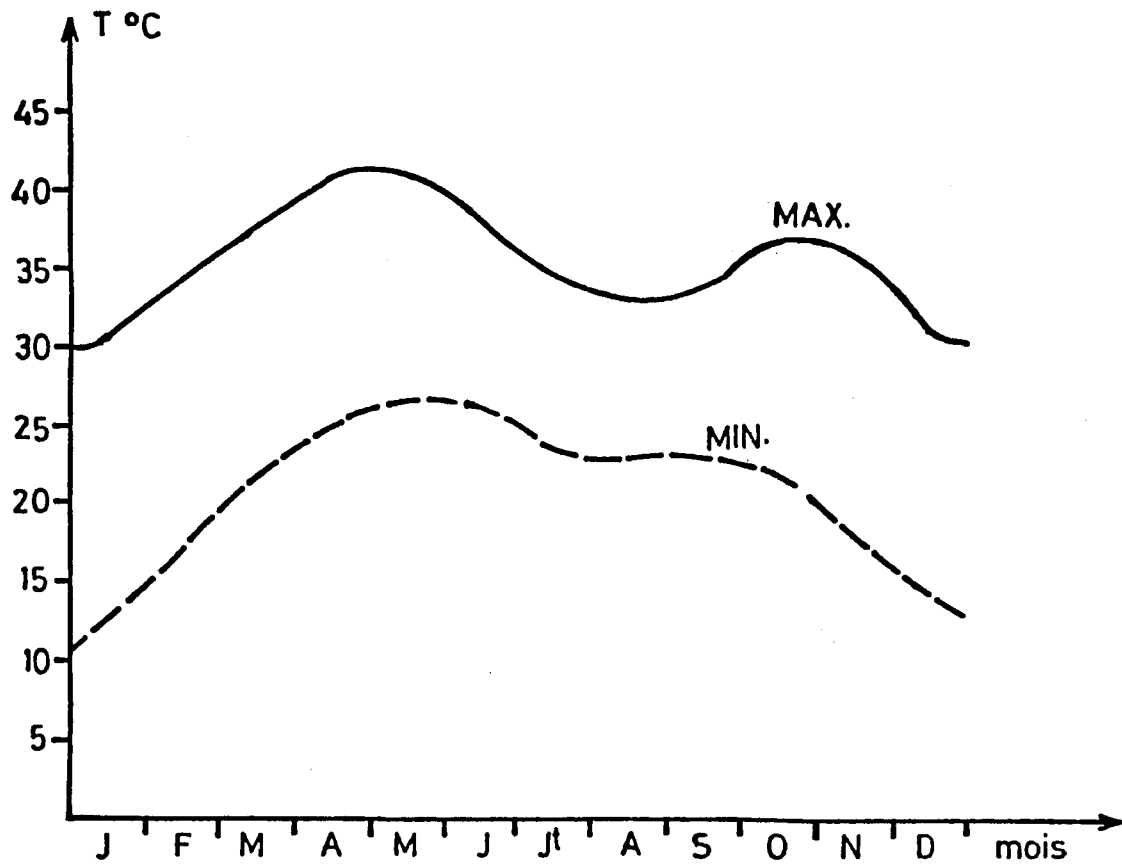


FIG. 5 VARIATIONS ANNUELLES DES TEMPERATURES MAXIMALES (MAXI) ET MINIMALES (MINI) A BIDI

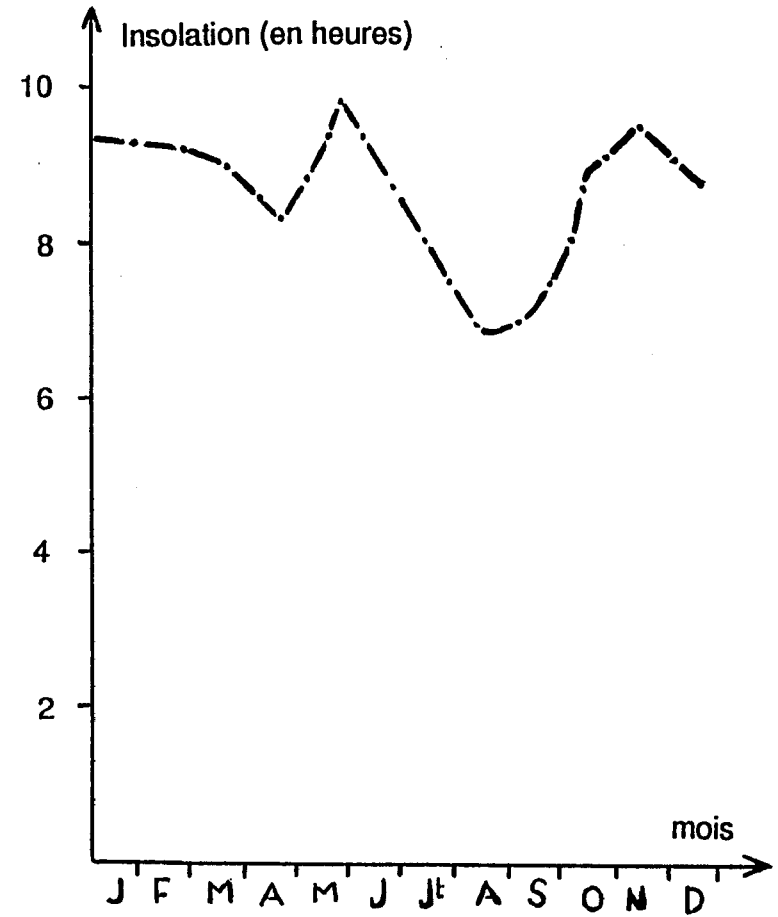


FIG. 6 VARIATIONS ANNUELLES DE L'INSOLATION

Source : TRAORE A.,1991



**Tableau I : Moyennes mensuelles (1985-1989) des paramètres climatiques de la station de Bidi**

| Mois                                       | Jan. | Fév. | Mars  | Avr.  | Mai  | Juin | Juil. | Août  | Sept. | Oct.  | Nov.  | Déc. |
|--|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Paramètres climatiques                     |      |      |       |       |      |      |       |       |       |       |       |      |
| Températures maximales en °C               | 30.7 | 34.5 | 37.8  | 40.9  | 41.2 | 38.0 | 34.5  | 32.8  | 34.12 | 37.22 | 35.98 | 31.4 |
| Températures minimales en °C               | 12.9 | 16.7 | 21.5  | 25.2  | 26.6 | 26.6 | 23.6  | 22.7  | 22.9  | 22.2  | 17.8  | 14.8 |
| Vitesse moyenne journalière du vent en m/s | 1.7  | 2.0  | 1.8   | 1.9   | 1.7  | 2.5  | 2.3   | 1.8   | 1.4   | 1.1   | 1.2   | 1.4  |
| Direction du vent                          | E    | E    | E     | E     | SW   | SW   | SW    | SW    | SW    | E     | E     | E    |
| Evaporation journalière en mm/s            | 8.7  | 10.8 | 13.15 | 15.35 | 14.2 | 11.2 | 9.4   | 6.9   | 7.3   | 8.9   | 9.5   | 8.8  |
| Insolation en heures                       | 9.2  | 9.1  | 8.9   | 8.3   | 9.7  | 8.0  | 8.1   | 7.5   | 8.0   | 8.8   | 9.7   | 8.5  |
| Pluviométrie en mm                         | 0    | 0    | 0     | 0     | 1.7  | 39.7 | 128.7 | 202.9 | 80.5  | 14.1  | 0     | 0    |

Source : TRAORE A., 1991

### *C. LE RAYONNEMENT GLOBAL*

L'ensoleillement suit l'année solaire. Le rayonnement global a été calculé à partir de la durée de l'insolation (fig.6). Il est minimum en août et maximum en mai. L'arrivée des fronts nuageux du golf de Guinée entraîne une chute brutale de l'ensoleillement moyen journalier dès le début du mois de juin. Cet ensoleillement augmente, à nouveau, courant octobre avec la fin de la saison des pluies. "Sur l'ensemble de l'année le rayonnement est élevé. Il joue un rôle très important dans ces régions car il intensifie le pouvoir évaporant de l'air et détermine ainsi une partie du bilan hydrique" (GROUZIS M., 1987).

### *D. L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE*

Elle évolue au cours de l'année en suivant globalement l'évolution de la température (fig.7). La présence, dans la cuvette inondée du bas- fond de Samniwéogo (fig.4), d'un bac flottant permet de comparer l'évaporation du plan d'eau libre sous couverture arborée, à l'évaporation du bac Colorado dans la station climatique. Ce dispositif permet également de déterminer le bilan des eaux infiltrées et évaporées du plan d'eau libre.

L'ETP enregistrée en avril est de 15,35 mm/j ; toutefois on observe son minimum en août avec 6,9 mm/j au lieu de décembre ou janvier (période

fraîche) comme on pouvait s'y attendre. Le tableau ci-dessous (tab.II) présente l'évaporation journalière moyenne du bac flottant pour les décades de saison des pluies de 1988. 64% de l'évaporation journalière s'effectue de jour entre 6 heures et 18 heures et 36% s'effectue de nuit entre 18 heures et 6 heures. L'ETP favorise le dessèchement rapide des points d'eau et donc de forts regroupements du bétail autour des retenues d'eau les plus importantes.

**Tableau II : Evaporation moyenne journalière (en mm) au bac flottant du bas-fond de Samniwéogo**

| Année 1988       | Juin | Juillet | Août | Sept. | Oct. |
|------------------|------|---------|------|-------|------|
| Moy./1ère décade | -    | 6.6     | 4.7  | 4.2   | 5.2  |
| moy./2ème décade | -    | 5.5     | 3.9  | 4.0   | 5.4  |
| moy./3ème décade | 8.2  | 3.9     | 4.6  | 4.1   | 6.9  |
| moy./mois        | 8.2  | 5.3     | 4.4  | 4.1   | 5.7  |

Source : GUILLET F., 1991

## *E. LES VENTS*

Les vents locaux sont assujettis au régime de "mousson". Les vitesses moyennes journalières, (entre 1,1 et 2 m/s) sont élevées (fig.8) durant la semaine où souffle l'Harmattan avec un maximum relatif tout au long du mois de février. Ces masses d'air sec d'Est et du Nord-Est couramment appelées Harmattan s'installent à Bidi à partir du mois d'octobre et se maintiennent jusqu'en avril avec une nette domination en décembre et janvier. Ces vents accentuent le déficit de saturation de l'air et sont responsables du transport des particules fines durant la saison sèche. Les masses d'air humide du Sud-Ouest, la "mousson", sont plus influentes de mai à septembre. Leur vitesse moyenne atteint 2,5 m/s en juin, au moment où le sol n'est pas encore suffisamment couvert par la végétation. Elle décroît assez lentement jusqu'en août, puis fortement à partir de septembre pour atteindre le minimum journalier en octobre.

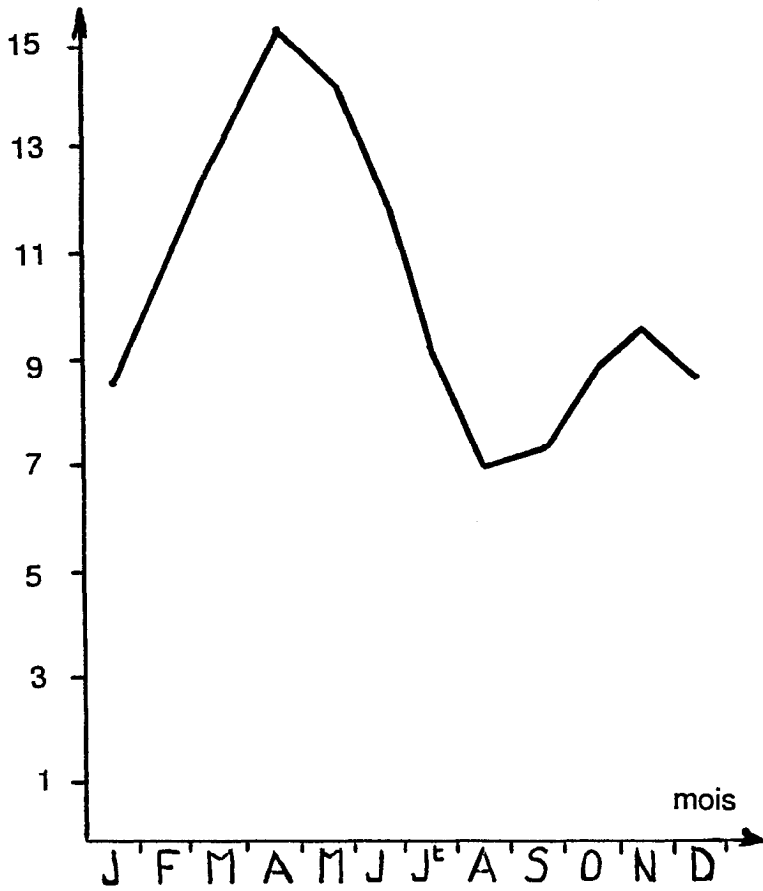


FIG. 7 VARIATIONS ANNUELLES DE L'EVAPORATION A BIDI

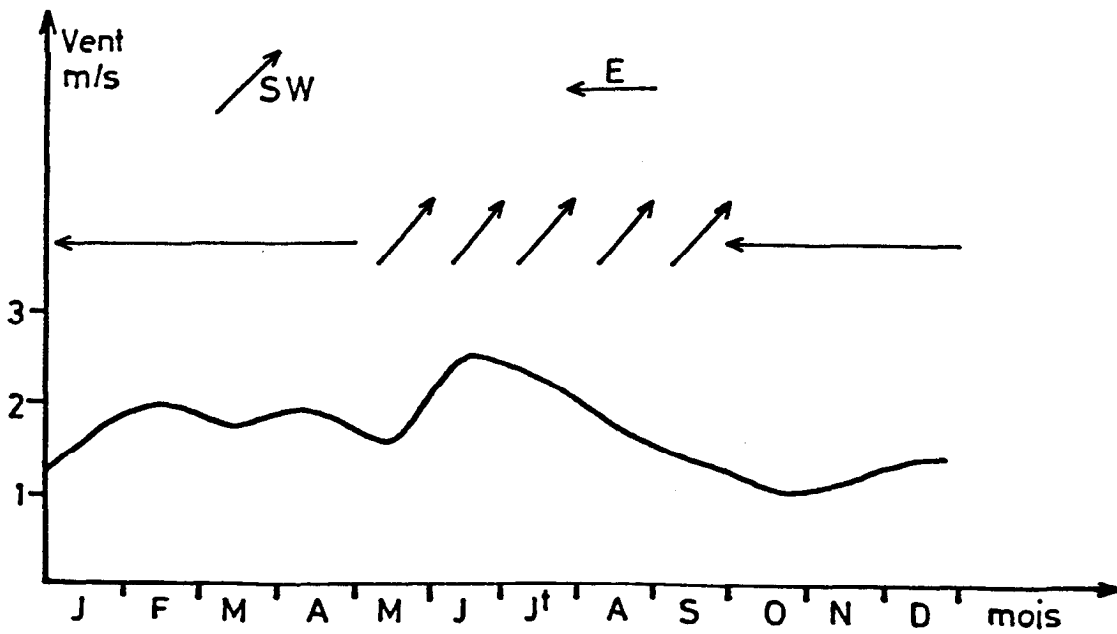


Fig. 8 VARIATIONS ANNUELLES DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU VENT A BIDI

### III. LA GEOLOGIE

#### *A. APPROCHE REGIONALE*

La région de Bidi se situe sur une discontinuité géologique majeure : le craton en bordure des systèmes cristallophylliens du Birimien à l'abord du grand bassin sédimentaire de TAOUDENI (GUILLET F., 1991).

Le substratum est constitué de granite recouvert, par endroits, de formations sédimentaires. Il affleure largement au Nord du BURKINA FASO. Bidi se trouve sur un édifice de granites alcalins pris en tenaille entre deux ensembles de terrains cristallins à cristallophylliens et volcano-sédimentaires à l'Est et à Ouest, distincts lithologiquement et structuralement.

Deux ères géologiques ont présidé à la mise en place des formations géologiques de la région : ce sont le Précambrien terminal (Infra-Cambrien) et le Tertiaire (Paléocène et Pliocène).

Au cours du Précambrien terminal, se sont mises en place les formations géologiques suivantes :

- Les gneiss à biotite et à muscovite localisés au Sud de Thiou et occupant un espace très limité,
- Les granites, grès fins hétérogènes recompactés, les granodiorites orientées par des veines et des filons au Sud de Thiou et les granodiorites-granites calco-alcalins orientés au Nord-Est. Aussi, ces derniers affleurent localement sans grande importance.

Les granodiorites se subdivisent en deux faciès :

- un faciès migmatitique avec de nombreuses veines de pegmatite et d'aplite à biotite.
- un faciès granitique en dalles formées d'une roche à grains fins, isogranulaire, leucocrate, parcourue par des veines de pegmatite et d'aplite d'orientation variable.

En outre, deux types de complexes volcaniques occupent une importante partie de la région (localité de Thiou et de Koumbri) : l'un est composé de schiste, brèches spilitiques porphyrites basiques, méta-andésites, métadolérites, ryodacites, et l'autre de schistes macro-conglomératiques, tufs altérés, gréseux, grès schisteux, schistes graphiteux, etc. D'après DUCCELLIER (1963), ils constituent l'ensemble des roches métamorphiques très

diversifiées, fortement fracturées et surmontées d'escarpements rocheux dans la localité de Koumbri.

Le village de Bidi repose sur un substrat de granites "roses" circonscrits, homogènes dans le domaine schiste volcanique et à tendance hétérogène dans le domaine granitique.

Cet ensemble de granites et de granodiorites constitue le socle cratonisé du Précambrien terminal et affleure en partie au Nord du Yatenga.

Au Tertiaire enfin, se sont mises en place les formations argilo-sableuses du Continental terminal discordantes sur le socle. Elles occupent la partie Ouest de la région de Bidi (la plaine du Gondo et le Sud du Mali).

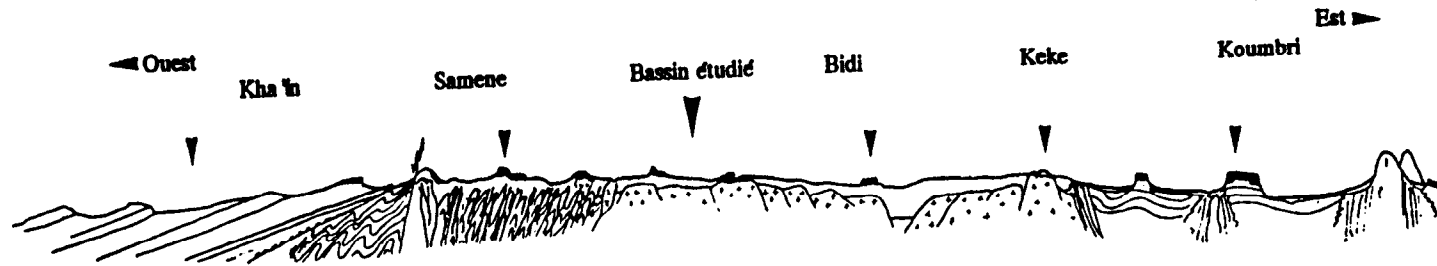
## *B. GEOLOGIE LOCALE DU BASSIN VERSANT DE SAMNIWEOGO*

Le bassin de Samniwéogo se situe en bordure des granites de Bidi (fig.9). Le granite de l'amont du bassin est du type leucocrate à feldspaths potassiques et à biotite grenu. Il constitue la totalité de l'amont du bassin et sa portion orientale. Cependant les soubassements lithologiques du Nord-Ouest du bassin ne sont pas connus de façon précise. Le premier affleurement dans un puits à 2 km dans cette direction indique une roche verte grenue à amphiboles, à cristaux très orientés (amphibolite, dolérite ou gabbro) ; on ne les considère pas comme le substratum de cette partie du bassin (GUILLET F., 1991).

## IV. LA GEOMORPHOLOGIE

### *A. LE CONTEXTE REGIONAL*

L'étude est menée à partir d'une esquisse géomorphologique de la région de Bidi (fig.10) dont le domaine s'étend sur quatre facettes géomorphologiques mitoyennes qui sont : les sommets d'interfluves, le haut-versant, le bas-versant et le bas-fond. Toutes ces facettes sont raccordées entre elles par un système de pentes variables entre 1 et 3%. Notre étude de ces unités morphologiques consistera à opérer une description de chacune d'elles à l'échelle régionale. Ensuite interviendra la description du bassin étudié.

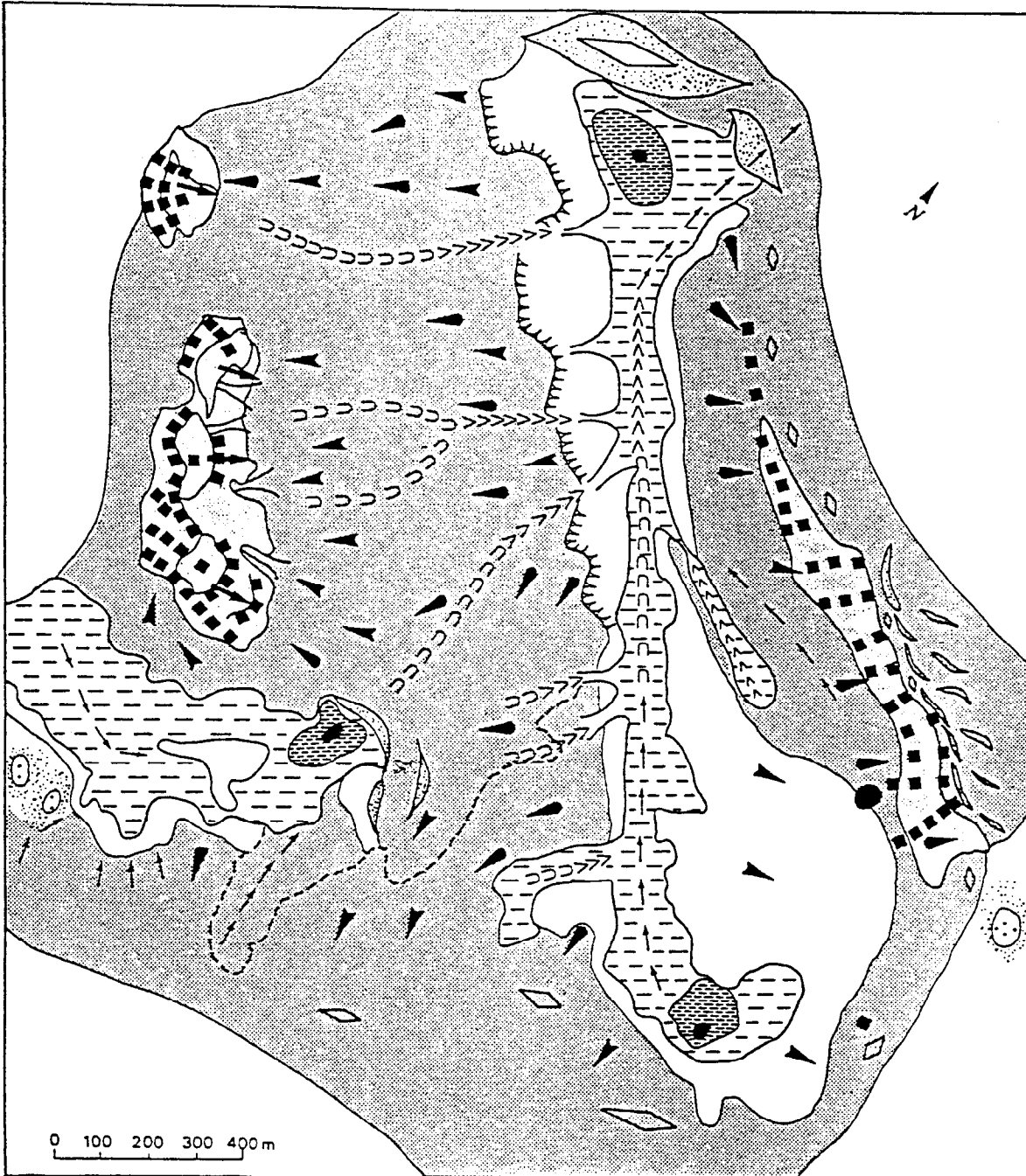


**LEGENDE :**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> volcano sédimentaire</li> <li> granite leucocrate syntectonique</li> <li> volcano sédimentaire métamorphique</li> <li> roches vertes différenciées (dolérites, basaltes, gabbro, amphibolites)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> roches vertes indifférenciées birrimienne</li> <li> cuirasse</li> <li> cuesta du Gondo sédimentaire</li> </ul> |
|---|--|

**Fig. 9** Coupe schématique régionale Ouest-Est, Khaïn-Bidi-Koumbri, localisation du bassin dans le contexte géodynamique local

Source : GUILLET F.,1991



**LEGENDE :**

- |  |                              |  |
|--|------------------------------|--|
| affleurement granitique et auréole d'arène | mare (ou flaque)             | revers de pseudo-cuesta  |
| forme dunaire, empâtement                  | zones inondables du bas fond | comiche  |
| forme convexe (échine,col) axe anti-forme  | cône d'épandage              | épandage d'éboulis sur les pseudocuestas cuirassées et leurs talus |
| bordure de bas fond                        | talweg peu marqué            | forme convexe  |
| glacis versant colluvial                   | talweg en U                  | forme concave  |
| bas fond                                   | talweg en V                  |  |
|  | chanfrein                    |  |

Fig.10 Esquisse géomorphologique du bassin-versant de Samniwéogo

Source : GUILLET F.,1991

## 1. LES SOMMETS D'INTERFLUVES

Ces sommets regroupent les collines birimiennes, les buttes cuirassées, les inselbergs et les croupes. Les collines et les buttes dominent l'ensemble du paysage avec une altitude moyenne de 350 m. Elles sont constituées essentiellement de roches volcano-sédimentaires contenant des schistes argileux et traversées, par endroits, de filons de quartz parfois aurifères (Sabouna, Thiou). Souvent tabulaires, leurs sommets sont recouverts de cuirasses ferrugineuses conglomératiques supérieures ou inférieures, suivant leur côte relative. A l'exception du Niger (GAVAUD M., 1966 cité par NDJAJA O. H., 1990), ces cuirasses n'existent pas sur granite. En raison de la forte érosion qu'ils ont subi, ces reliefs ne conservent que quelques lambeaux de cuirasses. Cette dynamique érosive a entraîné une évolution de ces dalles cuirassées en pseudo-cuesta (dans la localité de Koumbri) avec un talus et un revers selon leur résistance à l'érosion (butte cuirassée de Samniwéogo).

L'altération de ces roches donne des argiles gonflantes et les sols générés en bas de pente sont bruns eutrophes et/ou lithosols sur roches basiques, sur lesquels se développent quelques rares espèces ligneuses : *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Pterocarpus lucens*.

On y rencontre certaines espèces xérophiles qui traduisent de mauvaises conditions édaphiques. Les herbacées ne se développent que sur les micro-buttes sableuses piégées dans les micro-dépressions.

Hormis la localité de Dissa, les inselbergs sont rares à Bidi.

Les collines et les buttes cuirassées sont exploitées généralement par des troupeaux de bétail. Cependant, les sols recouverts de sables fins éoliens sont exploités pour les cultures.

Deux types de croupes sont rencontrées à Bidi : les croupes à indurations ferrugineuses et celles à recouvrements sableux éoliens. Elles affleurent largement dans la région de Bidi et constituent de petits interfluves ceinturés par les cours d'eau. Les processus pédogéniques y sont également limités. Les sols en place sont issus de l'altération granitique supportant une formation végétale de savane. Dans la région de Bidi, les croupes sont également utilisées à des fins agro-pastorales (NDJAJA, 1990).

## 2. LE HAUT-VERSANT

D'après TRAORE (1991) à qui nous empruntons la description de cette unité, le haut-versant constitue la partie topographiquement située en dessous des



sommets d'interfluves (fig.11). Elle regroupe les zones sans induration sous-jacente ("fenêtres") couvertes de sol squelettique et celles avec induration localement recouvertes de dépôts sableux à épaisseur variable. L'amont de cette unité est exclusivement utilisé comme parcours tandis que sa partie aval est mise à profit pour les activités agro-pastorales. La différence entre les formations pédologiques respectives de ces deux sous-unités fait que celles-ci ne présentent pas la même "physionomie".

#### **a. Les "fenêtres"**

On les localise sur la partie amont dépourvue d'induration sous-jacente. La formation végétale, de type arbustif, est appelée brousse tigrée (fig.12). Celle-ci se caractérise par une alternance de bandes boisées "para-isohypses" et de bandes de sol nu encroûté ou gravillonnaire. Elle pousse sur des pentes variables de 1 à 3% couvertes d'altérites ("arène argileuse blanchâtre à kaolinite"). Autour du village, les bandes boisées sont interrompues par des couloirs à bétail menant au parcours. Ce qui favorise le développement de ravines en ces endroits. Plus loin du village, ces bandes boisées sont soumises à un broutage excessif, à un émondage pastoral et à la baisse de la nappe phréatique. Ce qui provoque la dégradation de la strate herbacée et arbustive, puis la mort des jeunes plantes.

#### **b. Le haut-versant sableux**

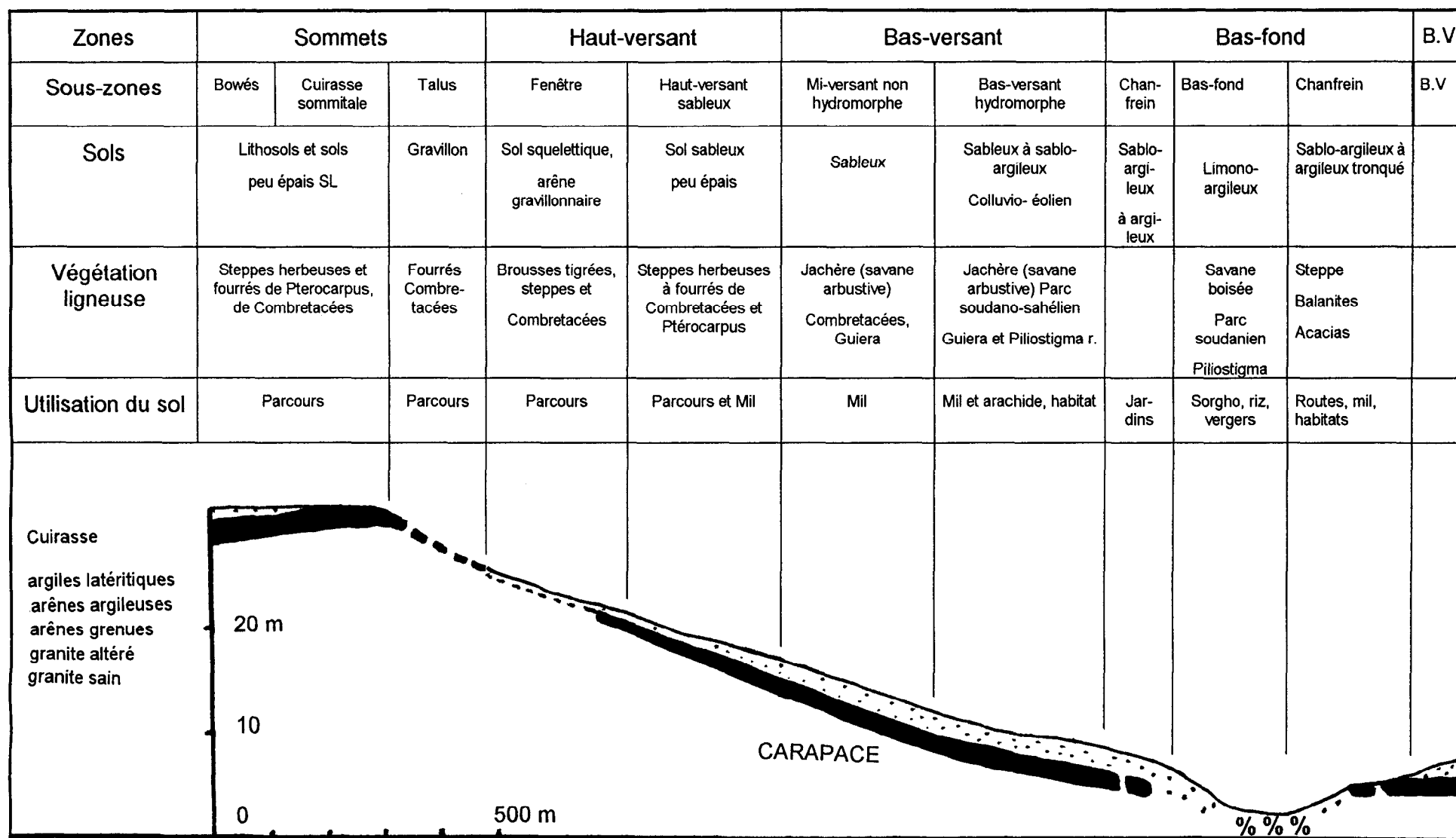
C'est la moitié aval du haut-versant. Cette sous-unité comporte une carapace sous-jacente recouverte d'un sol sableux peu épais ayant permis l'installation d'une steppe herbeuse à fourrés. De nombreuses "plages sableuses" caractérisent cette sous-unité. Elles sont colonisées par des buissons polycas ( *Guiera senegalensis* ), contrastant ainsi avec des surfaces de sol nu, recouvertes d'une croûte d'érosion. Sur les champs en exploitation, se juxtaposent des "placages sableux" à croûte structurale peu perméable (SERPANTIE et al., 1988) et des zones décapées à pellicules d'érosion imperméables.

### **3. LE BAS-VERSANT**

C'est la partie située entre le haut-versant et le bas-fond. Elle comprend le mi-versant sableux non hydromorphe exploité pour la culture du mil et le bas-fond proprement dit. Le sol y est sableux à sablo-argileux.

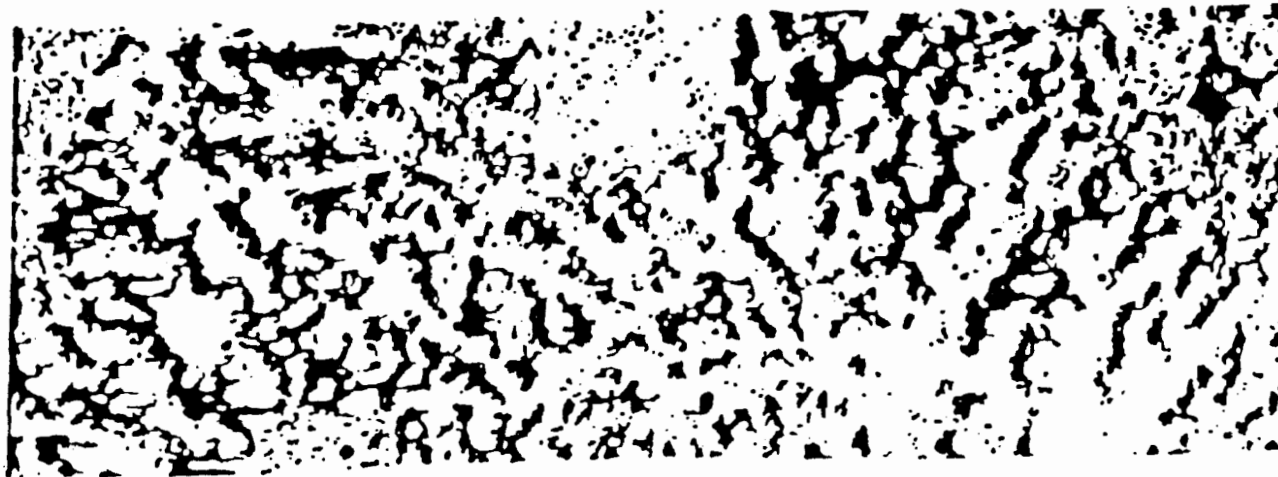
Sur cette unité se développe une savane arbustive dense, parsemée de termitières et d'arbres utiles conservés dans les anciennes exploitations. Le

FIG. 11 LES UNITES DU PAYSAGE DE BIDI



Source : SERPANTIE G. et al., 1988

Fig. 12 LA BROUSSE TIGREE DE TILLI, DANS LA REGION DE BIDI



Source : SERPANTIE G.,1988 in TRAORE A.,1991

reste de la superficie du bas-versant est occupé à 50% par des champs. Ceux-ci avaient, dans les années 1950, 20 ans de repos après 5 années d'exploitation. Aujourd'hui, ils produisent durant un temps deux fois plus long (10 ans) et se reposent deux fois moins (10 ans), SERPANTIE et al. (op.cit.). Cette exploitation intensive des terres a certainement appauvri les sols, favorisant ainsi leur dégradation. De nombreuses zones complètement dénudées parsèment cette partie des versants.

#### 4. LE BAS-FOND

Dans la région de Bidi, les cours d'eau sont hétérogènes, tantôt encaissés, tantôt larges, tantôt étroits. Ils sont généralement temporaires. Le bas-fond comprend deux parties essentielles : une pente ou glacis de raccordement constituant le chanfrein et un espace alluvial inondable formant le lit du cours d'eau.

##### a. Le chanfrein

Cette sous-unité a un sol sableux sur pente convexe de 2 à 3%. Elle est partiellement utilisée pour les activités agricoles. Sa partie non cultivée est très pauvre en plantes et pratiquement dépourvue d'herbacée. La végétation ligneuse se limite à de rares arbres utiles tels que *Lannea acida* et à quelques épineux comme *Balanites aegyptiaca*. Cette sous-unité se caractérise donc par la dégradation du couvert végétal et par une forte érosion hydrique et éolienne attestée par l'apparition de l'horizon B encroûté.

##### b. Le lit du cours d'eau

Cette deuxième sous-unité, du fait de ses sols sableux ou argileux, est entièrement cultivée. Ceci s'explique par sa bonne rétention en eau. Le principal canal d'écoulement des eaux superficielles du terroir de Bidi est essentiellement occupé par des champs de cultures. La végétation arborée y est nettement mieux développée. C'est également le domaine des cultures irriguées, du jardinage et des vergers.

Ce sont donc les deux facettes extrêmement vulnérables qui caractérisent cette unité (bas-fond) entièrement exploitée dans la région.

Le bassin de Samniwéogo se situe dans le terroir de Bidi. Il est donc soumis aux mêmes facteurs morphogénétiques que celui-ci. La morphologie de ce bassin dépendra certainement du contexte géomorphologique régional de Bidi.

## *B. MORPHOLOGIE DU BASSIN ETUDIE*

Le bassin versant de SAMNIWEOGO marque, en partie, la limite Ouest de la zone granitique de Bidi (fig.9). D'une superficie de 3 km<sup>2</sup>, le versant s'appuie au Sud sur un relief granitique peu accentué dont on observe deux chicots, témoins résiduels, à l'amont auréolés de leurs arènes sableuses grossières. Il s'oriente d'amont en aval, du Sud au Nord, selon un axe structural qui détermine l'orientation SE-NW du talweg principal ou bas-fond.

Le versant NW du massif granitique est exposé aux flux de sables éoliens qui ont obturé les petits talwegs perpendiculaires lors de la mise en place de l'erg ancien. Les mares et marécages temporaires qui en résultent (formation locale de micro-endoréismes) ont, semble-t-il, un impact non négligeable sur la recharge hydrique locale et l'activité biologique y est intense. Lors des grandes crues, les eaux débordent à l'exutoire situé au Nord du bassin (fig.10).

Le bassin est asymétrique. La ligne de partage des eaux est constituée :

- des buttes cuirassées au Sud-Ouest.
- d'une marge carapacée ou gravillonnaire à cuirasse sous-jacente au Nord-Est.
- d'un glacis sableux, ondulé, mou et subhorizontal entre les deux chicots granitiques.

Le versant du côté Sud-Ouest, de longueur supérieure à 500 m, est flanqué sur la bordure de l'édifice schisto-volcanique birimien ; il est armé par le revers de quatre écailles cuirassées en pseudo-cuesta. Une épaisse nappe de sable rouge recouvre ces altérites.

Le versant Nord-Est, très court (< 200 m), est armé d'une formation ferralitique résiduelle enfouie. Le cuirassement en nappe y est dominant (GUILLET F., 1991).

L'amont du bassin est constitué d'une couverture d'altérites arénacés et de produits de démantèlement d'édifices cuirassés sous voiles dunaires.

Le bassin ne présente pas de phénomènes érosifs importants si ce n'est une érosion d'origine anthropique récente, limitée aux champs labourés et aux voies de communication.

La pédologie régionale a été étudiée par BOULET R. (1968). L'auteur cartographie l'essentiel des collines en y présentant des sols gravillonnaires peu profonds, des sols minéraux bruts, et les bas-fonds par des sols

hydromorphes sablo-argileux ; il note cependant que les sols présentent des faciès ferrugineux tropicaux peu lessivés sur les versants.

# CHAPITRE 2 : LE MILIEU HUMAIN

---

## I. LE VILLAGE DE BIDI ET SES HABITANTS

Ce chapitre sur le milieu humain est un volet de notre étude s'inscrivant dans le cadre d'une présentation des rapports entre les hommes et l'environnement régional de Bidi. Une étude géographique, d'un espace donné, ne peut être faite sans prendre en compte tous les facteurs impliqués dans la dynamique de celui-ci. L'on sait en effet que l'équilibre de l'écosystème est tributaire de plusieurs facteurs mais aussi et surtout de l'harmonie existant entre les hommes et leur milieu de vie.

L'histoire du peuplement du terroir de Bidi explique, d'une part, la composition actuelle de sa population qui est assez composite et, d'autre part, le droit d'accès aux ressources naturelles (terres, ressources en eau, ressources végétales, etc ...) locales et le mode d'utilisation de celles-ci.

La péjoration de ces ressources naturelles, suite à la dégradation du climat depuis les années 1968-1969 et à l'utilisation abusive de l'espace par les paysans a provoqué, depuis ces dernières années, une nouvelle approche dans la gestion actuelle du terroir de Bidi.

### A. *L'HISTOIRE DU PEUPEMENT*

Selon les sources documentaires et historiques, ce sont les Dogon qui ont été les premiers à s'installer sur le terroir de Bidi. Ils ont occupé la région avant le XV<sup>ème</sup> siècle en pénétrant vraisemblablement dans le Yatenga actuel par le Nord-Ouest, en provenance du Mandé occidental (MERSADIER G., SERPANTIE G., TEZENAS DU MONTCEL L., 1988). Leur peuplement semble avoir été particulièrement dense : il en existe encore des traces visibles à Bidi où ont été relevés deux sites regroupant des buttes parsemées de débris de poteries.

C'est à partir du XV<sup>ème</sup> siècle que les Fulsé (ou Kurumba), en provenance du Nord, se sont superposés au peuplement Dogon qui ont amorcé un reflux vers la plaine du Gondo et les falaises de Bandiagara qui la dominant ; cela s'est

passé au moment où la pression Mossi était devenue forte (quelques établissements perdurent encore au Nord de Bidi).

Au XVI<sup>ème</sup> siècle est fondée la chefferie Fulsé de Koumbri (actuellement chef-lieu de la préfecture dont dépend Bidi), par extension de la maîtrise de terre de Roanga, située à 20 km au Sud : le pouvoir du chef de terre Fulsé s'étend alors jusqu'au Sud du terroir actuel de Bidi.

Du XVII<sup>ème</sup> jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le Nord et l'Est de la province du Yatenga sont progressivement occupés par trois groupes Peul, nomadisant autour de leurs chefferies : Thiou (les Dallobé), Banh (les Fittobé) et Todiam (les Torobé). Les Fulsé auraient alors mis à leur disposition, autour de leurs chefferies, des territoires pour établir camps et campements. C'est pourquoi la toponymie locale est en majorité fulfuldé : le nom même de Bidi étant le pluriel de widizou, c'est-à-dire puits ou puisards peu profonds, signe du caractère privilégié de ce lieu à cette époque.

Au moment où vont s'installer les premiers éléments du peuplement actuel, le territoire de Bidi n'est donc occupé que de façon temporaire : les premiers Mossi viennent depuis Koumbri cultiver les bas-fonds durant la saison des pluies, laissant parfois leurs récoltes dans des greniers construits près des campements Peul. La création d'une chefferie Mossi à Bidi, par le "Yatenga Naaba" ne date que de 1930.

## *B. LA POPULATION ET SES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES*

En Décembre 1985, lors du recensement général de la population du Burkina Faso, on a dénombré à Bidi 3500 habitants qui se répartissent grosso-modo en trois groupes socio-ethniques : Peul (11%), Rimaïbé (19%) et 70% de Mossi et "assimilés" (Silmi-mossi, Yarsé, etc...) qui ont adopté la langue et le genre de vie des Mossi. L'homogénéisation de la population a été accentuée par la quasi généralisation de l'islam.

Selon la mémoire des anciens qui est presque unanime là-dessus, un maximum d'habitants a été atteint dans les années cinquante, mais le total n'a jamais dépassé de beaucoup 3500 individus.

C'est donc une population relativement stable qui a été confrontée à une forte dégradation de ses ressources naturelles.

Le tableau III ci-dessous montre la diversité de la population avec les activités socio-économiques menées par les différents groupes socio-ethniques.



Tableau III : Les groupes socio-ethniques de la population de Bidi.

| Groupes humains    | Pourcentage de la population | Activités principales |
|--------------------|------------------------------|-----------------------|
| Mossi et assimilés | 63                           | Agriculture (63%)     |
| Peul               | 11                           | Elevage (37%)         |
| Rimaïbé            | 19                           |                       |
| Silmi-mossi        | 7                            |                       |

Source : SERPANTIE et al. (1985).

On distingue ainsi deux activités principales à Bidi : d'une part, l'agriculture pratiquée par les Mossi essentiellement (63% de la population) et, d'autre part, l'élevage pratiqué par les Peul, les Rimaïbé et les Silmi-mossi qui constituent 37% de la population. En réalité, ces derniers, à cause de leur origine combinent les deux activités.

Par ailleurs, les paysans les moins nantis mènent des activités non agricoles de contre saison tels que petit commerce, artisanat, migration de travail, orpaillage, etc...

En outre, les deux principales activités de production, l'agriculture et l'élevage, entretiennent entre elles des rapports tantôt de complémentarité, tantôt de concurrence, tant dans le système de production que dans l'espace. Le caractère extensif prononcé des techniques d'exploitation respectives de ces activités, font d'elles des facteurs de dégradation du milieu.

### *C. L'HABITAT, IMAGE DE L'HISTOIRE DU PEUPEMENT DU TERROIR*

A Bidi, l'habitat est du type semi-groupé. Les habitations sont organisées en quartiers constitués au départ de noyaux ayant "grandi" au fil du temps et qui sont aujourd'hui plus ou moins distants les uns des autres. Ce sont des habitations permanentes dont les regroupements sont plus ou moins calqués sur les clivages inter-ethniques.

Les premiers sédentaires réels de Bidi sont les Rimaïbé, captifs de Peul affranchis, fondateurs du premier quartier du village et titulaire du premier terroir de culture. Ce sont eux qui recevront les premiers Mossi en réduisant leur terroir pour satisfaire leurs demandes, puis d'autre arrivants tels que les

Silmi-mossi, les Maransé, et les Yarsé. Cette première phase (1898-1930) voit naître les quatre zones d'habitats homogènes bordant le bas-fond : Rimaïbé, Mossi et assimilés, Silmi-mossi, chacune dotée de son "terroir de quartier". Ces unités secondaires vont elles aussi se diviser au fur et à mesure des arrivées, chaque nouvel arrivant s'adressant à ceux de son lignage ou de son ethnie. Cette deuxième phase de colonisation agricole a provoqué un resserrement de la maille de l'habitat organisé en quartiers, regroupements plus ou moins denses de cases et de greniers. Ils sont monocellulaires quand la première habitation est devenue le centre d'un agglomérat compact de membres d'un même lignage, pluricellulaires si les nouveaux arrivants ne sont pas de même lignage.

Cette partition de l'habitat, doublée d'un morcellement des terres cultivables, forcément inégalitaires en fonction de la date d'arrivée, s'est poursuivie jusque vers 1960, avec les derniers arrivants (alors que des départs avaient déjà eu lieu).

Toutefois, il y a lieu de signaler la présence à Bidi d'un autre type d'habitations, même s'il est moins courant. Il s'agit de l'habitat pastoral temporaire que les pasteurs nomades (Peul) ont l'habitude d'occuper.

Face à l'animisme Fulsé qui associe sacralisation de la terre et division du domaine agricole, les Peul, musulmans de longue date, tolèrent ces pratiques entérinées par le pouvoir politique Mossi qu'ils considèrent comme prééminent. Ils ont concédé peu à peu une grande partie de leur domaine, se repliant en plusieurs campements à la périphérie des champs de concession. Ils y ont construit des huttes et des greniers qu'ils abandonnent en saison sèche, dès que les récoltes sont terminées, pour venir s'installer près des points d'eau permanents du bas-fond où les troupeaux pâturent les résidus de récolte.

## II. LA PRESSION FONCIERE ET SES CONSEQUENCES

### *A. LA PRESSION AGRICOLE*

L'histoire du peuplement du village de Bidi nous a révélé que la population actuelle de celui-ci s'est constituée par intégration progressive de migrants venus du Yatenga central saturé. Cette migration n'a pas été sans conséquences sur l'occupation des terres ; elle a été à l'origine d'une pression

démographique sur l'espace, provoquant ainsi de nouveaux départs vers d'autres villages voisins. La pression foncière est donc une conséquence de la pression démographique qu'a connu le village suite aux vagues migratoires en provenance du Nord.

Pour répondre aux besoins alimentaires de la population en croissance, les paysans de Bidi vont défricher continuellement de nouvelles terres aux dépens des jachères, des bas-fonds et des sols riches, poreux mais fragiles portant les brousses tigrée (fig.13) et mouchetée. Il fallait désormais cultiver les terres pendant longtemps et réduire au maximum la durée des jachères.

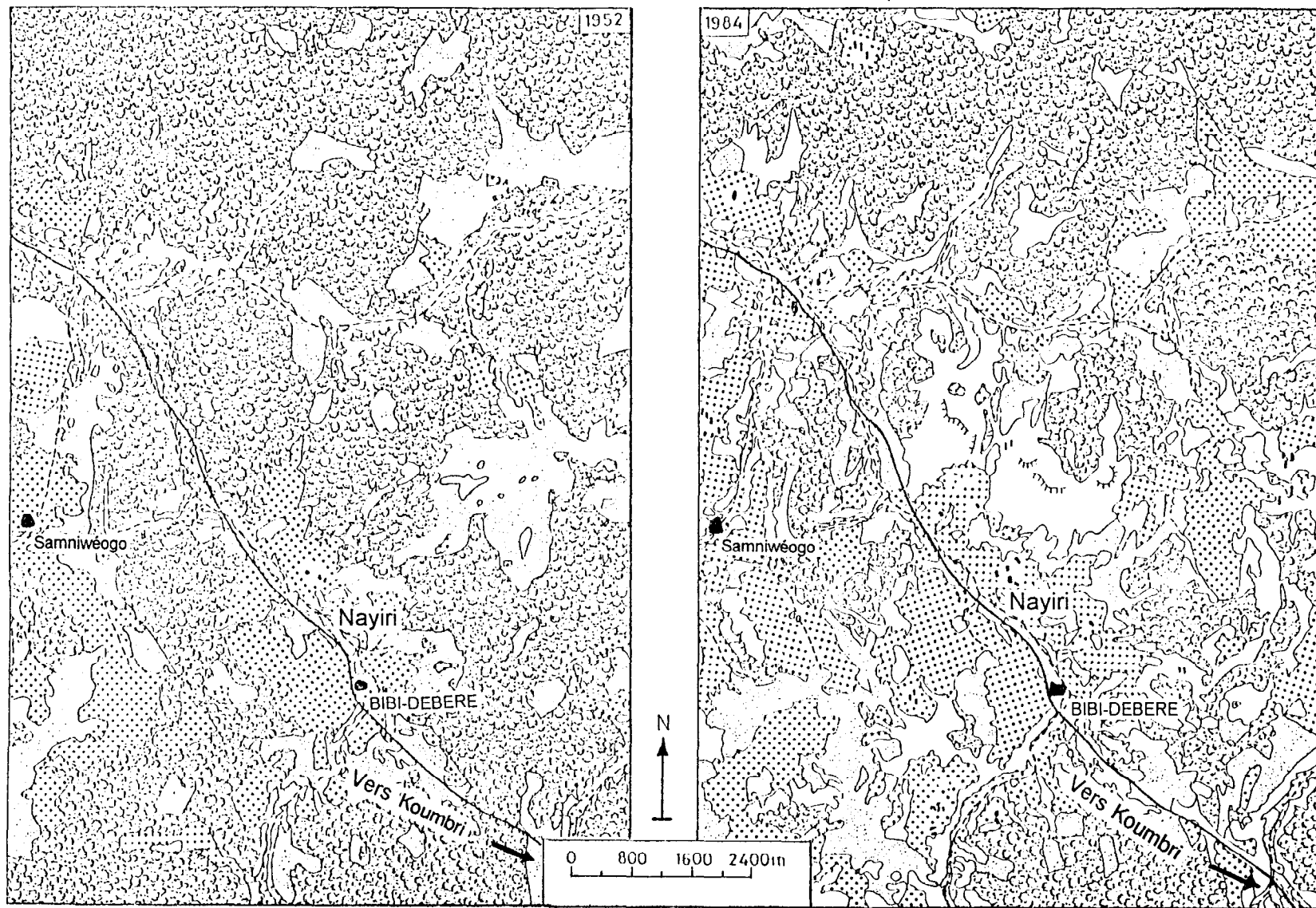
En plus de cela on observe, dans le paysage, un réseau de chemins de plus en plus dense et des aires de battage du mil qui témoignent de la forte pression anthropique sur le milieu. Le sol alors dénudé subit l'effet splash qui détruit la cohésion de sa surface et détache les particules fines et les matières organiques que les eaux de ruissellement transportent, laissant sur place les matériaux grossiers (gravillons). En outre l'effet splash et le ruissellement diffus forment, en surface, des pellicules sédimentaires qui amenuisent la capacité d'infiltration des sols. C'est alors que le ruissellement s'amplifie, s'organise et provoque une érosion en rigoles, puis en ravines (ROOSE E. et al., 1990, in TRAORE A., 1991).

## *B. L'EVOLUTION DES TECHNIQUES CULTURALES*

Le système d'exploitation agricole des paysans de Bidi est en évolution depuis 1950. En effet, au début des années 1950, c'était les champs de concessions qui fournissaient une bonne partie des récoltes. Ces champs étaient soumis à des techniques de valorisation relativement intensive avec plusieurs sarclages et un enrichissement du sol par apport de fumure domestique (déjections animales, paille, etc...). Les champs de brousse, situés loin du village, fournissaient l'autre partie des récoltes. Sur ces champs, les travaux étaient moins fréquents, les sarclages très réduits et le fumage assez rare. Seules les longues jachères (20 ans) permettaient de reconstituer le potentiel de fertilité. Une dégradation semblable à celle que nous observons de nos jours n'existait pas en 1952, sauf aux abords des concessions et le long des voies de communication. Une très faible superficie du terroir (2%) était couverte par une végétation dégradée et dépourvue de ligneux.

Entre 1968-1969, début de la sécheresse dans la région, les agriculteurs et les éleveurs vont développer entre eux, des rapports de complémentarité afin

Fig. 13 EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL (BIDI-SAMNIWEOGO)



LEGENDE :

- |                  |                 |                               |                      |
|------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|
| Habitat          | Axe de drainage | Cultures et jachères récentes | Végétation naturelle |
| Piste principale | Sol nu          | Jachères anciennes            |                      |

Source : Centre ORSTOM/Ouaga - Service cartographique 1985

de faire face aux difficultés liées aux activités de production. Outre les contrats de "gardiennage" d'animaux qui existaient entre les deux groupes socio-professionnels, il y avait également les contrats de fumure. Pendant la contre saison, les éleveurs stabulaient leurs animaux sur les champs des agriculteurs en échange de mil, de logement, de l'accès aux résidus de cultures et aux puits. Cela permettait de restaurer un tant soit peu la fertilité des champs et diminuait considérablement la pression animale sur les pâturages locaux.

Ces contrats d'interdépendance vont malheureusement s'estomper avec l'exacerbation de la sécheresse qui va pousser, au début des années 1970, chaque groupe professionnel à se replier sur lui-même. Les diverses solutions techniques initiées par les agriculteurs pour vaincre l'adversité du milieu auront, sur celui-ci, des répercussions à des degrés divers. Les paysans les mieux nantis, animés du souci constant de produire toujours davantage, se sont procurés de gros moyens (charrues, charrettes, bêtes de trait, etc) afin de maintenir leur production à un niveau satisfaisant. Ainsi, sont-ils arrivés à labourer des champs placés sur fortes pentes, ou localisés dans des passages d'eau non traités de façon adéquate. Au cours des hivernages se développe alors une érosion en nappe qui se transforme très vite en une érosion linéaire permanente.

Les paysans les moins aisés essaient de compenser la baisse des rendements, consécutive à la dégradation du milieu et à la "rupture" entre cultivateurs et éleveurs, en cultivant le maximum d'espace disponible. Les nouveaux défrichements et le taux d'occupation de l'espace se multiplient alors d'année en année. Le tableau IV ci-dessous illustre l'évolution de l'occupation de l'espace sur le terroir de Bidi entre 1952 et 1984.

**Tableau IV : Evolution de l'occupation de l'espace sur le terroir de Bidi, en pourcentage de la superficie (7825).**

|                  | Cultures sur jachères récentes | Jachères anciennes | Zones sans végétations ligneuses | Végétation dense |
|------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------|
| 1952             | 14                             | 17                 | 2                                | 67               |
| 1984             | 34                             | 18                 | 26                               | 22               |
| Différence en ha | +1560                          | +120               | +1870                            | -3550            |

Source : SERPANTIE G. et al. (1987)

L'examen de ce tableau révèle une augmentation des surfaces cultivées de 143% et une réduction de l'étendue des zones de végétation dense de 67%

entre 1952 et 1984 (TRAORE, 1991). Pendant cet intervalle de temps les zones dépourvues de ligneux ont été multipliées par 13.

La faible performance du système de culture, l'exploitation des zones fragiles sans mesures d'accompagnement adéquates, ouvrent la voie aux processus physiques de dégradation (déflation, érosion en nappe, érosion linéaire, ...) ou les accélèrent.

## *C. LA PRESSION PASTORALE*

A l'époque où les pluies étaient relativement abondantes, c'est-à-dire avant la sécheresse, l'activité pastorale était marquée par les déplacements périodiques. Les mouvements des animaux se faisaient alors dans deux directions : un mouvement en direction des pâturages situés au Nord parce que plus abondants que ceux de Bidi. Un autre mouvement se faisait vers les zones salines du village de Yuba, au Sud de Bidi, pour permettre les cures salées.

Ces transhumances réduisaient temporairement la charge pastorale sur le terroir du village et du même coup d'éventuels conflits entre agriculteurs et pasteurs pour des dégâts souvent provoqués par les troupeaux dans les cultures. Et semble-t-il, les pasteurs, alors autosuffisants, refusaient les propositions de contrats provenant des cultivateurs.

Au début de la sécheresse, la poursuite de la transhumance et l'acceptation des contrats de fumure épargnait encore quelque peu la végétation naturelle de l'action destructrice des animaux. Mais le tarissement des points d'eau des zones d'accueil et la rupture des contrats de complémentarité entre cultivateurs et éleveurs, au début des années 1970, vont entraîner l'arrêt des déplacements ; cela aura pour conséquence d'accroître la pression animale sur le milieu naturel. Les parcours déjà durement éprouvés par la sécheresse et réduits par l'extension des cultures, supportent désormais seuls, toute la charge alimentaire des animaux dont le nombre est croissant. En effet, pour augmenter les chances de reconstitution de leurs troupeaux, en cas d'accident climatique, les pasteurs ont tendance à posséder beaucoup de bétail (GROUZIS M., 1987, in TRAORE A., 1991). Cette attitude est renforcée par l'introduction dans le village, de produits de substitution à ceux recherchés au cours des transhumances : pierres à lécher, blocs de sel gemme, etc. Selon SERPANTIE G. et al. (1988) le cheptel caprin a ainsi été multiplié par trois depuis 1984.

La forte sollicitation du milieu naturel en besoins alimentaires pour le bétail entraîne sa dégradation rapide. La strate herbacée est excessivement broutée et n'arrive donc pas à protéger efficacement le sol en début de saison des pluies ; ce qui favorise l'érosion des sols.

En outre, de nos jours, les résidus des cultures sont utilisés pour l'affouragement des animaux en saison sèche. C'est le cas par exemple, des tiges de mil des champs de bas-fond. La qualité des sols (porosité, matières organiques, etc ...) s'en trouve alors affectée à cause, d'une part, de la réduction de l'activité mésofaunique par manque d'attrait pour la faune (termites) ; d'autre part, de l'insuffisance de la restauration des sols.

Cette première partie de l'étude fait une approche du terroir de Bidi dans ses aspects physiques et humains. Elle ne met pas en relief la dynamique de ce milieu pourtant induite par les interactions des diverses composantes de celui-ci. L'objet de la partie suivante de cette étude sera justement de présenter la dynamique du bassin de Samniwéogo.

DEUXIEME PARTIE :

L'expérimentation de

SAMNIWEOGO



# CHAPITRE 3 : LE SITE EXPERIMENTAL

---

## I. LE VERSANT D'ETUDE : PRESENTATION ET PRINCIPAUX ELEMENTS CARACTERISTIQUES

### A. *PRESENTATION DU VERSANT*

Situé du côté Nord-Ouest du bassin-versant de Samniwéogo, à quelques 3 km du quartier Nayiri du village de Bidi, le versant d'étude fait environ 1400 m de long sur 800 m de large. Il est le plus grand des deux versants qui bordent le talweg du bassin. Sa surface, d'une superficie de 112 ha environ, est exploitée par les paysans à des fins agro-pastorales.

Depuis 1982, des études agro-pastorales et hydro-pédologiques sont menées sur ce versant par différents chercheurs de l'ORSTOM qui y ont installé divers équipements de mesure (parcelles d'érosion, fosses pédologiques, station météorologique, etc). En 1984, sous l'encadrement technique de chercheurs et techniciens ORSTOM, le versant a fait l'objet d'aménagements anti-érosifs qui ont consisté en l'installation de cordons pierreux isohypses par les paysans de Bidi.

### B. *LE MODELE*

L'étude du modelé sera axée sur l'identification et la description des grandes unités morphologiques qui composent le site expérimental. Ensuite nous identifierons les zones de pentes puis celles des courbures.

#### 1. *LES GRANDES UNITES MORPHOLOGIQUES DU SITE*

Exception faite du bas-fond, on distingue deux grandes unités morphologiques sur le site expérimental : les buttes cuirassées et leur talus, et le versant au sens strict.

### **a. Les buttes cuirassées et leur talus**

Ces buttes de faible étendue sont au nombre de quatre et constituent les points culminants du versant d'étude, et même du bassin. Elles ont une morphologie quelque peu semblable : l'étendue de leur surface est de l'ordre de 1,5 à 2 ha, leurs sommets arrondis pour les unes et plus ou moins en pic pour les autres.

Les figures 14 et 15 représentent respectivement la carte topographique du versant d'étude et cinq profils longitudinaux de celui-ci. Les profils sont réalisés sur cinq niveaux différents de la pente. Le profil du niveau le plus haut passe par les sommets des quatre buttes cuirassées. Il montre l'étagement de celles-ci dans le sens Nord-Ouest/Sud-Est.

La butte du premier étage a un sommet arrondi ; son altitude relative est de 110 m et sa surface est raccordée au haut de versant par un talus de 2 m de dénivelé.

La butte du second étage a un sommet plus ou moins arrondi avec une altitude relative de 116 m. Un talus abrupt d'environ 5 m de dénivelé raccorde sa surface au haut de versant.

Le troisième et dernier étage est celui des deux autres buttes les plus élevées. La butte située à l'extrême Sud-Est est légèrement plus haute. Leurs sommets, situés à une altitude relative de 119 m environ, sont quelque peu pointus ; leurs talus abrupts ont respectivement, du Sud-Est au Nord-Ouest, 3 et 4 m de dénivelé.

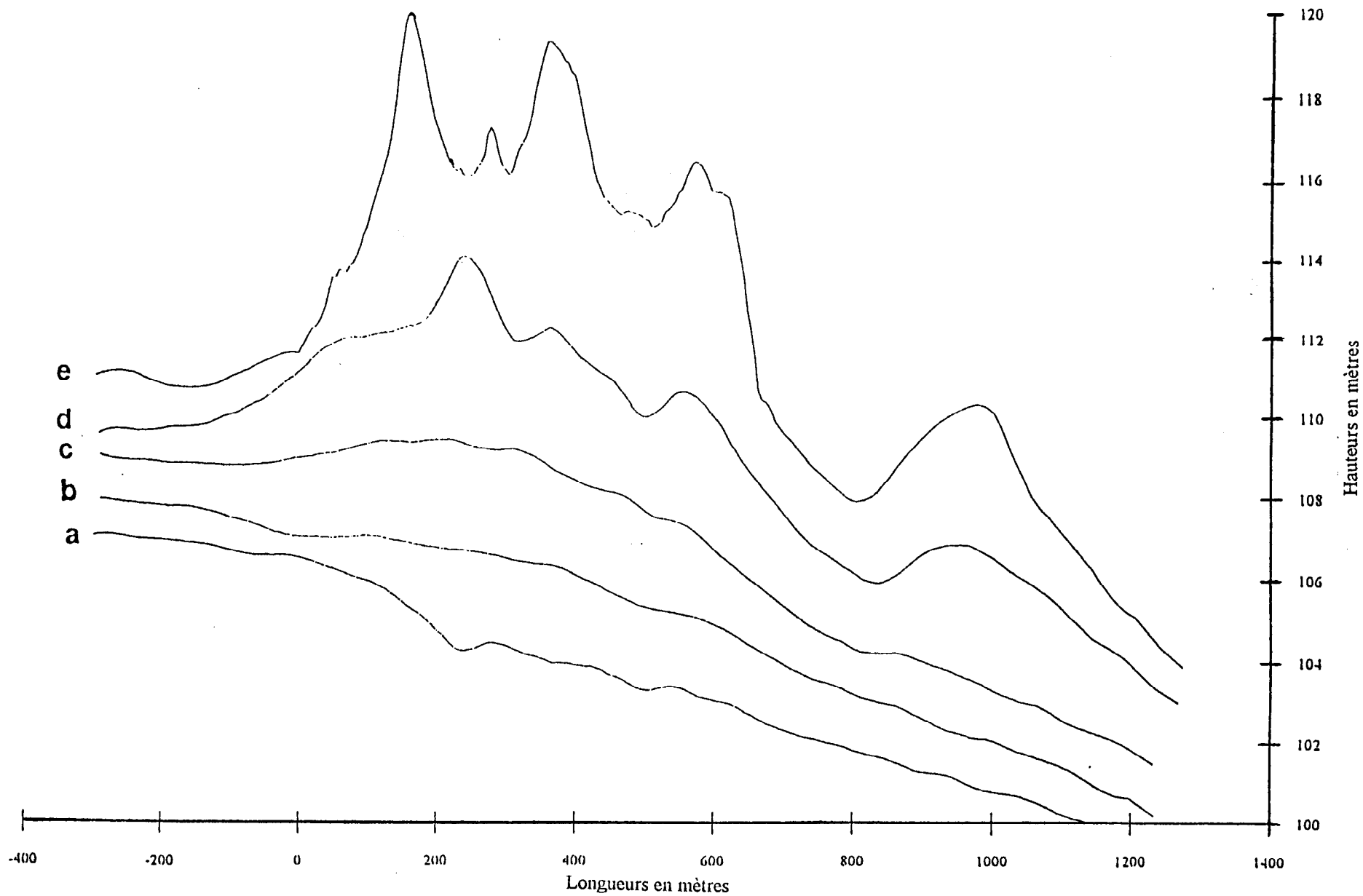
On peut remarquer sur la figure 15 que le versant dont la pente est orientée du Sud-Ouest vers le Nord-Est présente une inclinaison vers le Nord. Le côté Sud semble "soulevé" et celui du Nord "affaissé".

Quant aux talus de ces buttes, nous les définissons comme étant des zones où la pente est supérieure à 3°.

### **b. Le versant au sens strict**

C'est la zone comprise entre le talweg principal (bas-fond) et les buttes cuirassées. Elle s'étend de la rive gauche de ce talweg jusqu'aux pieds des sommets cuirassés. La figure 15 représentant les cinq profils longitudinaux réalisés à intervalles de 150 m, illustre l'allure d'ensemble du versant. Sur

Fig. 15 LES PROFILS LONGITUDINAUX DE SAMNIWEOGO



Source : HIRTZ E., 1993

Echelle des longueurs : 1/8 000  
Echelle des hauteurs : 1/200

cette figure, l'on peut distinguer trois niveaux sur le versant au sens strict : un niveau supérieur, un niveau moyen et un niveau inférieur.

- Le niveau supérieur : il est compris entre 400 et 615 m du bas-fond. Cette zone constitue le haut de versant. Elle a une surface ondulée et présente des concavités utilisées par le réseau de drainage. Sa pente est comprise entre 2 et 3,5°.
- Le niveau moyen : il se situe entre 250 et 400 m. Cette limite identifie la mi-versant. C'est la zone charnière entre le haut et le bas du versant. Elle marque la transition entre les deux domaines extrêmes de celui-ci. Sa surface offre un profil légèrement convexe et inclinée du côté Nord. La pente est monotone et comprise entre 1,5 et 2°.
- Le niveau inférieur : c'est le domaine du bas de versant. Il est compris entre 0 et 250 m du bas-fond. Ce domaine constitue le chanfrein c'est-à-dire la partie du versant qui marque le point de raccordement entre celui-ci et le talweg principal. C'est une surface légèrement concave et de pente très faible se situant entre 0,5 et 1°.

## 2. LES PENTES

La figure 16 représente une carte de classes de pentes. On peut remarquer sur celle-ci que de façon globale, le versant présente une pente assez douce. Deux zones de pentes peuvent être identifiées sur la carte : une zone où l'on a de faibles pentes et où l'évolution de l'inclinaison est assez régulière, et une autre zone où l'on note des pentes plus élevées que celles de la première avec quelques ruptures de pente isolées.

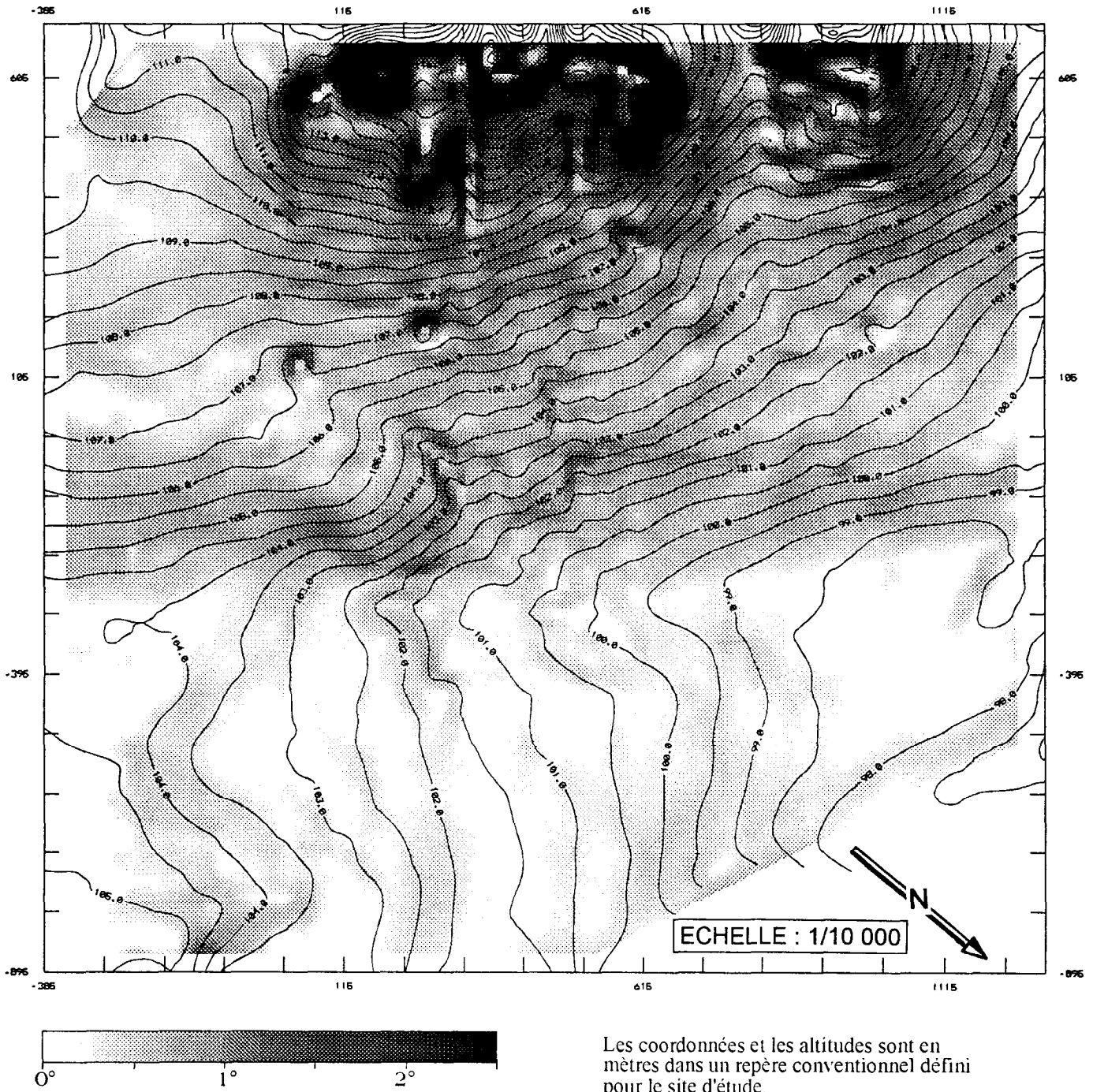
### a. La zone des pentes faibles

Les pentes les plus faibles du versant sont localisées entre la rive gauche du bas-fond et la limite amont de la mi-versant. Cette zone concerne également les extrémités Nord-Ouest et Sud-Est du versant. Les pentes sur cette zone sont comprises entre 0,5 et 2°. La surface a une pente régulière, traduisant ainsi l'espacement observé entre les courbes de pente.

### b. Les zones de pentes élevées avec des ruptures de pente isolées

Cette zone est le domaine du haut-versant avec des buttes cuirassées à l'amont ; en plus de celles-ci, il y a quelques buttes non cuirassées situées à l'aval du haut-versant. Dans cette zone les pentes se situent entre 2,5 et 5°.

Fig. 16 CLASSES DE PENTES SUR LE VERSANT DE SAMNIWEOGO



Source : HIRTZ E., 1993

### 3. *LES COURBURES*

On distingue deux types de courbure sur le versant de Samniwéogo : les unes sont horizontales et les autres verticales. Elles font partie intégrante du modelé qu'elles contribuent à façonner. D'où l'intérêt de mettre en évidence leur présence et leur impact sur la dynamique du versant.

#### a. **Les courbures horizontales**

La carte topographique (fig.14) représente la carte des courbures des lignes de niveau, appelées courbures horizontales. Elle a été dressée à partir des données du nivellement de la surface du versant. En parcourant une ligne de niveau, par exemple, la trajectoire effectuée n'est pas rectiligne et c'est sa courbure qui est calculée. Cette courbure est d'autant plus marquée que l'on se trouve sur une crête ou dans un talweg. La figure 17 représente les zones de talwegs. Désormais, par abus de langage, nous parlerons de zones concaves lorsqu'il faudrait dire "concave perpendiculairement à la pente" (talweg).

#### b. **Les courbures verticales**

"On appelle courbure verticale, la courbure des lignes de plus grande pente. Elle représente l'augmentation ou la diminution de la pente lors d'un cheminement du haut vers le bas d'un versant" (PLANCHON, 1991).

La figure 18 représente la carte des courbures verticales du versant. Cette carte met en évidence les zones d'augmentation de la pente.

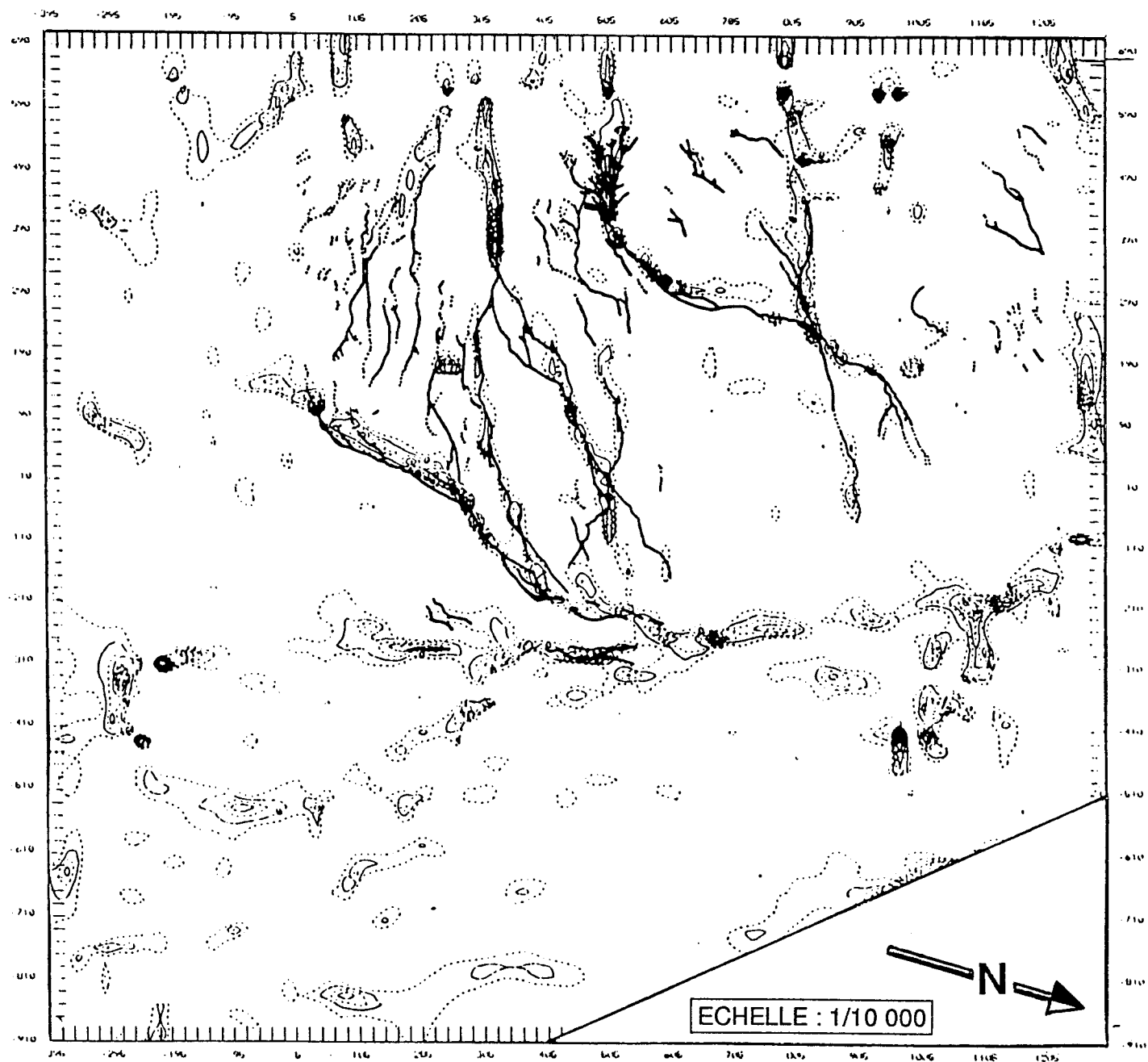
La mise en évidence de ces zones relève également de l'analyse morphologique de l'image produite par le calcul de la courbure verticale du versant. La méthode est analogue à celle utilisée pour calculer les courbures horizontales, sauf qu'ici il s'agit de calculer les courbures verticales.

On localise ces zones de courbures verticales sur l'ensemble du versant. Sur les profils transversaux, on remarque que ces courbures sont irrégulières. Contrairement aux zones de courbures horizontales, elles sont très disparates et de faibles étendues.

## C. *LA VEGETATION*

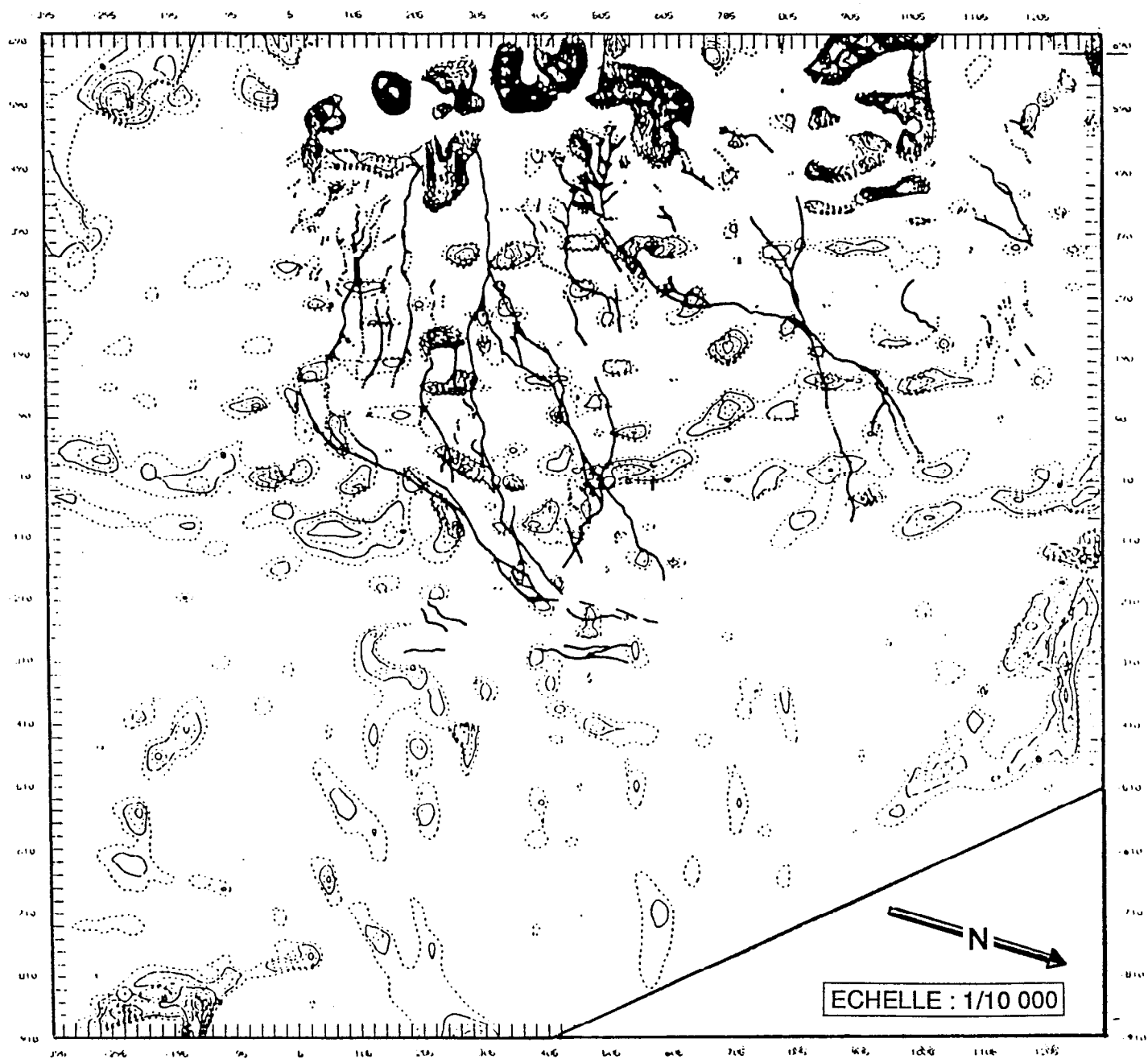
La région de Bidi appartient au domaine phytogéographique sahélien. Sa végétation du type soudano-sahélien évolue sous l'influence de facteurs climatiques et zoo-anthropiques (NDJAJA, 1990). Cette évolution se fait par l'implantation d'espèces sahéliennes qui colonisent les zones dégradées, mais

FIG. 17 LES COURBURES HORIZONTALES DU VERSANT



Les coordonnées et les altitudes sont en mètres dans un repère conventionnel défini pour le site d'étude

FIG. 18 LES COURBURES VERTICALES DU VERSANT



Les coordonnées et les altitudes sont en mètres dans un repère conventionnel défini pour le site d'étude



reste marquée par la persistance d'espèces soudaniennes dans les milieux favorables tels que les bas-fonds.

L'analyse des différentes formations végétales de la région a été rendu possible par l'interprétation des photographies aériennes à l'échelle du 1/200.000 (NDJafa, op. cit.)

On note sur ce versant, situé au Nord-Ouest du bassin de Samniwéogo, la présence d'une formation végétale de savane fortement anthropisée et dégradée du fait de pratiques agro-pastorales néfastes conjuguées aux effets négatifs de la péjoration climatique dans la région. Sur le versant, certaines espèces ligneuses telles que *Butyrospermum paradoxum*, *Sclerocaria birrea*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Adansonia digitata* (sur le chanfrein) sont sélectionnées et conservées par les paysans qui leur accordent un certain intérêt.

Certaines formations végétales caractéristiques de la région telles la brousse tigrée, la brousse mouchetée et la brousse tachetée ne sont plus perceptibles sur le versant du fait des transformations introduites dans le couvert végétal par les pâturages et les cultures. Dans les jachères cependant, on rencontre des espèces reliques telles que *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Piliostigma reticulatum*, etc.

On rencontre également quelques fourrés sur le versant. Ce sont des formations arbustives en majorité constituées de *Guiera senegalensis* et de *Combretum micranthum*; elles sont fermées, sempervirentes, décidues, généralement peu perméables et souvent à tapis graminéen absent ou discontinu.

Le recouvrement est lâche en amont de versant (environ 15%) et de plus en plus dense lorsqu'on évolue vers le bas-fond.

## *D. LES ETATS DE SURFACE*

### *1. DEFINITIONS TERMINOLOGIQUES*

Deux termes principaux sont employés par CASENAVE A. et VALENTIN C. (1989) pour définir le concept d'état de surface. Il s'agit de la surface élémentaire et de l'état de surface :

### **a. La surface élémentaire**

Le terme "surface élémentaire" désigne, à un instant donné, un ensemble homogène constitué par les éléments du milieu suivant :

- le couvert végétal,
- la surface du sol,
- les organisations pédologiques superficielles qui ont subi des transformations sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques ou anthropiques.

### **b. L'état de surface**

Ce terme peut désigner :

- une seule surface élémentaire,
- la juxtaposition de plusieurs,
- ou un système de surfaces élémentaires, c'est-à-dire un ensemble au sein duquel ces dernières interagissent.

## **2. IDENTIFICATION ET TYPOLOGIE DES ETATS DE SURFACE**

L'identification des états de surface du terroir de Bidi a été réalisée par VALENTIN C. en 1988 (fig.19). L'absence d'une photographie aérienne récente du terroir nous met dans l'impossibilité de présenter une carte des états de surface du bassin de Samniwéogo. Une campagne de terrain nous a permis d'observer en 1992 que ces surfaces n'ont pas tellement évolué durant les quatre années écoulées. On a pu à l'occasion établir la carte d'occupation du sol sur le site étudié (fig 20 ) En 1991 GUILLET F. avait regroupé les états de surface de ce bassin en deux classes majeures : les surfaces agricoles ou "surfaces cultivées" et les surfaces de "milieu naturel" composées de toutes les surfaces non cultivées et incluant les jachères de plus d'un an et les milieux dégradés.

### **a. Les surfaces agricoles ou "surfaces cultivées"**

Selon GUILLET F. (1991), la répartition spatiale de ces surfaces varie chaque année en fonction des stratégies paysannes et de la campagne de l'année précédente. En revanche, leur nature est assez constante d'une année sur l'autre avec des variations importantes et rapides tout au long de la saison des cultures. Depuis que ces régions sont peuplées, les surfaces cultivées constituent sans doute le principal facteur de transformation des états de surface, tant en intensité qu'en extension.

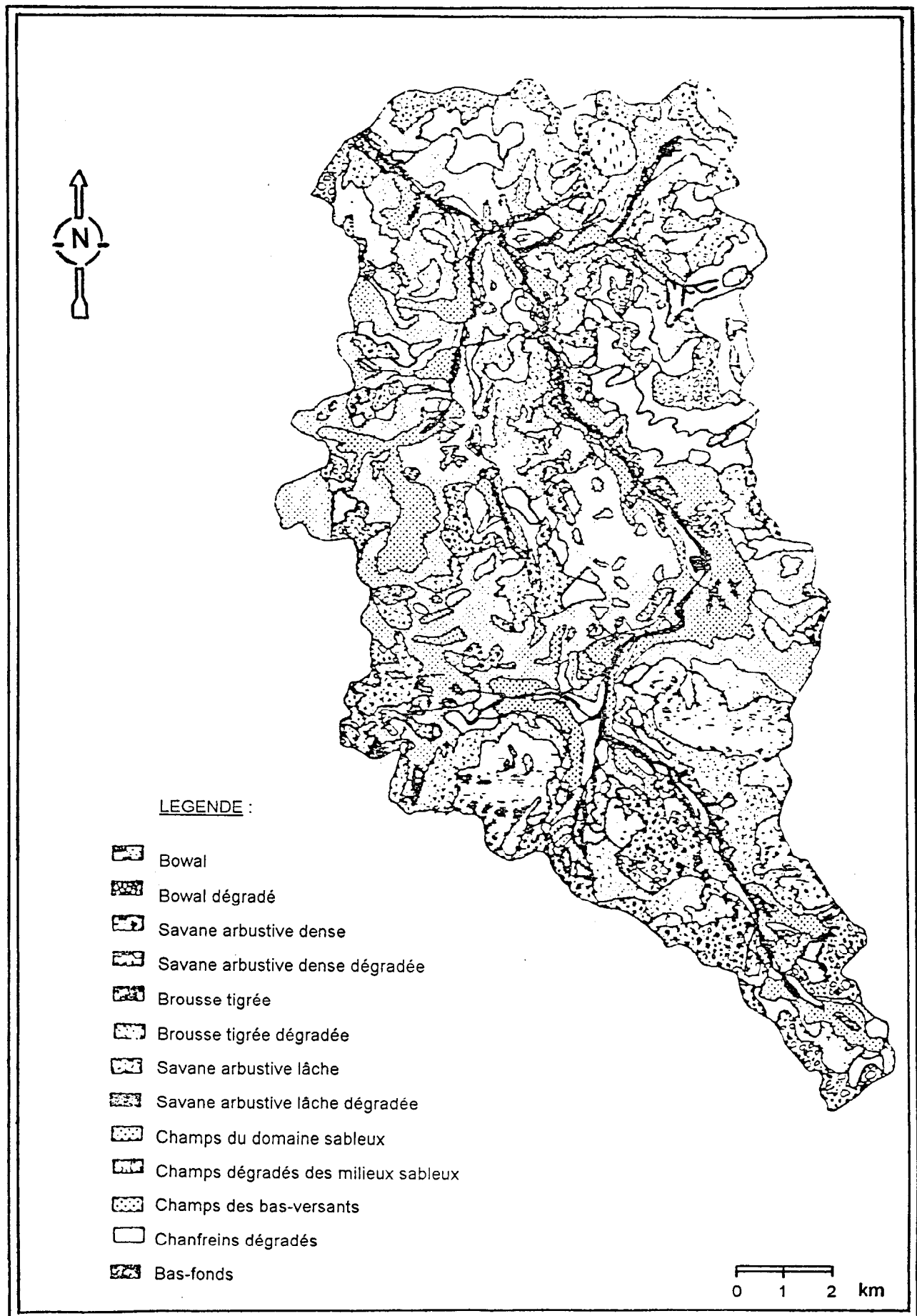
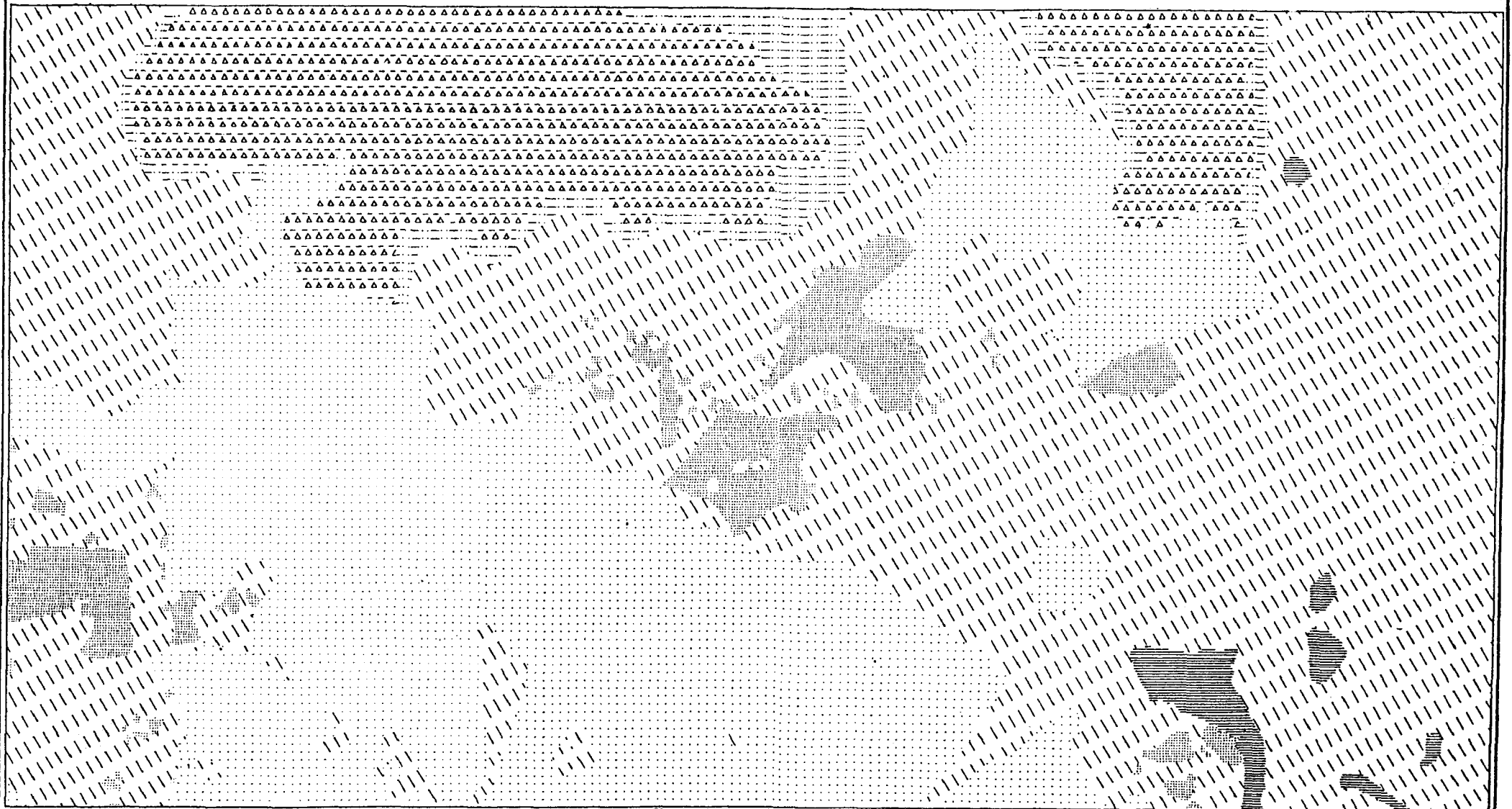


Fig. 19 ESQUISSE CARTOGRAPHIQUE DES ETATS DE SURFACE  
DU BASSIN VERSANT DE BIDI

Source : VALENTIN C., 1988

# OCCUPATION DU SOL SUR LE VERSANT OUEST DU BASSIN DE SAMNIWEOGO



## LEGENDE :

- Champs de mil
- Champs d'arachide et/ou de pois
- Jachère à Guiera Sénégalensis
- Fourrés de Guiera S. et de Combretum M.
- Affleurement de Cuirasse et/ou Croûte gravillonnaire
- Croûte d'Erosion et gravillon

Echelle: 1/ 5000

Figure 20

12/11/92

KOROGO Boukary

A Bidi ces surfaces ont fait l'objet d'études en hydro-pédologie, sous pluies naturelles, sur parcelles agronomiques, selon différentes pratiques culturales (SERPANTIE G. et MARTINELLI B., 1987 ; SERPANTIE G. et LAMACHERE J. M., 1989) et sous pluies simulées sur micro-parcelles (LAMACHERE J. M., 1990).

### **Les états de surface culturaux du bassin versant de Samniwéogo**

Ces surfaces culturales diffèrent selon :

- Le sol : sa texture, sa couleur,
- La pente et le drainage local,
- Le passé cultural des parcelles cultivées (temps de mise en culture)
- Le type de culture (céréales, légumineuses, malvacées et autres) dont les caractéristiques (enracinement, taillage, recouvrement des organes aériens, physiologie) vont influencer l'interception de l'eau, la porosité en surface et celle de l'horizon superficiel, et les humidités minimales.
- Les façons culturales (labour, aménagement, sarclages),
- L'activité biologique locale (termites).

- ***L'effet des pratiques culturales sur les états de surface***

D'après GUILLET F. (1991), plusieurs caractéristiques se dégagent :

- La succession des cultures efface l'ancienne surface naturelle ou agricole en se surimposant. Elle ne permet pas une bonne identification de ces surfaces en dehors des périodes de culture à partir des supports de photo-interprétation.
- Les façons culturales, réduites à Bidi, engendrent dans tous les lieux cultivés des transformations durables des surfaces dont l'impact sur la répartition et les transferts de l'eau est capital ; ainsi le sarclage et le labour provoquent un accroissement du mésorelief en pleine saison des pluies. L'une des influences en sera l'accroissement du stockage superficiel.
- Ces pratiques créent une ouverture temporaire de la porosité de surface par un soulèvement de la croûte et la formation de volumes ameublés.
- Le labour, lorsqu'il existe, occasionne un ameublissement relativement profond dès les premières pluies (après une vingtaine de millimètres), de ce fait il permet l'accroissement du volume stocké durant la période de levée ; il

facilite le stockage en profondeur durant l'averse et permet un développement racinaire rapide et important.

- Le mélange de l'horizon de surface avec les débris, pailles et adventices est important. Le tallage et la prolifération des adventices créent une forte ouverture racinaire de l'horizon. Cette situation occasionne en période favorable (humidité, faible intensité de pluie) une recrudescence de la mésofaune et de la faune, observée durant les hivernages 1986 et 1988 (SERPANTIE G., 1989). Ces facteurs engendrent un maintien de la rugosité et de la porosité ouverte en surface.
- L'érosion du mésorelief cultural entraîne une diminution de la porosité générale de surface par sédimentation de pellicules successives (MOPS culturales évoluant vers les faciès dégradés). On assiste à un colmatage en surface pour les cuvettes inter-buttés, ce colmatage centrifuge s'étend sur les flancs des buttes à mesure que les reliefs s'aplanissent. Les parties sommitales, s'étendent en s'érodant, le colmatage se fait par formation de pellicules de battance (COLLINET J., 1988).
- Après plusieurs cycles de cultures successifs, les surfaces cultivées se dégradent rapidement, particulièrement les surfaces labourées. La structure des surfaces et du sol pulvérisé s'estompe de plus en plus, et avec elle, la porosité quoiqu'elles soient rajeunies par chaque cycle culturale. En conséquence la parcelle devient de plus en plus propice à la prise en masse, au ruissellement et à l'érosion (SERPANTIE G. et LAMACHERE J. M., op. cit.).

#### **b. Les surfaces de "milieu naturel"**

Leur répartition spatiale ne subit pas de grandes variations annuelles ou inter-annuelles (GUILLET F., 1991). Le facteur de différenciation le plus important au niveau de ces surfaces est constitué par la présence ou l'absence du couvert végétal (en nature et densité). Les facteurs de dégradation de ce milieu sont liés au contraste saisonnier et inter-annuel des précipitations. On les reconnaît par la présence de plages érodées, dénudées et indurées en amont et bas de versant.

## **II. LES PRINCIPALES FORMES DE RUISSELLEMENT SUR LE VERSANT**

Le ruissellement est la fraction de pluie qui, ne pouvant s'infiltrer dans le sol, s'écoule suivant la pente et se concentre en rigoles et torrents. Au cours de l'hivernage de 1992, on a pu observer deux principales formes de

ruissellement sur le versant. Ce sont : le ruissellement diffus et le ruissellement concentré.

## *A. LE RUISSELLEMENT DIFFUS*

Encore appelé ruissellement pelliculaire, le ruissellement diffus se caractérise par la formation de filets d'eau plus ou moins larges, plus ou moins épais qui sillonnent la surface du sol en laissant çà et là des surfaces émergentes.

Ici l'eau ne parvient pas à former une nappe qui recouvre toutes les aspérités du sol. Elle s'écoule plutôt par filets anastomosés qui rejoignent les ravines ou les rigoles.

C'est surtout dans le haut et dans la mi-versant, où l'on note une forte irrégularité de surface avec la présence de micro-dunes éoliennes, qu'on observe cette forme de ruissellement.

## *B. LE RUISSELLEMENT CONCENTRE*

Plus spectaculaire que le précédent, le ruissellement concentré est un phénomène linéaire différent du phénomène de surface aréolaire. Il se développe dans les talwegs secondaires du bassin-versant. Cette forme d'écoulement des eaux pluviales s'observe non seulement dans les ravines mais également dans les petites dépressions linéaires souvent invisibles à l'oeil quand il n'y a pas d'écoulement d'eau.

Les conséquences de ce type de ruissellement, sur le versant, sont énormes. Les importantes masses d'eau qui ruissellent font subir au sol une forte dégradation non seulement préjudiciable aux activités agricoles mais également à la végétation ligneuse. Les ravines creusées par le ruissellement concentré constituent la marque visible du phénomène d'érosion du sol par l'eau.

Cette forme d'écoulement a été observée sur toute la pente du versant ; et c'est sur la mi-versant qu'elle est plus marquée.

En plus de ces deux principales formes d'écoulement, on a pu observer quelquefois, à l'occasion des grosses averses, le ruissellement en nappe. Cette forme de ruissellement est reconnaissable par la formation de nappes ou lames d'eau s'écoulant par gravité jusqu'au talweg principal du bassin. Ces écoulements en nappe ont été observés sur le bas-versant (chanfrein) à l'occasion des fortes pluies des mois de juillet et d'août et où la faiblesse de la pente empêche un écoulement rapide des eaux.

Il faut souligner également que cette forme de ruissellement se produit assez rarement, étant donné que c'est surtout à l'occasion des fortes pluies qu'on peut l'observer.

Enfin, il ne faut pas perdre de vue que le ruissellement superficiel, quelle que soit sa forme, est tributaire des caractéristiques physiques et humaines du milieu où il se développe. Celles-ci participent, voire contribuent, à la genèse et au développement du ruissellement de surface ; elles constituent, par conséquent, les facteurs conditionnels de ce dernier.

### III. LES FACTEURS CONDITIONNELS DU RUISSÈLEMENT DES EAUX PLUVIALES

En dehors des spécificités propres à chaque milieu, il existe d'une manière générale plusieurs facteurs dont les effets conjugués conditionnent l'hydrodynamique superficielle des versants. Ces facteurs sont, en général, pluviométriques, pédologiques et topographiques. Sur une surface aux propriétés hydrodynamiques diverses telle que celle du versant étudiée, il ne peut y avoir que plusieurs facteurs explicatifs du ruissellement et/ou de l'infiltration. L'on peut citer par exemple les caractéristiques pluviométriques, la perméabilité du sol, les états de surface et la pente. Nous estimons que c'est l'effet conjugué de tous ces facteurs qui conditionne le ruissellement et/ou l'infiltration des eaux pluviales sur le site d'étude. Dans ce qui va suivre nous essayerons de démontrer l'impact de ces facteurs.

#### *A. LES CARACTÉRISTIQUES PLUVIOMÉTRIQUES*

Ces caractéristiques constituent l'un des principaux facteurs du ruissellement et/ou de l'infiltration des eaux de pluies sur le versant. Ceci a été démontré par des études expérimentales du ruissellement et de l'infiltration par simulation de pluie. En effet, LAMACHERE J. M., SERPANTIE G. (1988) et GUILLET F. (1991) ont démontré par des expériences de simulation de pluie, sur des parcelles d'érosion ORSTOM (à différents stades d'évolution du sol sarclé), que le ruissellement sur le sol sableux fin de la région de Bidi est conditionné par six facteurs principaux dont trois sont pluviométriques : l'intensité de la pluie (I), la durée de l'averse (t-to) et la somme des pluies antérieures (A). Les trois autres facteurs sont pédologiques. Nos observations des écoulements sur le site nous ont conduit à considérer deux autres facteurs pluviométriques



(la hauteur et la fréquence des pluies) dans la détermination du ruissellement et/ou de l'infiltration sur le versant.

### *1. L'INTENSITE DE LA PLUIE*

Cette intensité représente la hauteur de pluie tombée pendant un temps donné. C'est à deux niveaux que ce facteur intervient dans la genèse du ruissellement des eaux de pluie sur le sol : l'énergie cinétique des gouttes d'eau détruit la structure de surface du sol, entraînant ainsi la saturation de la porosité de celui-ci et en conséquence un refus d'infiltration.

En outre le battage du sol, en certaines conditions texturales, peut provoquer une obturation de la porosité en surface et de ce fait, limiter la capacité de filtration du sol ; en conséquence cela va entraîner un accroissement de la hauteur d'eau ruisselée. En revanche la présence d'une bonne couverture végétale réduit énormément le ruissellement et augmente l'infiltration.

### *2. LA DUREE DE LA PLUIE*

C'est le temps écoulé entre l'instant où la pluie commence et celui où elle prend fin. Une longue durée de la pluie entraîne nécessairement une forte imbibition du sol en eau, provoquant ainsi à un moment donné sa saturation et par conséquent l'apparition du ruissellement. Mais selon la nature du sol, cette influence de la durée de l'averse est variable. Si, par exemple, l'on est en présence d'un sol très filtrant (sableux par exemple), il faudrait beaucoup de temps à une averse, même de forte intensité, pour provoquer la saturation du sol et engendrer ainsi l'installation du ruissellement. En revanche lorsqu'on se trouve en présence d'un sol argileux et peu perméable, il suffira d'une averse de quelques minutes, et cela quelle que soit son intensité, pour que le ruissellement s'installe. La durée de l'averse apparaît donc comme un facteur dont l'influence sur le ruissellement est intimement liée aux conditions pédologiques en place.

### *3. LA SOMME DES PLUIES ANTERIEURES*

Elle marque l'état d'humidité du sol avant la pluie. Plus un sol est humide moins il peut laisser infiltrer d'eau de pluie et vice-versa. En d'autres termes ceci signifie que lorsqu'une averse se met à tomber, et qu'au préalable le sol était suffisamment imbibé d'eau, la saturation du sol sera atteinte peu de temps après et le ruissellement s'installera. La durée d'imbibition est fonction de l'état d'humectation du sol. Elle sera longue si le sol était suffisamment sec

avant l'averse et courte dans la situation inverse. Toutefois il y a lieu de savoir que cette durée d'imbibition peut être modifiée par l'intensité de la pluie.

#### *4. LA HAUTEUR DE PLUIE*

Considérée isolément, la hauteur d'averse n'est pas le caractère qui explique le ruissellement et/ou l'infiltration sur un sol. Des études expérimentales ont démontré que sur parcelles couverte et nue, le ruissellement n'est pas tellement lié à la hauteur de pluie tombée (C.T.F.T., 1969).

Cependant lorsqu'on est en présence de certaines conditions pédologiques (texture fine et structure massive du sol par exemple), la hauteur de pluie peut entraîner une forte imbibition des horizons de surface ou la formation d'une croûte de battance qui va limiter considérablement l'infiltration de l'eau dans le sol. Ce qui aura pour conséquence, l'accroissement du ruissellement sur celui-ci pour cause de saturation et/ou d'imperméabilité.

#### *5. LA FREQUENCE DES PLUIES*

La répétition à court terme des précipitations en saison des pluies a pour conséquence directe la saturation du sol. Celle-ci étant elle-même une conséquence du manque de ressuyage de ce sol entre deux averses. Cette situation entraîne le ruissellement de certaines pluies quels que soient leurs caractères.

Avec une grande fréquence des pluies, certaines d'entre elles, bien que moins abondantes ou moins intenses que d'autres, peuvent donc provoquer des ruissellements et des érosions plus élevés.

### *B. LA PERMEABILITE DU SOL*

La perméabilité d'un sol dépend surtout des organisations pédologiques superficielles et du couvert végétal. Cette caractéristique du sol est en général conditionnée par les traitements que celui-ci reçoit.

Plus un sol est poreux, plus la vitesse de filtration de l'eau à l'intérieur de ce dernier reste grande (C.T.F.T., 1969). En revanche si sa structure et sa porosité sont mauvaises, la vitesse de filtration est faible et le ruissellement se produit facilement.

Les caractéristiques physiques des sols conditionnent fortement leur perméabilité et par conséquent leur aptitude à l'infiltration et/ou au ruissellement.

## *C. LES ETATS DE SURFACE*

De nombreux travaux ont mis en évidence le rôle joué par les caractéristiques physiques des premiers centimètres du sol sur le ruissellement et l'infiltration. Les expériences sous pluies simulées ont permis de démontrer l'influence déterminante des organisations superficielles sur le comportement des sols vis-à-vis de l'eau (COLLINET J. et LAFFORGUE A., 1979 ; COLLINET J. et VALENTIN C., 1979 ; VALENTIN C., 1981). L'impact de la strate herbacée sur les phénomènes de ruissellement et d'infiltration a également été prouvé par les mesures sous pluies simulées (ALBERGEL J. et al., 1986).

Les états de surface semblent donc déterminants pour l'hydrodynamique superficielle. L'analyse statistique des résultats acquis sur 48 parcelles au Burkina Faso a établi que le pourcentage de couverture végétale, auquel est liée l'activité mésofaunique, constitue le principal facteur explicatif de l'infiltration (CASENAVE A. et VALENTIN C., 1988).

L'impact des états de surface sur le ruissellement et/ou l'infiltration des eaux de pluies sur le site d'étude sera approché au plan purement qualitatif. Cette approche sera fondée sur les observations faites de visu sur l'écoulement des eaux au cours de l'hivernage de 1992 ; puis sur les conclusions d'études expérimentales de ruissellement et/ou d'infiltration sous pluies naturelles et simulées faites à Samniwéogo ou ailleurs.

## *D. LA PENTE*

La pente peut être, sous certaines conditions de surface du sol, un facteur déterminant du ruissellement et/ou de l'infiltration sur les versants. Il est cependant délicat d'estimer son influence sur ces deux phénomènes de l'hydrodynamique superficielle. C'est par son intensité et sa longueur que de pente influence la dynamique hydrique de surface. En effet lorsque celle-ci est lisse et peu perméable, ces deux paramètres topographiques sont favorables au phénomène de ruissellement superficiel, l'infiltration étant alors faible. En revanche si on est en présence d'un sol rugueux et filtrant, l'impact de la pente sur les écoulements est négligeable voire nul ; on assiste plutôt à une forte tendance à l'infiltration au détriment du ruissellement.

De ce qui précède, on constate que les facteurs conditionnels de l'hydrodynamique superficielle sont multiples et variés. Pris isolément, on a essayé de mettre en évidence leurs mécanismes d'influence respectifs sur les eaux de pluie au sol. Ce qu'il faut surtout retenir c'est que ces facteurs ne sont

pas indépendants les uns des autres. Ils sont liés entre eux et agissent ensemble sur les processus de ruissellement et d'infiltration.

# CHAPITRE 4 : LES Ecoulements concentres

---

## I. DISPOSITIF ET METHODE DE DETECTION DES CRUES

### A. LA STATION PLUVIOMETRIQUE

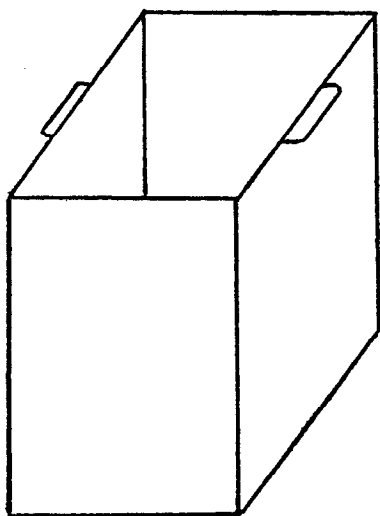
En 1988, l'ORSTOM a installé, sur le versant ouest du bassin de Samniwéogo, une station météorologique à une dizaine de mètres environ des parcelles expérimentales. Elle est destinée à fournir essentiellement des enregistrements pluviométriques. Cette station comprend :

- un pluviomètre à lecture directe et dont la surface réceptrice se situe à 1 m du sol
- un pluviographe à augets basculeurs dont le tambour est vertical et à rotation journalière. Il est placé dans une fosse de telle sorte que la surface réceptrice située au niveau du sol soit protégée du vent par un dispositif métallique cloisonné ;
- un pluviographe à augets basculeurs dont le tambour est à rotation journalière. Sa surface réceptrice est placée à 1 m du sol ;
- un bac Colorado de 1 m<sup>2</sup> de surface évaporante situé au niveau du sol.

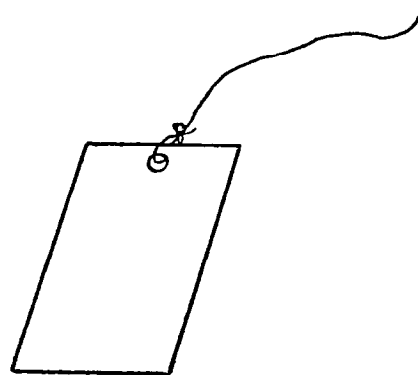
### B. LES TEMOINS D'ECOULEMENT

Le dispositif de détection des crues sur les sections de ravines est constitué d'un canevas de base, composé de 28 points d'observation complété par un dispositif plus léger et plus extensif de 46 autres points d'observation. Soit un total de 74 points d'observation ; ils sont tous équipés de témoins détecteurs de flux de ruissellement sur les sections de ravines. Les témoins équipant ces points d'observation sont de deux types :

- les 28 points du canevas de base sont équipés chacun d'une cuve métallique de 30 litres (fig.21 a). La superficie de ces cuves, relativement importante (625



a CUVE



b FLOTTEUR

Fig. 21 LES TEMOINS D'ECOULEMENT

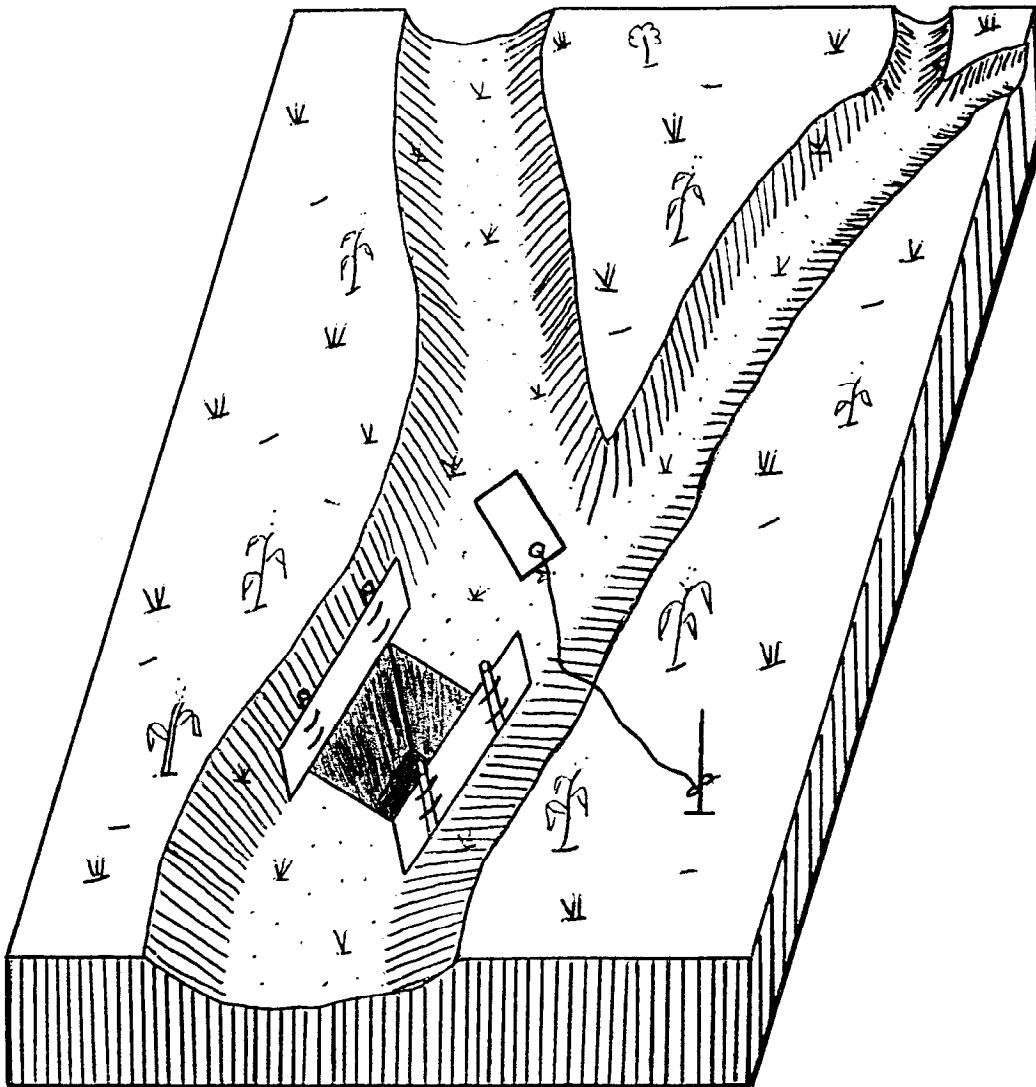


Fig. 22 CUVE INSTALLEE ET DOUBLEE D'UN FLOTTEUR

cm<sup>2</sup>), permet de supposer qu'elles ne peuvent pas rester vides alors que la ravine dans laquelle elles sont installées a subi un écoulement. Par ailleurs la profondeur de la cuve permet raisonnablement de supposer que ni la pluie, ni de petits ruissellements "parasites", qui ne constituent pas des écoulements en tant que tels, ne peuvent remplir la cuve à raz bord.

- sur le dispositif complémentaire, les 46 points d'observation sont équipés chacun d'un flotteur de 6 x 12 cm de côtés (fig.21 b). Les 46 flotteurs ainsi installés dans le lit des ravines sont retenus à l'une des berges de celles-ci par une cordelette de 50 cm de long. Les écoulements sont supposés les déplacer vers l'aval de la section observée.

La légèreté de ce dispositif a permis de ne pas être limité par le nombre de mesures. La qualité des résultats fournis est testée en doublant systématiquement toutes les cuves avec des flotteurs (fig.22).

## *C. INSTALLATION ET FONCTIONNEMENT DES TEMOINS D'ÉCOULEMENT*

Les cuves sont enterrées de telle sorte que leur rebord soit au même niveau que le fond de la section de ravine où elles ont été placées (fig.22). Elles constituent ainsi des pièges pour les crues traversant ces sections à l'occasion d'une averse. Si la cuve est pleine, après une pluie, on considère qu'il y a eu passage d'une crue et réciproquement.

Les flotteurs sont installés sur les sections de ravines et attachés chacun à un bout de ficelle d'au moins 50 cm de long (fig.22). Celui-ci permet de les y maintenir grâce à un piquet fixé sur la berge de la ravine. Le flotteur est placé dans la ravine de telle sorte qu'il s'y trouve en amont par rapport au piquet auquel il est attaché. Il sera ainsi entraîné dans le sens de l'écoulement, lorsqu'une crue traversera la section. Si après une pluie le flotteur n'a pas bougé, il n'y a pas eu passage de crue et vis versa.

L'information fournie par l'un ou l'autre des deux types de témoins d'écoulement est donc de caractère binaire c'est-à-dire du type oui/non.

Ajoutons enfin que tous les flotteurs ont été découpés dans une feuille de contre-plaqué de 5 mm d'épaisseur. Ils ont donc approximativement le même poids.



## *D. LE CHOIX DES SECTIONS*

Ce choix répond à un double objectif. D'une part les sites d'installation des témoins d'écoulement devraient permettre de comprendre les mécanismes de transfert des eaux de ruissellement d'un point à l'autre du versant, par le suivi de la fréquence et de la propagation des crues le long des ravines. D'où leur installation sur les ravines, quelles que soient le type de surfaces traversées (cultivées ou non) par celles-ci. D'autre part le choix des sections sur les différentes ravines répond au souci qu'on a eu de vouloir percevoir le degré d'interdépendance hydrologique entre les différents axes d'écoulement concentré du versant. Cela permettrait de mieux comprendre leur fonctionnement hydrologique ainsi que les processus de leur évolution. Le réseau de points de relevé est donc constitué des têtes de ravines, des amonts et avals immédiats des confluences et les points aval des ravines situées au bas du versant (fig.23).

Ce réseau de points est disséminé de l'amont à l'aval du versant. Il est limité à deux des trois principaux sous-systèmes ravinaires du versant. Ils sont jugés représentatifs pour l'étude.

Compte tenu du type d'approche utilisé (étude spatialisée du ruissellement concentré), les résultats obtenus et leur interprétation seront purement qualitatifs. Ils permettront seulement de percevoir la dynamique superficielle de l'eau et son évolution dans l'espace et dans le temps en fonction de certains paramètres déterminants.

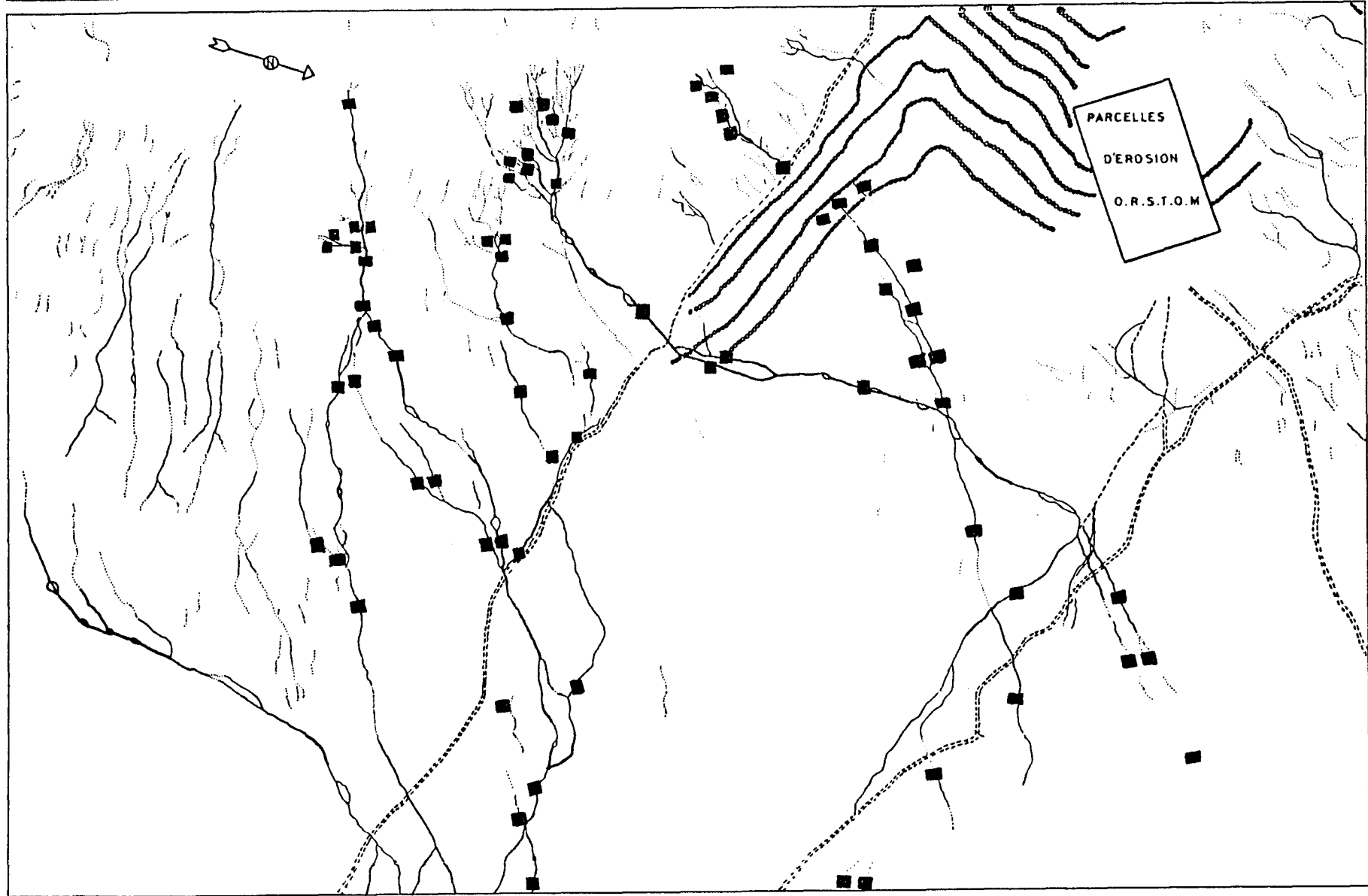
## II. RESULTATS

### *A. LES CARACTERISTIQUES DE L'HIVERNAGE EN 1992*

L'année 1992 est caractérisée par une pluviométrie de 541 mm à Samniwéogo. Cette dernière est en dessous de la moyenne pluviométrique qui caractérise la période 1972-1976, estimée à 568 mm. Elle est par ailleurs loin de la moyenne de 725 mm des années 1924-1968 d'avant la sécheresse (TRAORE, 1991).

Cette année peut également être qualifiée de déficitaire même si elle dépasse la moyenne de 424 mm de la période 1982-1986, considérée comme la plus sèche jamais enregistrée dans la chronique pluviométrique de la région.

LOCALISATION DES TEMOINS D'ECOULEMENT SUR LE SYSTEME RAVINAIRE



LEGENDE :

- |       |                |   |          |       |                |      |                          |
|-------|----------------|---|----------|-------|----------------|------|--------------------------|
| ..... | Griffe mineure | — | Ravineau | - - - | Piste - ravine | ○○○○ | Cordon pierreux Isohypse |
| —     | Griffe majeure | — | Ravine   | ===   | Piste          | ■    | Témoin d'écoulement      |

ECHELLE : 1/ 5 000

Figure 23 Se référer à la figure 4 pour les coordonnées

La hauteur d'eau tombée durant la campagne 1992 est inégalement répartie (fig.24). Les mois de juillet et d'août ont fourni plus de la moitié de la hauteur d'eau annuelle précipitée, soit 371,9 mm, alors que le début (mai-juin, 123,4 mm) et la fin (septembre-octobre, 45,8 mm) de la saison humide sont peu arrosés.

Quant à la violence des pluies, elle est largement en dessous de la normale : en 1988 on a enregistré seulement 14,6% de pluies de plus de 20 mm contre 27% en moyenne, proportion de pluies considérées dans la période de 1924-1982 comme normales pour la région du Yatenga (MIETTON, 1988). Sur le pluviomètre standard, on dénombre en effet pour l'année 1992, 4 pluies comprises entre 20 et 40 mm et 2 de plus de 40 mm constituant respectivement 8% et 4% du nombre total des averses tombées (50) au cours de l'année.

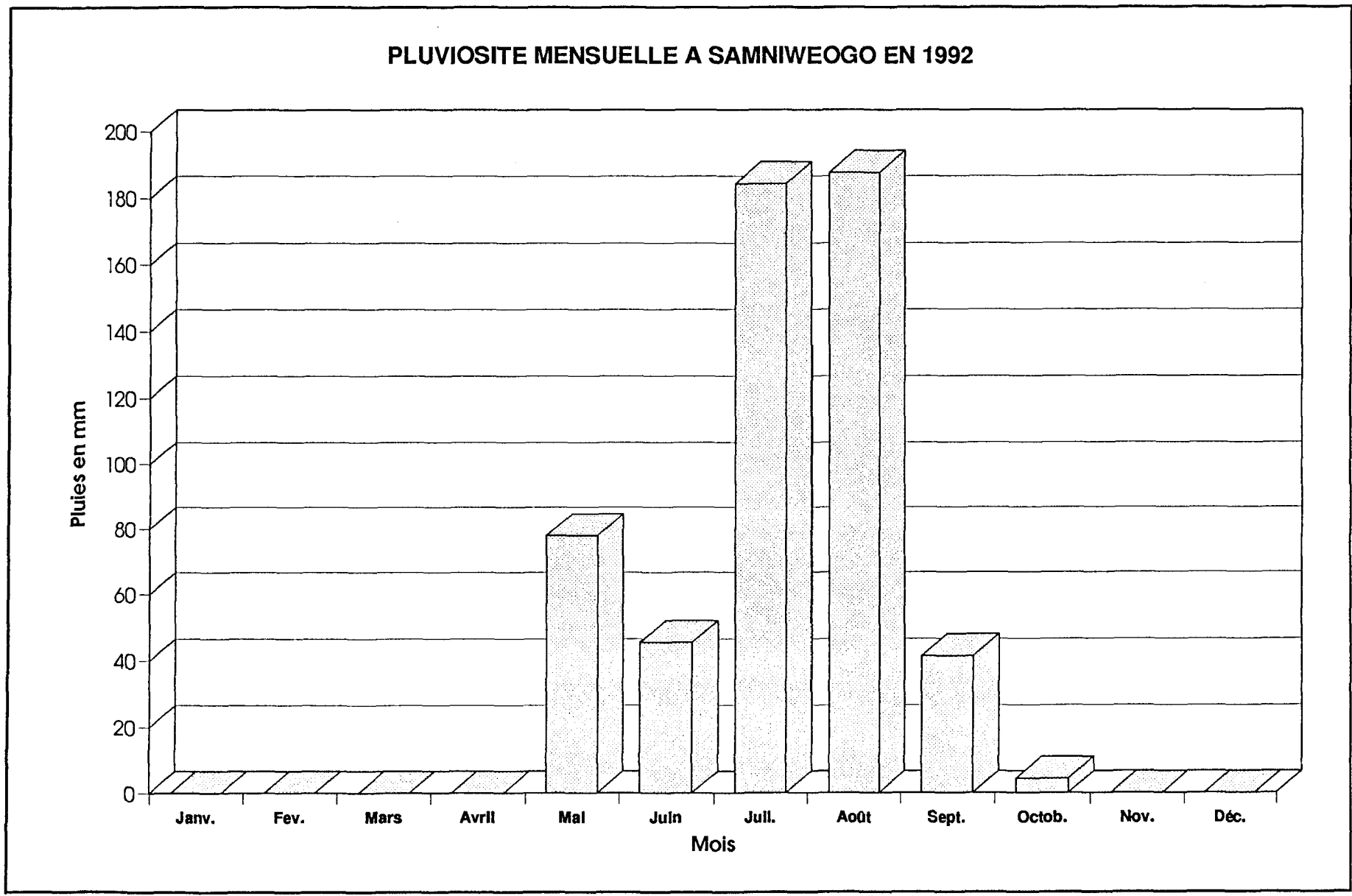
## *B. LES CRUES DETECTEES*

Les résultats obtenus sont de deux types. Le premier donne la répartition spatiale des fréquences de crues sur les sections de ravines observées. Ces fréquences sont évaluées en terme de taux de réponse enregistrés par chaque témoin sur chacune des sections observées. Elles permettent de distinguer les zones les plus ruisselantes de celles qui le sont moins.

Le deuxième type de résultats donne les valeurs d'averses susceptibles d'engendrer un ruissellement important sur le versant. Cela est obtenu par le pourcentage de sections de ravines ayant subi une crue au cours de chacune des 41 averses enregistrées après l'installation du réseau de témoins d'écoulement. Ce deuxième type comprend également les facteurs déterminant le lien hydrologique entre le versant et le bas-fond. Ce lien est mis en évidence par les crues engendrées dans le bas-fond par chacune des 41 averses enregistrées au cours de l'étude .

## *C. LA REPARTITION SPATIALE DES FREQUENCES DE CRUES*

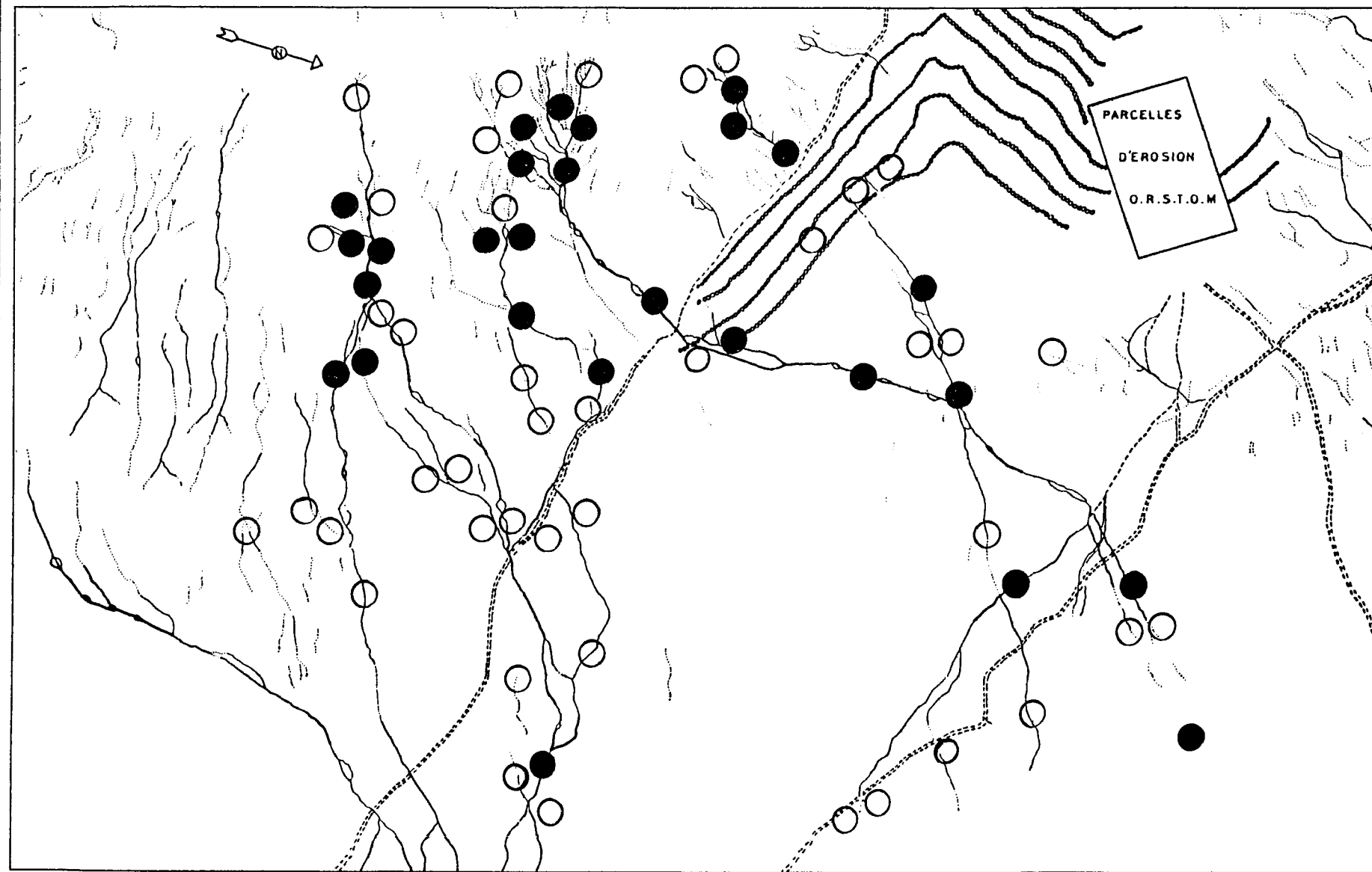
La fréquence des crues observées sur chacune des 74 sections varie entre 8 et 73%. La figure 25 représente les fréquences de crues par section de ravines. On remarque que la plupart des pourcentages les plus élevés, de 51 et 73%, sont localisés sur les sections amont des ravines. Ces sections se situent dans la zone de pente comprise entre 0,6 et 4°.



Source : Station météorologique de Samniwéogo

Figure 24

FREQUENCES DES CRUES SUR LES SECTIONS DE RAVINES



○ FREQUENCE FAIBLE ( de 8 à 50 %)

LEGENDE :

● FREQUENCE FORTE ( de 51 à 73 %)

ECHELLE : 1/ 5 000

Figure 25

Se référer à la figure 4 pour les coordonnées

En revanche les pourcentages inférieurs à 51% c'est-à-dire de 8 à 50% se situent entre la mi-versant et le bas versant. Ils sont sur la zone de pente comprise entre 0,4 et 0,6°. On note cependant en haut de versant quelques sections de faible fréquence de crue.

Des deux systèmes ravinaires observés, un seul présente une assez bonne distribution spatiale (c'est-à-dire de l'amont à l'aval du versant) des fréquences élevées de crue sur les sections de ravines.

## *D. PLUVIOMETRIE ET CRUES DANS LES RAVINES*

La figure 26 représente les taux de sections de ravines ayant subi une crue par averse tombée. Pour les pluies inférieures ou égales à 5 mm, les taux de réponse sont pratiquement nuls. Ces taux sont très variables et se situent entre 0 et 50%.

Entre 5 et 10 mm de pluie, les taux de réponse sont assez élevés mais variables. Ils se situent entre 20 et 90%.

Pour les hauteurs d'averse comprises entre 10 et 40 mm, les fréquences de crues par événement pluvieux sont élevées. Les taux sont systématiquement supérieurs à 75% ; ils sont également variables comme c'est le cas pour les deux classes d'averses précédentes.

Enfin pour les hauteurs de pluies de 40 mm et plus, c'est-à-dire atteignant les 80 mm dans le cas extrême, les taux sont pratiquement égaux à 100%.

## *E. PLUVIOMETRIE ET CRUES DE BAS-FOND*

Sur 41 averses enregistrées au cours de l'étude, 13 ont provoqué des crues au niveau du bas-fond (tab. 5). Ces crues ont été occasionnées par les averses de plus de 10 mm pour la plupart. Les cotes maximales de ces crues oscillent entre 205 et 258 cm sur l'échelle limnimétrique installée dans le bas-fond.

Sur le tableau ci-dessous l'on remarque que les cotes maximales des crues ne sont pas tellement liées à la hauteur de l'averse (fig.27). Seules les averses du 23 mai (53,7 mm) et du 7 juillet (67 mm) ont provoqué des crues dont les cotes (respectivement 245 cm et 258 cm) sont proportionnelles à la hauteur d'eau tombée.

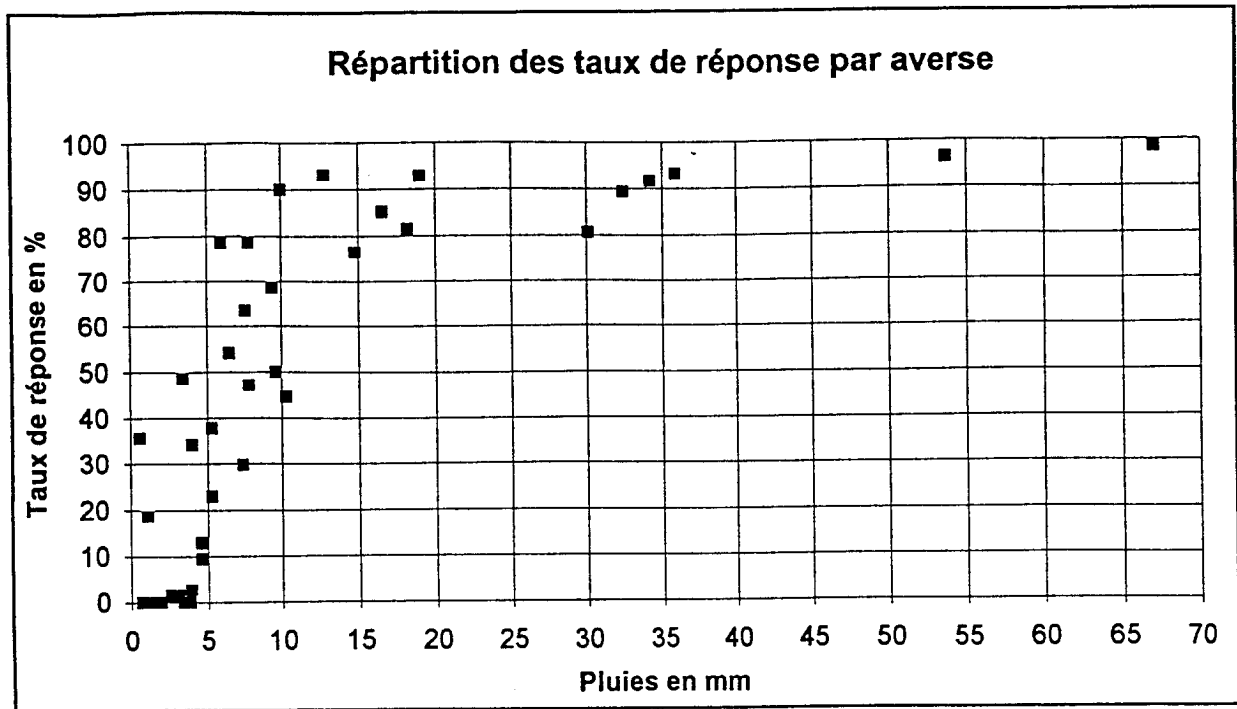


Figure 26

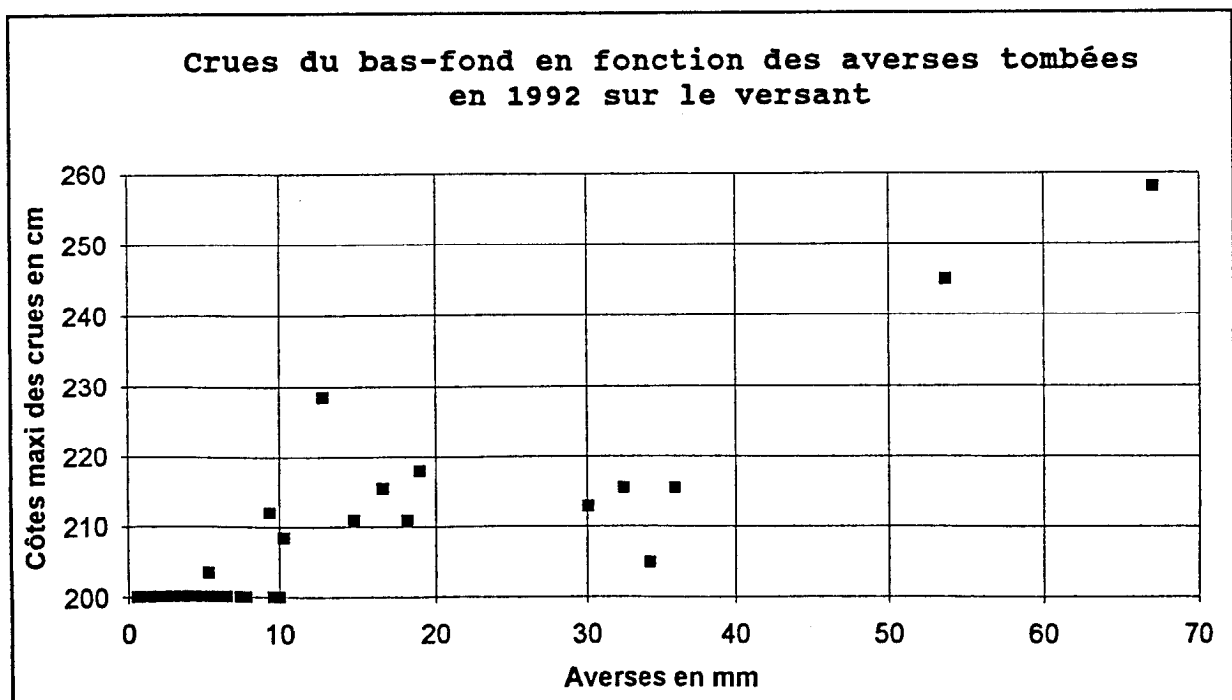


Figure 27

Tableau V : Les crues du bas-fond en fonction des pluies et leurs taux de réponse correspondants sur le versant.

| Dates    | Pluies en mm | Cotes maxi des crues de bas-fond en cm | Taux de réponse par pluie en % |
|----------|--------------|--|--------------------------------|
| 23/05/92 | 53,7         | 245                                    | 96                             |
| 12/06/92 | 19           | 218                                    | 93                             |
| 30/06/92 | 9,4          | 212                                    | 69                             |
| 07/07/92 | 67           | 258                                    | 99                             |
| 25/07/92 | 18,2         | 211                                    | 81                             |
| 27/07/92 | 14,8         | 211                                    | 76                             |
| 31/07/92 | 30,1         | 213                                    | 81                             |
| 06/08/92 | 34,2         | 205                                    | 92                             |
| 08/08/92 | 12,8         | 228,5                                  | 93                             |
| 15/08/92 | 35,9         | 215,5                                  | 93                             |
| 21/08/92 | 10,3         | 208,5                                  | 45                             |
| 24/08/92 | 32,4         | 215,5                                  | 89                             |
| 02/09/92 | 16,6         | 215,5                                  | 85                             |

Données recueillies et calculées par Boukary KOROGO

### III. INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

#### *A. INTERPRETATION*

##### *1. AU PLAN SPATIAL*

Les fortes fréquences des crues enregistrées en têtes de ravines et en haut de versant signifient que c'est la zone amont du versant qui est productrice de ruissellement par rapport aux autres parties. Le milieu et le bas du versant sont par conséquent des zones d'infiltration des crues d'origine amont. Si l'on compare les deux zones hydrologiques, il apparaît qu'elles sont différentes sur trois points essentiellement : la pente, les états de surface et la couverture



végétale. En effet le haut versant est pentu (3 à 4°), cuirassé et encroûté. Son recouvrement végétal est faible et lâche. Les zones filtrantes (bas de versant) ont en revanche une pente assez faible (0,3 à 0,8°), un sol sableux filtrant et une végétation relativement dense. Cela confirme donc les résultats d'étude qui ont mis en évidence l'impact des états de surface sur le ruissellement et l'infiltration (CASENAVE A. et VALENTIN C., 1989) en zone sèche.

La propagation des crues observées sur l'un des deux systèmes ravinaires (fig. 25) est assez bonne. C'est le système le plus hydrologiquement actif.

## 2. *RELATION PLUIES ET CRUES DE RAVINES*

Les résultats obtenus sur le versant et au niveau du bas-fond signifient que les ravines ne sont hydrologiquement efficaces qu'à partir d'un certain seuil de pluie. Ce seuil se situe entre 10 et 40 mm. En deçà de celui-ci, le ruissellement est local (sur le versant) et les crues ne se propagent pas jusqu'au bas-fond. En revanche, lorsque les pluies franchissent ce seuil, le ruissellement se généralise et en ce moment les ravines assurent la propagation des crues du versant vers le bas-fond.

Les résultats obtenus à l'issue de l'expérimentation présentent un caractère variable au cours de la saison et d'une partie à l'autre du versant. Nous imputons cette variabilité aux facteurs conditionnels de ruissellement et d'infiltration. Dans la discussion qui va suivre, il sera question du mode d'action de ces facteurs sur la dynamique de l'eau sur le versant et partant, dans les ravines d'érosion.

## *B. DISCUSSION*

Les principaux facteurs pouvant être à l'origine de la variabilité des crues dans les ravines d'érosion du site d'étude sont au nombre de trois : la pluviométrie, le modelé et les états de surface. Nos hypothèses seront développées autour de ces trois facteurs.

### *1. INFLUENCE DES PARAMETRES PLUVIOMETRIQUES*

#### **a. La hauteur de pluie**

La hauteur d'averse considérée isolément n'est pas le caractère qui explique le ruissellement et/ou l'infiltration. Quel que soit l'état de surface du sol (parcelle couverte ou nue), des études expérimentales ont démontré que le

ruissellement n'est pas tellement lié à la hauteur d'eau de pluie tombée (C.T.F.T., 1969).

Dans le cas de l'expérimentation de Samniwéogo, le calcul des taux de réponse par averse a montré l'influence de la hauteur de pluie sur ces derniers. On remarque en effet que pour toutes les averses supérieures à 10 mm, les taux de réponse sont élevés (supérieures à 50%). On dénombre 11 averses de cette classe confirmant cette remarque.

Cependant cette hypothèse n'est pas vérifiée dans le cas des averses dont la hauteur est strictement inférieure à 10 mm. En effet pour cette classe d'averses, le taux de réponse n'est pas forcément lié à la hauteur de pluie tombée. Il semble être lié plutôt à d'autres facteurs dont la fréquence des pluies.

L'efficacité hydrologique des ravines à partir d'un seuil pluviométrique, situé entre 10 et 40 mm, confirme l'hypothèse que la hauteur de pluie a une influence sur les crues dans les ravines et donc leur variabilité.

#### **b. La fréquence des pluies**

On a remarqué une répétition à court terme des précipitations au cours de certaines périodes de la saison des pluies. Conséquences : le sol n'a pas le temps de se ressuyer entre deux averses, sa saturation est vite atteinte et les dernières pluies quels que soient leurs caractères ruissellent beaucoup plus qu'elles ne s'infiltrent.

Avec une fréquence élevée des pluies, certaines d'entre elles bien que moins abondantes ou moins intenses que d'autres, peuvent provoquer des ruissellements et même des érosions plus élevés (C.T.F.T., 1969).

En effet, lorsqu'on observe les résultats des mesures de crues, on note que certains taux de réponse (par averse) sont surtout le fait de la fréquence des pluies que de leur hauteur. Par exemple, dans le mois de juin 92, une pluie de 3,4 mm (26/06) a donné un taux de réponse de 0% 12 jours après une pluie de 7,8 mm (14/06). Le lendemain (27/06), une pluie de 3 mm donne un taux de 1,4%. Le jour suivant (28/06) une autre pluie de 3,4 mm fournit un taux de réponse de 48,5% (cf. tableau VI ci-après). On a relevé de nombreux cas analogues au cours de la saison des pluies.

Tableau VI : Taux de réponse illustrant la fréquence des pluies sur le ruissellement

| Dates    | Pluviométrie (en mm) | Taux de réponse (en %) |
|----------|----------------------|------------------------|
| 14/06/92 | 7,8                  | 47,1                   |
| 26/06/92 | 3,4                  | 0,0                    |
| 27/06/92 | 3,0                  | 1,4                    |
| 28/06/92 | 3,4                  | 48,5                   |

Données recueillies et calculées par Boukary KOROGO

Ainsi, la fréquence des pluies en jouant sur l'état d'humidité du sol détermine d'une manière indirecte la fréquence des crues. D'où leur variabilité.

## 2. INFLUENCE DES ELEMENTS DU MODELE

Rappelons que le réseau hydrographique du versant (les talwegs secondaires) est composé d'un ensemble de sous-systèmes ravinaires. Et chacun de ces derniers dispose de son bassin-versant propre qu'il draine pendant la saison des pluies. Du point de vue fonctionnement hydrologique, le modelé influe sur le régime hydrique des ravines. Cette influence se fait par l'intermédiaire des zones de courbures horizontales (que nous avons appelées zones concaves) et la pente.

### a. Influence des zones concaves

En croisant la carte des ravines avec celle des zones concaves (fig.28), on remarque que la plupart des sous-systèmes ravinaires y sont localisés. L'on déduit alors que plus la surface du sous-bassin (étendue de la zone concave) est grande, plus celle-ci peut collecter les eaux de pluies et de ruissellement au profit des ravines qui le drainent. Les concavités du versant font donc office de collecteurs des eaux d'écoulement au profit des ravines.

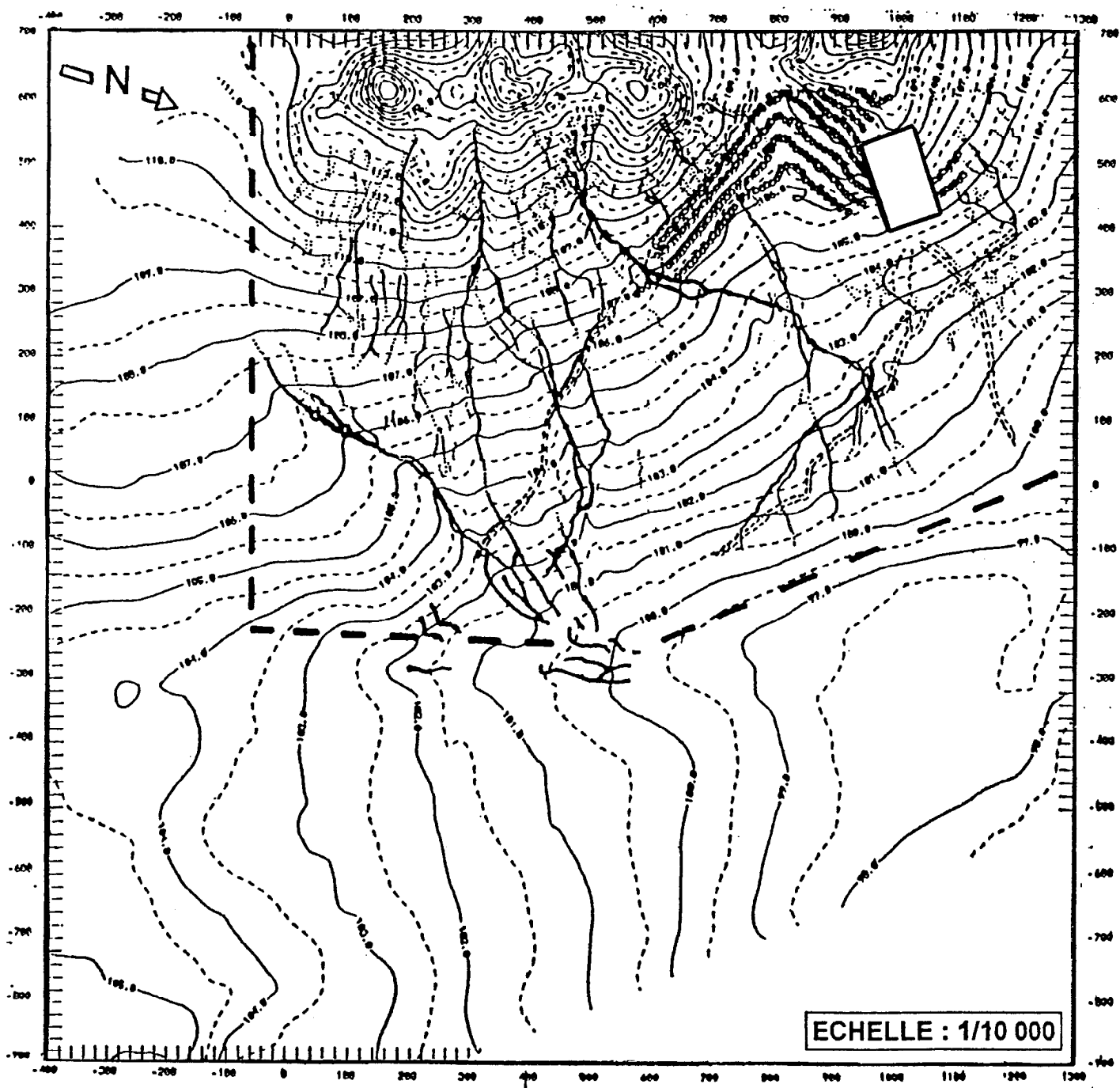
### b. Influence de la pente

L'influence de la pente sur la dynamique de l'eau de surface se fait soit par son intensité, soit par sa longueur ou par les deux à la fois.

- *l'intensité de pente*

Sur le versant Ouest du bassin de Samniwéogo, les figures 16 et 25 permettent d'établir un rapport entre l'intensité de pente, la fréquence et la propagation des crues dans les ravines. En effet les ravines étudiées

Fig. 28 SYSTEME RAVINAIRE ET COURBES DE NIVEAU



Les coordonnées et les altitudes sont en mètres dans un repère conventionnel défini pour le site d'étude

Se référer à la figure 4

--- LIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

Source : HIRTZ E. et KOROGO B., 1993

traversent plusieurs niveaux de pente de l'amont à l'aval du versant. L'influence de cette intensité de pente est liée à sa variation spatiale du haut vers le bas du versant. Ainsi, dans la zone comprise entre 2 et 5% de pente (c'est-à-dire en haut de versant), on a enregistré les plus fortes fréquences d'écoulement dans les ravines. Ceci à l'exception d'un seul témoin dont le fort taux de réponse est dû à un mauvais emplacement (apport d'un ruissellement latéral).

En revanche les fréquences de crues les plus faibles sont enregistrées dans la zone comprise entre 1 et 2% de pente ; c'est-à-dire au milieu et à l'aval de versant. A partir de ces résultats, nous déduisons que l'intensité de pente a eu un impact sur la fréquence des crues dans les ravines et dans une certaine mesure en a déterminé la propagation de l'amont à l'aval de la pente.

- ***la longueur de la pente***

En principe, plus la pente est longue, plus le ruissellement s'accumule, prend de la vitesse et de l'énergie et plus l'érosion s'intensifie.

Notre versant d'étude a une pente longue de 800 m environ avec une dénivelée moyenne de 16 m. Le haut de versant où se trouvent la plupart des têtes d'incisions et où plusieurs crues prennent leurs sources fait environ 300 m de long. C'est une zone de faible infiltration en raison de sa forte productivité au plan du ruissellement (fig.25). Dans cette zone également, les ravines sont bien encaissées ; ceci implique une forte érosion due à la fréquence élevée des crues qui s'y produisent.

En revanche sur la partie restante, plus longue (500 m environ) et comprenant le milieu et le bas du versant, les crues sont moins fréquentes (à l'exception de la ravine la plus encaissée) et les incisions sont moins encaissées, sauf dans la mi-versant. C'est le lieu où la plupart des ravines déposent leurs charges. Leurs lits y sont en général comblés par des matériaux constitués de sables, de limons, de gravillons et de végétaux morts. L'infiltration y est accrue en raison de la faible vitesse d'écoulement des eaux.

L'influence ici de la longueur de pente sur la fréquence et la propagation des crues n'est pas très évidente. Au lieu d'enregistrer des fréquences de crues élevées dans le milieu et le bas du versant, on enregistre de fréquences faibles.

Il faut souligner qu'il est délicat d'estimer l'influence de la pente sur le ruissellement. Et il faut retenir que les caractéristiques de la pente (intensité, longueur, etc...) ne sont pas indépendantes les unes des autres ; tout comme

du reste les autres facteurs du ruissellement et de l'infiltration (nature du sol, recouvrement végétal, états de surface, etc...).

### 3. *INFLUENCE DES ETATS DE SURFACE*

Sur le domaine étudié, les états de surface se répartissent en deux groupes majeurs déjà définis plus haut (paragraphe D du chapitre 1 de la deuxième partie) et que nous reprenons ici. Ce sont :

- les surfaces agricoles ou "surfaces cultivées",
- les surfaces de "milieu naturel" composées de toutes les surfaces non cultivées et incluant les jachères de plus d'un an et les milieux dégradés (CASENAVE A. et VALENTIN C., 1987).

Les hypothèses émises ici pour expliquer la variabilité spatiale des crues dans les ravines, et que nous estimons imputable aux états de surface, seront développées cas par cas. C'est-à-dire en fonction de chacun des facteurs des deux groupes que nous estimons avoir un impact réel sur l'hydrodynamique superficielle au niveau du site d'étude.

#### **a. Sur les surfaces agricoles**

Les paramètres mis en cause dans la variabilité des crues enregistrées dans les ravines traversant ces surfaces sont de deux ordres : on a d'une part, les caractéristiques pédologiques in situ (coefficient maximal de ruissellement, intensité de pluie limite de ruissellement, capacité de stockage superficiel) et d'autre part, les modifications de surface générées par le travail et la mise en culture du sol (labours, sarclages, cultures et aménagements anti-érosifs).

L'analyse de l'impact de ces surfaces dans la genèse des crues de ravines sera étayée par les conclusions de nos observations des écoulements sur le terrain. Sur ces surfaces on distingue : les effets respectifs du sarclage, des labours comprenant le billonnage isohypse et le buttage, des cultures et des aménagements anti-érosifs.

- ***L'effet du sarclage***

Le sarclage est une pratique culturale qui consiste à éliminer des adventices mais également à détruire les croûtes superficielles du sol. C'est une pratique très courante à Bidi où la plupart des paysans utilisent la daba comme outil aratoire. Elle a lieu après les semis, c'est-à-dire au fur et à mesure que les cultures sont "envahies" par les adventices.

On a pu observer sur le terrain qu'aux sarclages fréquents correspondait une bonne infiltration au cours du cycle. Ce qui a un impact sur le ruissellement des eaux de pluies. En effet, on a constaté que lorsque les champs étaient nouvellement sarclés, les témoins d'écoulement installés dans les incisions les traversant, enregistraient une baisse générale de la fréquence des crues pendant un certain temps. Ce phénomène s'explique par le fait que le sarclage a imprimé une nouvelle dynamique hydrique au sol en améliorant les conditions d'infiltration sur celui-ci. Le ruissellement est alors réduit. Cette situation perdure, sauf en cas de grande averse, jusqu'à la formation d'une croûte de battance qui viendra imperméabiliser le sol. C'est alors que le ruissellement s'amplifie.

- ***L'effet des labours***

Le labour de la terre est une opération qui consiste à la retourner à l'aide d'un instrument aratoire (daba, houe, charrue, etc...) en vue de l'ameublir. Une telle opération permet d'enfouir ce que le sol porte en surface avant de l'ensemencer.

On distingue à Samniwéogo, pour ne pas dire sur l'ensemble du terroir de Bidi, deux types de labours du sol : le labour en buttes ou buttage, et le labour en billons isohypses encore appelé billonnage isohypse. Tous ces deux modes de travail du sol ont sur celui-ci des conséquences tant sur le ruissellement que sur l'infiltration des eaux pluviales.

Le buttage consiste à retourner la terre en faisant des buttes (exhaussements de terre). Lorsqu'il est fraîchement réalisé, ce type de labour favorise une bonne infiltration des eaux de pluies en raison des micro-dépressions offertes par les espaces inter-buttes. Le ruissellement est alors amoindri en raison de son ralentissement ou son arrêt par la rugosité de surface due à ces buttes. Cependant, cette situation tend à s'inverser au fil du temps car le labour n'est pas renouvelé après les semis. En effet au fur et à mesure que les gouttes de pluies tombent sur le sol encore nu, les buttes subissent une érosion par effet splash et finissent par s'émousser puis à combler les micro-dépressions. C'est alors que le ruissellement s'accroît au détriment de l'infiltration. Cela a pu être observé sur le terrain et notamment dans les incisions équipées de témoins d'écoulement. On a remarqué en effet qu'à chaque fois que le sol a été fraîchement labouré, la fréquence des crues baissait dans les ravines puis remontait progressivement et cela indépendamment des hauteurs de pluies enregistrées. Ces observations ne varient que lorsque les racines des cultures (mil, maïs, arachide et/ou pois etc...) sont suffisamment développées.

Quant au billonnage isohypse, il consiste à opérer, à la surface du sol, des exhaussements de terre sous forme de billons isohypses. Ce type de labour est fait à la charrue et les billons sont généralement perpendiculaires à la pente du terrain. Tout comme le labour en buttes, le billonnage lorsqu'il est fraîchement pratiqué favorise beaucoup l'infiltration en empêchant l'eau de ruisseler en surface par gravité. Cette pratique culturale est courante à Bidi mais moins que le labour en buttes du fait que peu de paysans disposent d'une charrue à Bidi.

Le billonnage favorise donc une meilleure infiltration de l'eau dans le sol lorsqu'il est encore récent ; la fréquence des crues est alors faible. Cependant au fil du temps, lorsque la surface du sol est battue par les gouttes de pluies, il se produit un phénomène de compactage, d'encroûtement de la surface. Ceci entraîne un "freinage" de l'infiltration et une recrudescence du ruissellement. C'est en ce moment que le billonnage présente quelque danger. Lorsqu'il y a une ou des incisions, voire des ravines qui traversent le champ, les interbillons ont tendance à drainer les eaux de stockage superficiel vers ces dernières. Conséquence : la fréquence et la propagation des crues dans ces ravines est alors élevée avec ce que cela comporte de conséquences érosives. Par ailleurs, une mauvaise disposition des billons (c'est-à-dire parallèlement à la pente) font d'eux des drains qui vont évoluer en ravines au cours de l'hivernage.

- ***L'effet du couvert cultural***

Le couvert herbacé constitue la meilleure parade à la formation des croûtes sur les sols sableux tels que ceux du bassin d'étude. La couverture du sol par la végétation culturale peut être considérée comme l'un des facteurs conditionnels des états de surface. Elle intervient vis-à-vis de la pluie et du ruissellement.

En effet une partie de la pluie qui tombe sur la végétation (interception des gouttes de pluies) est directement reprise par l'évaporation. Elle ne participe alors ni à l'infiltration, ni au ruissellement. Il y a aussi le ruissellement le long des tiges (le "stemflow" des anglo-saxons) : l'eau qui n'est pas stockée ou évaporée au niveau du feuillage s'écoule le long des axes verticaux. Cet apport d'eau concentrée, s'il est intense et survient sur un sol encroûté, peut favoriser un fort ruissellement, voire l'apparition de griffes d'érosion (DE PLOEY J., 1983 ; HERWITZ S. R., 1986).



Soulignons qu'une surface sous un couvert herbacé dense présente rarement un encroûtement important, sauf sur les sols argileux, mais plutôt une forte porosité d'origine faunique.

En outre il y a la dissipation de l'énergie cinétique due à ce couvert cultural. En effet une partie de la pluie interceptée par le feuillage continue sa course jusqu'au sol. L'énergie cinétique des gouttes s'en trouve alors modifiée puisque, d'une part la hauteur de chute dépend du dernier élément intercepteur (branche, feuille, ....) et que, d'autre part, les gouttes interceptées augmentent de diamètre par coalescence.

Vis-à-vis du ruissellement, les tiges, les résidus végétaux et les racines affleurantes constituent autant d'obstacles à ce dernier (DE PLOEY J., 1982). A défaut de le stopper (auquel cas se forment des croûtes de décantation), ces éléments ralentissent les écoulements superficiels.

- ***L'effet des aménagements anti-érosifs***

Les aménagements dont il est question ici concerne les cordons pierreux isohypses, disposés perpendiculairement au sens de la pente, et les obstacles divers (branchages, troncs d'arbres, blocs de cailloux) disposés en travers des lignes d'écoulement concentré ; ces deux types d'aménagement répondent chacun à des objectifs précis, brièvement présentés en TROISIEME PARTIE.

Les objectifs visés par la mise en place des cordons pierreux isohypses, c'est de protéger les terres de l'érosion hydrique tout en favorisant l'infiltration. En effet en installant ces cordons, les paysans ont réduit au maximum la vitesse d'écoulement des eaux pluviales à la surface du sol. Ce qui a pour conséquence d'amoindrir l'énergie cinétique de ces eaux et de ce fait, leur capacité érosive. La stabilité du sol s'en trouve alors renforcée.

L'efficacité de ces ouvrages est créditée par les observations de crues dans les zones cultivées avec cordons pierreux isohypses. En effet lors de la campagne de mesure de ces crues dans les ravines de champs, on a remarqué que les témoins qui y sont installés ont donné des résultats médiocres (résultats négatifs sur la plupart des témoins). D'où le rôle de ces cordons sur la variabilité spatiale des crues mesurées.

Quant aux divers obstacles (branchages, troncs d'arbres, cailloux) installés par les paysans en travers des axes d'écoulement concentré ils répondent aux objectifs suivants :

- stopper ou ralentir la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement,

- favoriser une meilleure infiltration des eaux,
- favoriser le colmatage des ravines et partant leur cicatrisation.

L'effet de ces ouvrages de fortune, placés en travers des ravines, a été observé sur le terrain. On a pu observer au cours de l'hivernage de 1992 que les témoins d'écoulement installés à l'aval des obstacles ont pratiquement donné, depuis leur mise en place, des résultats négatifs jusqu'à la fin de l'hivernage. En amont, en revanche, presque tous les témoins ont donné des résultats positifs après la plupart des averses. C'est peut-être ce qui explique, en partie, le caractère des crues mesurées.

L'écoulement naturel des eaux dans les ravines étant fréquemment perturbé par les "réactions" paysannes face à l'apparition de nouvelles incisions ou à un surcreusement de celles déjà existantes.

#### **b. Sur les surfaces de "milieu naturel"**

Les paramètres conditionnant le ruissellement et/ou l'infiltration sur ces surfaces sont répartis dans trois domaines d'états de surface. Il s'agit des jachères, des flancs cuirassés et des pistes. On retrouve sur chacun de ces trois domaines un certain nombre de types de surfaces élémentaires ou d'états de surface dont l'influence sur l'infiltration et/ou le ruissellement, dans le domaine climatique soudano-sahélien, a été démontré. Sans pouvoir fournir de valeurs quantitatives de leur impact sur l'hydrodynamique superficielle, nous émettons l'hypothèse selon laquelle ces surfaces participent à la genèse des crues sur le versant et en déterminent la fréquence et la propagation le long de la pente.

- ***L'effet des paramètres caractéristiques des jachères***

L'impact de ces paramètres sur l'hydrodynamique superficielle a été démontré par ALBERGEL J. (1987), CASENAVE A. et VALENTIN C. (1989) et GUILLET F. (1991). A Samniwéogo, nous en avons recensé principalement cinq que nous jugeons avoir un impact sur les crues dans les ravines. Il s'agit du couvert végétal, des perforations animales, de la texture du sol, des micro-algues et du micro-relief.

- ***Le couvert végétal***

La densité du couvert végétal est un facteur essentiel de porosité des surfaces dans cette zone. Ce facteur ne présente pourtant pas un comportement homogène face au ruissellement. Un couvert arbustif ou arboré

peut avoir une surface d'interception forte, mais le sol peut être lisse et encroûté, potentiellement ruisselant.

En revanche la colonisation du sol par la flore herbacée, la faune et le piégeage des dépôts sableux éoliens associés provoquent une forte rugosité efficace qui permet l'absorption des eaux de pluies et/ou de ruissellement.

Sur le versant d'étude, le taux de recouvrement végétal est très variable de l'amont à l'aval. Il varie de 1 à 100%. C'est en amont surtout que l'on observe les plus faibles taux de recouvrement et c'est là qu'on enregistre les fréquences élevées de crues. En revanche en évoluant vers l'aval, le taux de recouvrement végétal est plus élevé (environ 100%) et c'est là aussi que la fréquence des écoulements est faible aussi bien dans les ravines que sur les interfluves. L'infiltration y est plus importante que le ruissellement.

#### □ **Les perforations animales**

Leur impact sur l'infiltrabilité du sol a été démontré par ALBERGEL J. et al. (1986). L'accroissement de l'infiltration dépend du degré de connexion des réseaux de macropores avec la surface du sol (LAL R., 1988 cité par GUILLET F., 1991) mais également de leur interconnexion (HUMBEL, 1979 cité par GUILLET F. op. cit.). A Samniwéogo la présence des termites est remarquée en haut de versant où l'on rencontre des termitières géantes dont certaines sont encore en activité. Elles favorisent l'infiltration, dans la cuirasse, de l'eau nécessaire aux végétaux qui y poussent (*Guiera S., Combretum M., herbacées...*).

#### □ **La texture du sol**

Elle représente également un facteur favorable ou défavorable à l'infiltration de l'eau. Le sol du versant étant sableux avec une texture fine ou grossière selon les endroits, il constitue un facteur de ruissellement et/ou d'infiltration. Les éléments grossiers limitent en effet la porosité totale mais constitue en partie l'armature de la macro-porosité et favorisent le drainage en conditions saturées (GUILLET F., 1991).

#### □ **La microflore du sol**

Au cours de notre étude sur le site de Samniwéogo, on a pu observer des surfaces verdâtres qui apparaissent sur le sol après chaque pluie et qui deviennent ensuite brunâtres et noirâtres en séchant. Ces surfaces ont déjà fait l'objet d'une étude au Burkina Faso (DA DAPOLA E. C., 1989). En effet des échantillons prélevés et analysés sur différents sites (dans les domaines sud-soudanien, nord-soudanien et sahélien du pays) ont permis de déterminer

la nature exacte de ces surfaces qui ne sont en fait que de la microflore. Sur les glacis, " il s'agit d'une croûte de sable recouverte en surface d'un réseau dense de filaments noirs. Leur examen au microscope permet de voir qu'ils sont colorés en marron foncé. Cette coloration résulte d'un état léthal des filaments victimes de la sécheresse et probablement d'une exposition au soleil, ce qui explique leur écaillage. Mais une exposition méthodique de cette masse filamenteuse a permis d'observer des filaments verdâtres qui semblent en léthargie. Tous les filaments, les moribonds comme les vivants, sont régulièrement cloisonnés en cellules indépendantes. Cette structure permet de les rapprocher des algues filamenteuses" (DA DAPOLA E. C. op. cit.).

Malgré leur recouvrement relativement faible et dispersé sur le versant d'étude, ces algues constituent une armature de sa surface sableuse. On les observe surtout en amont de versant, autour des têtes de certaines ravines et sur les surfaces dépourvues de revêtement herbacé. Elles contribuent au glaçage et à l'encroûtement de la surface du sol. Cela a pour conséquence directe, l'imperméabilisation de celui-ci et une accélération du ruissellement.

Cependant, "la déperdition en eau (déshydratation) entraîne l'assèchement et la mort de cette microflore. En s'individualisant, les algues se rétractent et provoquent le craquèlement, puis le décollement des écailles qui persistent dans le sol après dessiccation. Leur démantèlement par le ruissellement dégage, par érosion différentielle, une "succession de micro-marches d'escalier" (AVENARD J. M., 1982 cité par DA DAPOLA E. C. op. cit.).

#### □ **Le micro-relief**

Le micro-relief ou encore mésorelief se présente sous deux formes : les modelés culturaux de sillons ou de buttes d'une part, et les modelés sableux meubles, éoliens exogènes ou relictuels des horizons superficiels d'autre part. D'après LAMACHERE J. M. (1989), il intervient dans l'évaluation du ruissellement retardé mais également dans l'évaluation des eaux de stockage superficiel. Les micro-dunes éoliennes sont les plus fréquentes sur le versant et elles contribuent considérablement à l'infiltration des eaux de pluies dans le sol ; ceci non seulement de par leur nature sableuse (structure filtrante du sable) mais aussi en fixant les végétaux qui favorisent l'infiltration.

En outre il faut souligner l'influence que peut avoir les micro-organisations pelliculaires de surface (MOPS) et la porosité vésiculaire (observées sur le terrain) sur l'hydrodynamique superficielle. Des études menées sur parcelles expérimentales ont démontré leur impact sur celle-ci.

- ***L'effet des flancs cuirassés***

Il s'agit principalement de l'influence des encroûtements et de la faible profondeur de la cuirasse.

- ***Les encroûtements***

Les surfaces des flancs cuirassés sont essentiellement constituées de croûtes. On a pu remarquer, en effet, la présence de croûtes gravillonnaires (pour la plupart), de croûtes de décantation et de croûtes de ruissellement. L'effet de ces croûtes est d'imperméabiliser les surfaces de ces flancs, favorisant ainsi une forte aptitude au ruissellement de celles-ci. D'où la haute fréquence des crues enregistrées en haut de versant, essentiellement constitué de flancs cuirassés.

- ***La cuirasse subaffleurante***

La cuirasse des flancs de buttes est peu profonde (5 à 15 cm environ) et même affleurante en certains endroits. Elle constitue un obstacle majeur à l'infiltration des eaux pluviales compte tenu de sa faible perméabilité (présence de termites et de quelques ligneux) due à son faible réseau de fissures. D'où l'importance du ruissellement qui y est constaté pendant la chute des averses.

C'est l'effet conjugué de ces deux derniers facteurs qui a fait de ces flancs cuirassés un milieu très ruisselant, voire un impluvium pour le reste du versant.

- ***L'effet des pistes***

On a constaté au cours de l'hivernage que les pistes formaient des lignes d'écoulement préférentiel empruntées par les eaux de ruissellement. Parce que leur surface est encroûtée et dénudée, ces pistes se prêtent facilement au ruissellement ; au cours de certaines averses, même de hauteur moyenne, certaines de ces pistes sont si submergées qu'on a tendance à les confondre à des ravines. Après la pluie et la fin du ruissellement, les "fonds" de ces voies sont très souvent décapés, exhumant parfois l'horizon B du sol. La communication hydraulique constatée entre elles et les ravines fait penser que certaines de celles-ci aient eu, au départ, des pistes comme berceaux. Ces remarques sont créditées par GUILLET F. (1991) qui a mis en évidence le fonctionnement hydraulique de ces pistes.

D'après cet auteur, l'importance des voies sur le plan hydraulique peut être considérée en terme de manque à gagner pour l'infiltration, mais surtout comme aire de réception et de capture des eaux de ruissellement. Les ornières jouent un rôle de stockage éventuel, mais plus encore un rôle de

drain puissant, car rectiligne et dépourvu de végétation. Elles assurent la conduite des eaux avec un maximum de perte de charge et donc, une énergie accrue. Les ornières en bordure de chanfrein subissent une érosion régressive augmentant leur calibre et tendant à provoquer une concentration accrue des eaux de ruissellement. Dans tous les cas ou presque (particulièrement dans le cas de passage d'automobiles) les ornières occasionnent une capture totale ou partielle des eaux de ruissellement au détriment de la bordure du bas-fond et des talwegs. Erodés, les horizons supérieurs aux dépendants desquels se développent les ornières disparaissent, laissant place à un horizon durci et compacté.

TROISIEME PARTIE :  
Prévention et traitement de  
la dégradation du milieu

# CHAPITRE 5 : LES CONSEQUENCES DU RUISSELLEMENT SUR LE MILIEU

---

## I . LES FORMES D'EROSION

L'organisation de la lutte anti-érosive dans une région nécessite la connaissance de toutes les formes d'érosion qui y existent. Cette nécessité est commandée par le fait qu'à chacune d'elles correspondent des processus et des causes précises dont il faut tenir compte pour l'efficacité de la lutte (ROOSE E., 1984 in TRAORE A., 1991). On distingue trois formes d'érosion hydrique sur le terroir de Bidi : l'érosion aréolaire, l'érosion en rigole et l'érosion en ravine.

### A. *L'EROSION AREOLAIRE*

Cette forme d'érosion est provoquée par la chute des gouttes de pluie qui détachent des particules de terre au sol. C'est l'effet "splash". Pendant la phase d'imbibition, les particules détachées restent en suspension dans les flaques d'eau. Le ruissellement diffus apparaît lorsque celles-ci débordent des micro-dépressions du sol et coalisent. Les eaux d'écoulement transportent alors les particules fines en suspension qu'elles répandent vers l'aval. En amont il ne reste plus que les éléments grossiers (gravillons).

Cette forme d'érosion est insidieuse et concerne tous les versants du terroir de Bidi. Sur les hauts des versants, l'érosion aréolaire est à l'origine de nombreuses croûtes d'érosion et de micro-marches d'escalier.

### B. *L'EROSION EN RIGOLE*

Elle se déclenche une fois que l'eau de ruissellement diffus s'organise et se concentre sur des passages préférentiels. En ce moment la surface de contact entre l'eau et le sol est réduite ce qui entraîne une diminution des forces de frottement. L'eau ainsi concentrée acquiert plus d'énergie lui permettant d'arracher des particules de terre. Elle creuse alors des rigoles de 5 à 10 cm de profondeur. Dans la classification des formes d'érosion linéaire du versant, nous avons dénommé ces rigoles des "griffes mineures".



L'érosion en rigole concerne l'ensemble du terroir de Bidi. Elle se développe surtout sur les hauts de versant où les placages éoliens et les bourrelets de gravillons concentrent les eaux de ruissellement sur des passages préférentiels.

### *C. L'ÉROSION EN RAVINE*

Elle est provoquée par l'augmentation du ruissellement concentré suite à une descente progressive du niveau de base sur les pentes de terrain. Cette forme d'érosion est le signe de l'abondance du ruissellement et de la baisse de l'infiltration sur un terrain. L'augmentation du ruissellement concentré permet à l'eau de surcreuser les rigoles qui deviennent des ravines.

Le versant Ouest du bassin de Samniwéogo est fortement marqué par cette forme d'érosion. Les ravines creusées exportent des matières organiques et minérales vers le bas-fond. Les horizons superficiels sont incisés en profondeur, exhumant l'horizon C à certains endroits.

Ces formes d'érosion constituent non seulement une contrainte pour les activités agricoles menées sur le versant, mais aussi un danger pour les terres de cultures de l'ensemble du bassin.

Sur le terroir de Bidi, certaines ravines atteignent sur certaines sections plus de 1,50 m de profondeur. A Samniwéogo, elles sont de taille moyenne (5 à 90 cm de profondeur) mais assez larges, plus de 3 m à certains endroits. Les ravines progressent par érosion remontante en reculant leurs têtes. C'est un recul qui se fait en pattes d'oie ou doigts de gant, selon l'expression de ROCHETTE (1989).

Cette forme d'érosion a non seulement des conséquences sur les sols qu'elle dégrade mais aussi sur la végétation.

On relève également sur le versant, des traces de décapages pelliculaires. Ces traces sont reconnaissables par les surfaces décapées et encroûtées (zipellé) des haut et bas (chanfrein) de versant.

Outre les formes d'érosion hydrique, le terroir de Bidi est marqué par l'érosion éolienne. Les marques de déflation observées sur les versants sont l'oeuvre de vents violents qui soufflent pendant la saison sèche et au début de l'hivernage (tab. II). Dans le passé l'activité éolienne était très importante dans la région ; en témoignent les ergs anciens que l'on retrouve sur le terroir. Actuellement l'efficacité érosive des vents a fortement baissé car on n'assiste plus à la formation de grandes dunes.

Cependant, le vent constitue encore de nos jours l'une des principales causes de l'érosion des sols à Bidi. Les grains de sables transportés, essentiellement par saltation, sont piégés par la végétation et les termitières. Ce qui donne lieu à la formation de micro-buttes et de pavages sableux éoliens.

## II. LA DEGRADATION DU COUVERT VEGETAL

Les facteurs de la dégradation du couvert végétal sur le terroir de Bidi sont multiples. Entre autres facteurs, nous pouvons citer la forte emprise de l'homme sur l'espace, la péjoration climatique qui sévit depuis quelques années dans la région

En effet, dans la province du Yatenga, "l'accroissement de l'espace cultivé est plus fort que celui de la population : quand celle-ci double, la surface cultivée triple" et "la progression des champs permanents est quatre fois plus rapide que celle des champs temporaires" (MARCHAL, 1981). Cela a pour conséquences directes le déboisement et la dénudation du sol alors directement exposé aux agents d'érosion (gouttes de pluies et vents).

## III. LA DEGRADATION DU SOL

Elle résulte également de la crise régionale et des conditions anthropiques d'exploitation du milieu. La dégradation du couvert végétal a favorisé une exposition directe du sol aux gouttes de pluie et augmenté son aptitude au ruissellement.

Par ailleurs, la surexploitation des sols et l'utilisation de techniques pas toujours adaptées ont favorisé leur dégradation. D'où un ruissellement élevé accompagné d'érosion parfois importante (ravinement par exemple).

# CHAPITRE 6 : LES FORMES D'ÉROSION LINEAIRE DU VERSANT OUEST

---

## I. TECHNIQUES CARTOGRAPHIQUES UTILISEES

L'étude de la propagation des crues le long des formes d'érosion linéaire a nécessité l'établissement d'une carte de celles-ci. Pour réaliser cette dernière, on a eu le choix entre deux possibilités : interpréter les photographies aériennes existantes sur le bassin ou plutôt procéder directement sur le versant à l'inventaire des formes d'érosion linéaire en les reportant sur un plan de la zone d'étude. Notre choix a porté sur la deuxième solution. La justification de ce choix est qu'en 1992, les dernières prises de vue aériennes (P.V.A) du bassin de Samniwéogo qui étaient disponibles étaient vieilles de huit ans (Mission I.G.B de 1984). Elles ne reflétaient plus l'image réelle des formes d'érosion linéaire telles qu'elles existent actuellement sur le terrain. On ne pouvait donc pas les utiliser pour établir la carte des incisions telles qu'elles se présentaient sur le terrain en 1992.

Les étapes de la réalisation de cette carte sont : inventaire exhaustif des incisions, description et typologie de celles-ci. La réalisation de la carte intervient après la typologie.

### *A. INVENTAIRE DES FORMES D'ÉROSION LINEAIRE*

Au cours de cette étape, toutes les formes d'érosion linéaire sont identifiées et localisées sur le terrain. Pour cette opération, on a utilisé principalement deux instruments : une boussole graduée en degré et une chaîne d'arpenteur. La boussole utilisée est munie d'une loupe de visée permettant d'obtenir la verticalité de certains repères (jalons) sur le terrain.

Les missions effectuées sur le terrain ont permis d'une part, de connaître l'étendue de la zone concernée par le ravinement et de la délimiter et d'autre part d'inventorier les formes d'érosion linéaire. La zone délimitée forme un

rectangle long de 1200 m et large de 750 m. Pour être précis dans le repérage des incisions, le rectangle est subdivisé en 40 aires carrées de 150 m de côté (fig.29) dont les angles sont matérialisés au sol par des bornes.

Les incisions identifiées à l'intérieur de chaque carré sont reportées sur un plan au 1/5000 de la zone délimitée. Les bornes au sol servant de points de repère. A la fin de l'opération, le document obtenu est un tracé grossier des formes d'érosion linéaire.

## *B. MESURE DES INCISIONS*

Les formes d'érosion linéaire identifiées sur le versant ont été mesurées. Ces mesures ont porté notamment sur la longueur et les largeurs interne et externe de toutes les incisions.

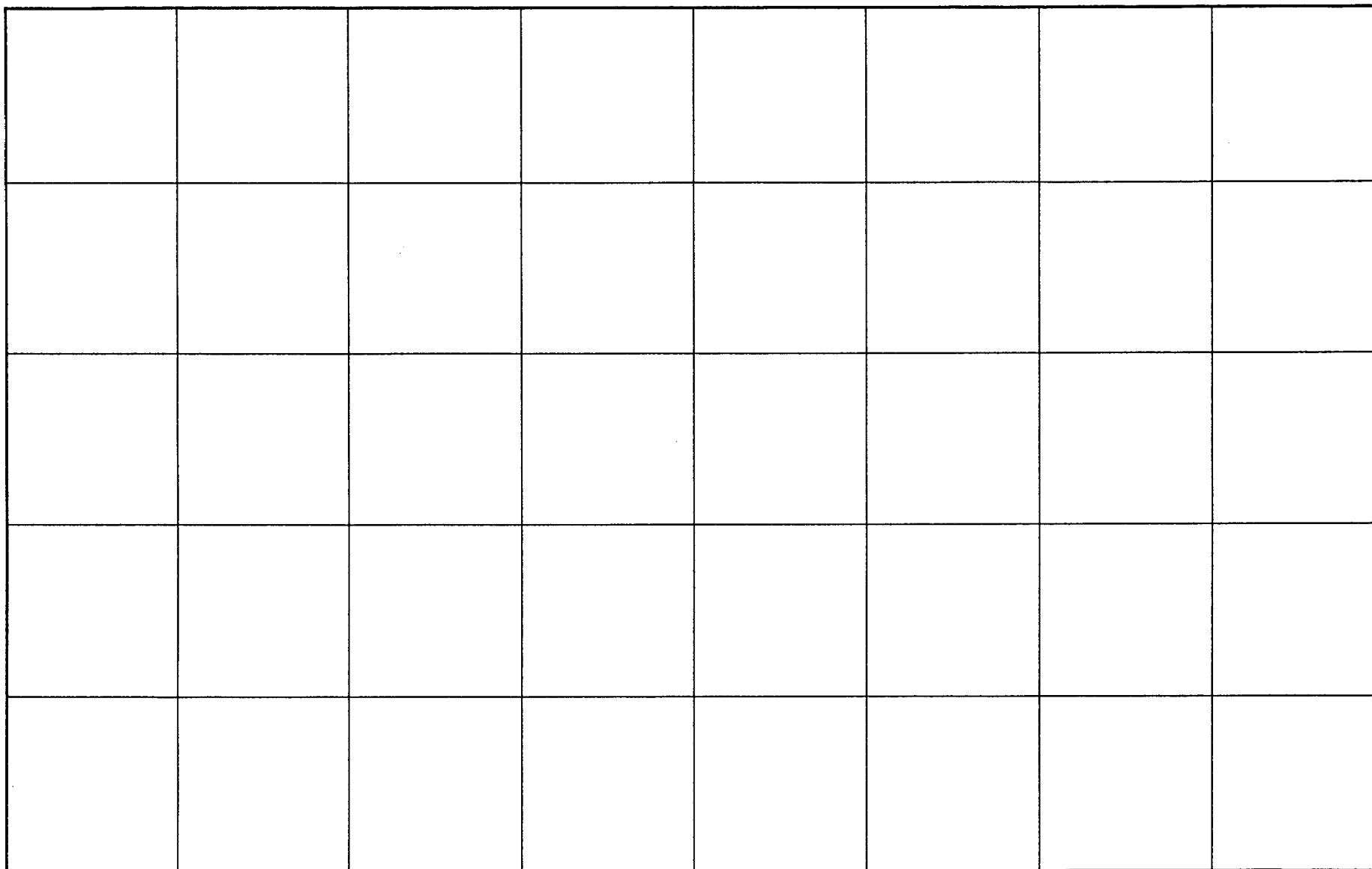
Chaque incision inventoriée a été subdivisée, d'amont en aval, en plusieurs intervalles réguliers de 5 à 40 mètres. La longueur d'un intervalle étant fonction de la longueur totale de l'incision mesurée. Les mesures de profondeur et de largeurs ( il arrive parfois que la section de ravine présente une largeur de fond différente de celle des berges) de l'incision sont effectuées au bout de chaque intervalle.

Les mesures effectuées montrent que, de l'amont à l'aval du versant, les sections des incisions varient de façon irrégulière. Les principales incisions ont une profondeur moyenne qui se situe entre 10 et 60 cm voire 1 m sur certaines sections. Leur largeur moyenne varie entre 10 cm et 7 m, voire plus.

Pour ce qui est des incisions secondaires, généralement affluents des principales, leur profondeur moyenne varie assez régulièrement de l'amont vers l'aval. Elle varie du mm à quelques dizaines de cm au plus. Ces incisions ont une surface de drainage plus large que l'incision elle-même dont la largeur se situe autour de 5 cm en moyenne.

## *C. TYPOLOGIE DES INCISIONS ET DESSIN DE LA CARTE*

Les données nécessaires à la cartographie des formes d'érosion linéaire sont celles qui seront issues de la typologie de celles-ci. Le document graphique qui en sortira devra refléter l'image réelle du phénomène érosif tel qu'il se présente sur le terrain.



ECHELLE : 1/ 5 000

Boukary KOROGO

**Figure 29. Subdivision de la portion ravinée du versant en 40 aires carrées de 150 m de côté.**

Pour la classification des incisions, on a eu le choix entre deux types de données géométriques. On pouvait se servir soit, de la largeur moyenne des incisions uniquement, ou plutôt de la section moyenne de celles-ci. Notre choix a porté sur la section moyenne car elle prend en compte la largeur et la profondeur de l'incision.

Les sections moyennes des incisions mesurées ont été calculées puis regroupées en quatre (4) classes dont chacune représente une catégorie d'incision :

- classe 1 : sections  $\leq 500 \text{ cm}^2$
- classe 2 : sections comprises entre 500 et 1500  $\text{cm}^2$
- classe 3 : sections comprises entre 1500 et 2500  $\text{cm}^2$
- classe 4 : sections  $\geq 2500 \text{ cm}^2$ .

La figure 30 représente la carte des formes d'érosion linéaire établie à partir de cette typologie. Cette carte au 1/5000 met en évidence les différentes tailles d'érosion linéaire sur le versant. Le tracé exact de ces formes d'érosion linéaire a été obtenu par croisement de cette carte avec celle des courbes hypsométriques du versant.

## II. DESCRIPTION DES FORMES D'EROSION LINEAIRE

Dans ce paragraphe, il sera question de définition de termes, de description des formes d'érosion linéaire cartographiées et enfin des caractères morphologiques généraux de celles-ci.

Les termes à définir sont ceux que nous avons utilisés pour désigner les quatre groupes d'incision dégagés par la typologie des formes d'érosion linéaire. Ce sont des termes empruntés à PLANCHON (1991). Ce dernier a travaillé sur l'érosion hydrique en milieu naturel de savane humide (Côte-d'Ivoire) et y a distingué quatre types de formes d'érosion linéaire. De la simple forme de ruissellement concentré sans incision à l'incision profonde en passant par le stade primaire de celle-ci, il les a successivement dénommés : protogriffes, griffes, ravineaux et ravins. L'auteur utilise les critères de profondeur et de pente de fond de l'incision pour définir ces termes.

Compte tenu des critères que nous avons retenus (profondeur et section moyenne de l'incision), nos définitions seront légèrement différentes.

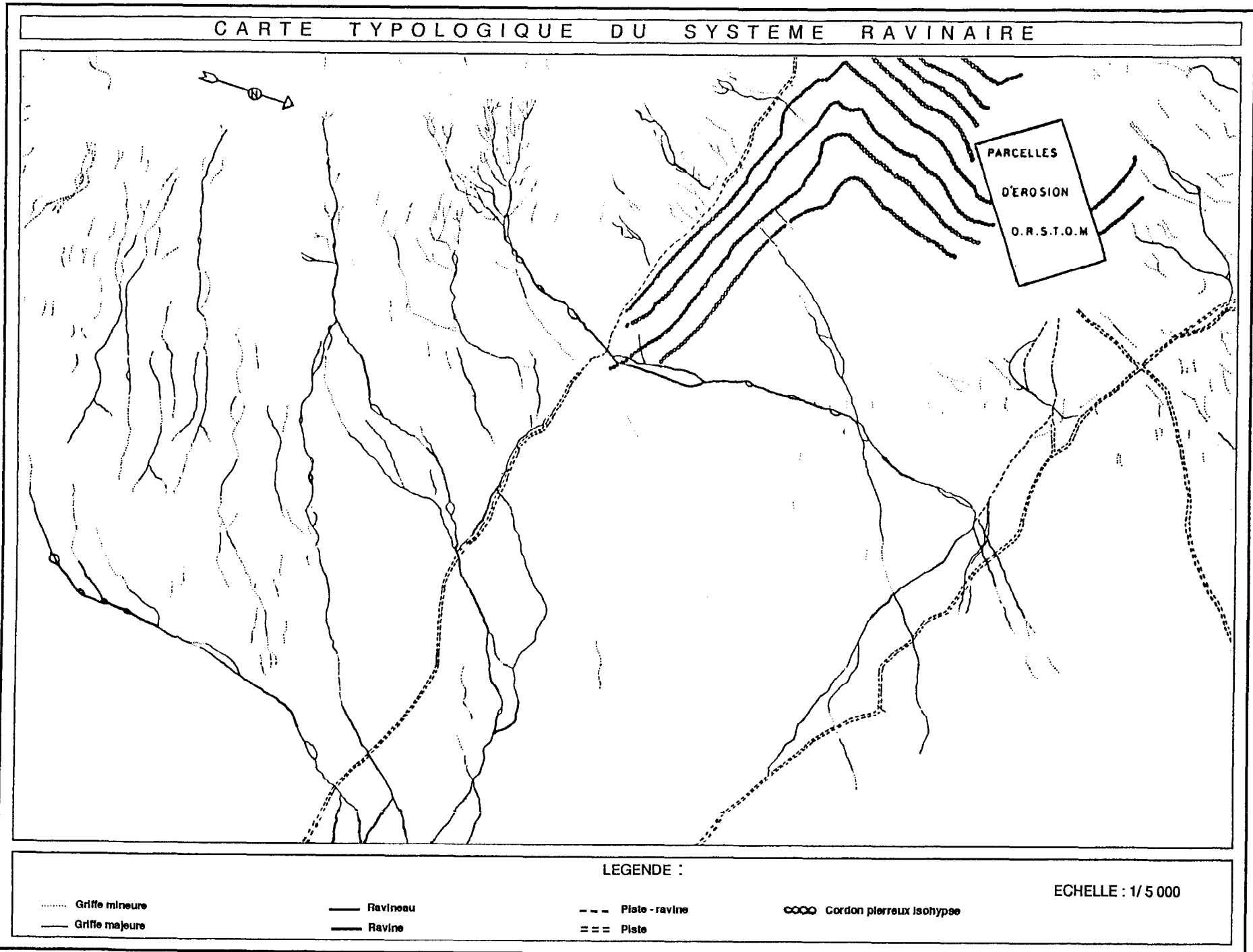


Figure 30 Se référer à la figure 4 pour les coordonnées

## *A. DEFINITIONS ET DESCRIPTIONS DES TYPES D'INCISION*

### *1. LES GRIFFES*

Dans notre classification des formes d'érosion linéaire, nous avons distingué deux types de griffes qui sont : les griffes mineures et les griffes majeures.

#### **a. Les griffes mineures**

Ce sont des incisions dont la profondeur n'excède pas 5 cm. La profondeur moyenne de ce type d'incision est de 500 cm<sup>2</sup> au plus.

Description :

Les griffes mineures présentent une configuration qui varie selon qu'elles se situent sur une surface dénudée et encroûtée, ou qu'elles traversent un champ.

Sur le premier type de milieu, la griffe mineure se présente sous la forme d'un petit chenal dont la largeur se situe entre 5 et 15 cm. Le fond de l'incision est en forme de V. On y trouve quelques dépôts de sables grossiers par endroits. Les berges sont plus ou moins anguleuses plus ou moins émoussées.

Sur les milieux cultivés sableux, les griffes mineures ont une incision assez large (10 à 25 cm) et peu profonde. Le fond est plat ou en forme de U très ouvert. Ici le chenal n'est pas marqué par des berges bien identifiées. Il s'agit plutôt d'une transition régulière entre une zone de niveau assez bas, centre du chenal, et une nappe de sables de par et d'autre.

#### **b. Les griffes majeures**

Ce sont des incisions dont la profondeur se situent entre 5 et 15 cm. Leur section moyenne varie entre 500 et 1500 cm<sup>2</sup>. En haut de versant, ces griffes exhument et entaillent la cuirasse peu profonde.

#### **c. Description**

Hormis la différence de section, ces griffes ont un profil en travers semblable à celui des griffes mineures. On les trouve également sur les milieux cultivés et ceux non cultivés (jachères).



Sur les milieux cultivés, ces incisions ont un fond en v ouvert avec un dépôt assez important de sables (5 cm d'épaisseur). Les berges sont émoussées et colonisées par quelques graminées.

Dans les zones en jachère, l'incision est moins importante et se situe au niveau des horizons pédologiques de surface. Les berges sont légèrement abruptes. Le fond presque nu est recouvert de sables assez grossiers par endroits. On y trouve quelques herbes.

## 2. *LES RAVINEAUX*

Ce sont des incisions dont la profondeur peut atteindre 25 voire 45 cm. Leur section moyenne se situe entre 1500 et 2500 cm<sup>2</sup>. On peut percevoir dans le fond, des chevelus racinaires mis à nu.

### a. Description

Ces incisions ont des berges abruptes et bien marquées dans les jachères. Dans les champs en revanche, les berges sont émoussées du fait de labours par des charrues. Suivant le type de milieu traversé par l'incision, son profil en travers diffère. Le fond est en forme de V dans les jachères et en forme de U assez ouvert dans les champs. Il est tapissé d'un dépôt de sables fins à la surface et grossiers à la base.

## C. *LES RAVINES*

Les ravines sont des formes d'érosion linéaire dont la profondeur de l'incision atteint 80 cm. La section moyenne de ce type d'incision est de 2500 cm<sup>2</sup> au moins.

### a. Description

Les ravines ont une incision qui traverse les horizons minéraux du sol. Leurs berges sont abruptes, sapées par endroits et parfois effondrées. Il y pousse des graminées denses et des ligneux tels *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Combrethum micranthum*...

Le fond de l'incision est en forme de V très pointu (en amont de mi-versant), et en forme de U très large dans la mi-versant, et vers l'aval de la pente. Ce fond est envahi de dépôts de sables très épais (plus de 50 cm) dans la mi-versant et le bas de la pente. Plus on progresse vers le bas du versant, plus les ravines diminuent de profondeur. Celles-ci s'allongent par érosion remontante de leurs têtes.

En plus de ces quatre types d'érosion linéaire, il y a les pistes-ravines. Nous les dénommons ainsi parce que ce sont des voies de communication villageoises qui, en hivernage, drainent des eaux de ruissellement.

Les pistes-ravines sont des surfaces rectilignes sans incision apparente. Ces surfaces, à force d'être constamment piétinées, se sont compactées, dénudées et se prêtent facilement au ruissellement. Leur largeur varie entre 50 cm et 7 m.

## *B. CARACTERES MORPHOLOGIQUES GENERAUX DES INCISIONS*

Du fait de sa concision, nous allons désormais utiliser le terme "ravine" pour désigner une forme d'érosion linéaire quelconque.

Ceci dit, sur la carte des ravines (fig.30), on peut observer les grands traits de l'organisation du réseau hydrographique du versant. On remarque également sur cette figure que, d'une manière générale, les ravines sont constituées de chenaux interconnectés. Sur ces chenaux on note la présence de nombreux noeuds.

Au plan hydrologique, il existe une continuité fonctionnelle entre les différentes ravines, exception faite de quelques griffes isolées.

Il n'y a pas de règle qui régit la succession entre griffes, ravineau et ravineau. Tous les cas de figure envisageables peuvent être observés : chenal commençant par une griffe mineure suivie d'une griffe majeure, d'un ravineau ou d'une ravine ; chenal commençant par un ravineau suivi d'une griffe etc.... Toutefois on n'observe pas de chenal qui commence directement par une ravine.

## **III. LES RAVINES DANS LE MILIEU**

Ce paragraphe propose l'étude des relations entre le système ravinaire et les composantes du milieu. Il s'agit des relations avec le modelé et celles avec le paysage.

### *A. RELATIONS AVEC LE MODELE*

Les figure 16 représente les classes de pentes sur le versant. Sur toute sa surface (pentes évoluant de 0,4 à 5°), on remarque la présence des formes d'érosion linéaire. Ce qui signifie que l'apparition d'une incision est strictement

indépendante d'un seuil de pente. Aucune classe de pentes ne fait exception à cette règle.

Sous climat humide en revanche, on remarque que sur les versants, l'apparition d'une incision est conditionnée par un seuil de pente (PLANCHON, 1991).

La figure 14 représente la carte hypsométrique du versant. On peut y observer les courbures horizontales que nous avons abusivement appelées zones concaves dans le chapitre 3. Sur cette carte on peut distinguer deux types de ravines : on a d'une part, les ravines qui sont associées à des ondulations de versant et d'autre part, celles qui en sont indépendantes.

Les formes d'érosion linéaire liées aux ondulations de surface concernent la plupart des incisions. Les chenaux de ces ravines sont installés à l'intérieur des zones concaves disposées en lignes discontinues. On remarque que la tête des incisions se trouve toujours dans la partie amont des zones concaves. L'on peut alors se demander si le développement de l'incision n'est pas lié à celui de l'ondulation. Auquel cas nous supposons que les origines des ondulations sont internes et non externes.

Les incisions indépendantes du modelé sont pour la plupart constituées de griffes dont les têtes se situent en haut de versant. Dans cette catégorie d'incisions, on trouve des biefs de ravines associées aux ondulations du versant. Cette catégorie de formes d'érosion linéaire a certainement des origines indépendantes des facteurs ayant présidé à la mise en place du modelé actuel du versant.

## *B. RELATIONS AVEC LE PAYSAGE*

L'objet de ce paragraphe est de monter les relations qui peuvent exister entre les ravines et les différentes unités paysagères du versant ouest du bassin de Samniwéogo.

Nous distinguons sur ce versant, trois grandes unités de paysage : les buttes cuirassées et leurs talus, les champs et les jachères.

Sur la surface des buttes et des talus, on n'observe pas la présence de ravines. Ceci est à mettre en relation avec la nature du matériau en place sur cette unité (cuirasse affleurante). L'on remarque aussi que la plupart des principales incisions du versant ont leurs têtes situées aux pieds de ces buttes.

L'unité paysagère des champs est fortement marquée par l'érosion linéaire. On y observe toutes les formes d'érosion linéaire : griffes mineures et majeures, ravineaux et ravines. C'est sur cette unité que l'on rencontre également la plupart des ravines qui ne sont pas associées au modelé. Ce sont essentiellement des griffes mineures et majeures dont nous imputons l'existence ici au travail du sol.

L'unité des jachères est traversée par l'incision la plus profonde de toutes celles qu'on trouve sur le versant. Les griffes mineures y sont isolées et assez courtes dans la mi-versant. Ceci est à mettre en relation avec une meilleure résistance des sols vis-à-vis de l'érosion. En effet, la présence d'un tapis végétal assez dense (herbacé et ligneux) et de son système racinaire constitue une bonne parade contre le ravinement.

D'une manière générale, le constat que l'on fait des relations ravines-paysage est qu'en dehors des buttes cuirassées et de leurs talus, toute la surface du versant est soumise au ravinement. Celui-ci affecte les champs et les milieux en jachère dans des proportions différentes. A ce propos, on peut émettre l'hypothèse explicative suivante :

- dans les milieux cultivés, le travail du sol a accentué sa sensibilité à l'érosion. Cela y a favorisé l'installation des griffes mineures et majeures. Quant aux ravineaux et aux ravines qui les traversent, ils ne datent pas des dernières mises en culture. D'où la grande taille de leurs incisions.
- dans les jachères, la densité actuelle des incisions peut s'expliquer par deux faits : le premier est que cette partie du versant était faiblement ravinée avant sa mise en jachère. D'où le faible nombre de chenaux actuellement observés.

La seconde raison de la faible densité de ces milieux en incisions est qu'avant leur mise en jachère, ils étaient aussi densément ravinés que les milieux cultivés. Mais avec la suspension du travail du sol, l'érodabilité de ces surfaces est fortement réduite. Ce qui a favorisé la cicatrisation de nombreuses incisions, particulièrement les griffes, et le "maintien" de celles qui étaient déjà profondes.

#### Conclusion partielle

L'érosion du bassin de Samniwéogo est l'oeuvre de facteurs naturels et anthropiques. Ce sont essentiellement la pluie, le ruissellement, la sécheresse, les vents, etc... pour les facteurs naturels, la pression foncière, la mise en culture consécutive aux défrichements, le surpâturage pour les facteurs anthropiques.

Les conséquences de l'érosion du milieu sont principalement le recul du couvert végétal et la dégradation des sols dont la forme spectaculaire est le ravinement des versants. En effet, ce dernier induit la perte de matières minérales et organiques, éléments de fertilité indispensables pour les plantes.

L'étude détaillée des formes d'érosion linéaire a permis de dégager leurs caractères généraux puis d'émettre des hypothèses relatives aux processus de leur mise en place et de leur évolution.

# CHAPITRE 7 : LA LUTTE ANTI-EROSIVE A BIDI ET DANS SA REGION

---

A Bidi et dans sa région, les terroirs sont durement affectés par les processus de dégradation. L'équilibre du système écologique est rompu du fait de l'intensification de l'érosion et de la désertification. Les fortes pressions anthropique et animale conjuguées aux effets de la péjoration climatique en sont les causes principales.

Dès 1962, un ensemble de programmes d'étude, de restauration et de préservation du milieu ont été mis en route dans la province du Yatenga. Ils ont permis d'y introduire de nouvelles techniques de protection et de conservation des ressources naturelles, plus particulièrement les sols, la végétation et l'eau. Mais avant l'introduction des techniques modernes dans la province, il y avait celles dites traditionnelles que les paysans avaient eux-mêmes développées pour parer à la détérioration de leur milieu.

## I. LE SYSTEME TRADITIONNEL DE LUTTE ANTI-EROSIVE

Les méthodes traditionnelles de lutte contre l'érosion des sols, dans les terroirs de Bidi et de sa région, sont nées de la prise de conscience des paysans de la dégradation progressive et croissante de leur environnement. Ils y ont réagi en développant leurs propres stratégies de conservation et de protection du milieu.

### A. *LA PERCEPTION PAYSANNE DE LA LUTTE ANTI-EROSIVE*

Les paysans perçoivent la lutte anti-érosive comme une nécessité. Une enquête que nous avons menée dans le cadre de cette étude, en 1992 à Bidi, a révélé que les villageois sont conscients de la dégradation de leur environnement et qu'ils entreprennent des actions pour la neutraliser. Ils pensent que la baisse de la pluviosité dans la région, le surpâturage, le ruissellement des eaux de pluie dans les champs constituent les principaux

agents de la dégradation de leur terroir. Pour protéger alors leurs champs contre l'érosion hydrique et éolienne, ils utilisent des moyens de bord (terre, cailloux, troncs d'arbre, branchages, etc...) ; ceux-ci sont placés autour des parcelles de culture et sur les passages des eaux de ruissellement concentré. Ces ouvrages de fortune permettent, à leur avis, de réduire la vitesse du vent et aussi celle de l'eau qui dévale des hauts de versant et qui emportent les terres hors de leurs champs.

## *B. LES TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE LUTTE ANTI-EROSIVE*

Les paysans de Bidi utilisent traditionnellement trois types de techniques anti-érosives (TRAORE, 1991) : les procédés mécaniques, les procédés biologiques et les méthodes culturales.

### *1. LES PROCÉDES MECANIQUES*

Ce sont des techniques très simples que les paysans utilisent pour ralentir le ruissellement des eaux de pluie dans leurs champs. Des obstacles faits de matériaux divers sont placés en travers des passages de ruissellement concentré. L'effet recherché est de favoriser au maximum la sédimentation des particules transportées en suspension par les eaux d'écoulement. Les matériaux utilisés sont :

- des cailloux (blocs de cuirasse) grossièrement disposés en lignes et en travers des passages préférentiels d'écoulement des eaux. Ces lignes de cailloux favorisent une meilleure infiltration des eaux en ralentissant leur écoulement. Elles permettent également de minimiser les pertes en terre par l'érosion.
- des branchages et des troncs d'arbres morts, également utilisés à défaut des cailloux. Ces matériaux servent aussi à la confection de clôtures autour des cultures de concession afin de les protéger d'une part, contre les animaux errants et d'autre part, contre l'écoulement des eaux et l'action du vent.
- des fascines de tiges de mil ou de sorgho, utilisées à la place du bois et des cailloux lorsque ceux-ci sont peu disponibles. Ces fagots sont également placés en travers des passages d'écoulement concentré. Ils y sont maintenus à l'aide de piquets enfoncés dans le sol. Ces obstacles filtrants sont faciles à réaliser mais, contrairement aux bois et aux blocs de cailloux, sont moins durables.

## 2. LES PROCÉDES BIOLOGIQUES

Les méthodes biologiques de lutte anti-érosive utilisent certaines espèces végétales telles que les euphorbes (*Euphorbia balsamifera*) et les andropogonées (*Andropogon gayanus*) pour clôturer les champs. Ces clôtures végétales favorisent l'atterrissement des particules solides emportées par les eaux de ruissellement et par le vent. Les euphorbes favorisent également la conquête des parties qu'ils recouvrent en protégeant davantage les champs contre l'érosion.

## 3. LES MÉTHODES CULTURALES

Ces techniques sont plutôt des éléments d'une tradition culturelle que des aménagements à proprement parler (MIETTON, 1988 in TRAORE, 1991). On distingue quatre types de techniques culturelles dans la région de Bidi : le zaï, le paillage, le fumage et le sarclage.

- Le zaï ou poches d'eau est une vieille pratique culturelle dans le Yatenga. C'est une technique de préparation du sol qui consiste à confectionner à l'emplacement des futures poquets, des trous de 10 à 30 cm de diamètre et 5 à 10 cm de profondeur. Elle réduit le ruissellement et permet de piéger les particules fines en début d'hivernage. Le zaï est une technique bien indiquée pour les sols encroûtés et peu perméables.
- Le paillage est une ancienne pratique. C'est une pratique culturelle qui a de nombreux avantages dans la conservation du sol et de l'eau. Elle consiste à utiliser des graminées, des résidus de culture (tiges de mil ou d'oseille) ou des branchages pour recouvrir le sol. Cette pratique est très efficace contre l'effet splash, le ruissellement des eaux de pluie et l'érosion éolienne. Elle favorise l'enrichissement du sol en matières organiques et minérales en améliorant la "vie microbienne". Cependant, elle présente l'inconvénient d'augmenter l'enherbement et le taux de mil hybride (SERPANTIE G., 1988 in TRAORE A., 1991). Très bénéfique pour le sol, le paillage est cependant entrain de disparaître du fait de l'utilisation des résidus de culture à des fins domestiques (cuisson des repas) et pastorales (affouragement des animaux).
- L'utilisation du fumier à des fins anti-érosives est une vieille pratique culturelle à Bidi. Dans les champs, le fumier est disposé par petits tas qui protègent localement le sol contre l'érosion pluviale et la déflation respectivement en début d'hivernage et en saison sèche. Le fumage des champs est actuellement très réduit du fait de la rupture des contrats d'interdépendance entre agriculteurs et éleveurs. Ces contrats permettaient à ces derniers de



fournir du fumier aux paysans qui en retour leur accordaient la possibilité de faire paître leurs animaux dans les champs.

- Le sarclage est une pratique culturelle variant d'une ethnie à l'autre et en fonction de la force du groupe de travail. Dans la province du Yatenga, on distingue deux types de sarclage : les cultures à plat rapidement faites et les buttages intercalaires plus conservatrices des sols (TRAORE, 1991). A Bidi, le sarclage est fait en confectionnant de petites buttes placées, de telle sorte que les pieds de mil se trouvent dans de petites dépressions où s'accumulent les eaux qui ruissellent sur les mottes. L'avantage de ce type de sarclage est d'accroître l'infiltration de l'eau dans le sol et d'améliorer l'alimentation hydrique des cultures. Son action est pourtant temporaire. En effet, lorsque la somme des pluies sur un sol sarclé atteint 100 mm, la transformation de sa surface sous l'action des gouttes de pluies et du ruissellement provoque une forte diminution de l'infiltration (LAMACHERE J. M., 1990). Le sarclage butté n'est pas facilement répétitif.

Nombreuses et efficaces, dans une certaine limite, les techniques anti-érosives traditionnelles ne sont pas adaptées compte tenu de l'ampleur des processus de dégradation qui affectent la région de Bidi depuis près de vingt ans. Les actions paysannes sont individuelles et isolées alors que le phénomène érosif concerne l'ensemble des unités qui composent le versant. Les efforts individuelles sont constamment neutralisés car les eaux de ruissellement qui traversent les champs proviennent essentiellement d'un impluvium amont très dégradé.

De nos jours, les techniques traditionnelles ne peuvent plus à elles seules juguler le phénomène d'érosion. On doit néanmoins les prendre en compte car elles sont bien connues des paysans ; et c'est à partir d'elles que les méthodes anti-érosives modernes peuvent être introduites.

## II. LES STRATEGIES ANTI-EROSIVES MODERNES

Elles prennent en compte le traitement exhaustif des différentes unités du paysage (champs, versants, bas-fonds, etc...).

Les régions du Yatenga et de Ouagadougou ont été les premières, du Burkina indépendant, à bénéficier d'un aménagement anti-érosif moderne de grande envergure. Ceci est à mettre en relation avec le stade de dégradation avancé du milieu naturel dans ces régions.

Au Burkina Faso, deux types de structures interviennent pour les aménagements anti-érosifs modernes : les organismes publics et les organisations non gouvernementales (ONG). Chacune de ces structures a créé ou apporté ses techniques anti-érosives qui sont souvent une amélioration des techniques traditionnelles.

## *A. LES TECHNIQUES DES ORGANISMES D'ÉTAT*

Selon une étude d'évaluation des programmes de lutte contre l'érosion (F.E.E.R, 1986), quatre organismes publics interviennent ou sont intervenus au Burkina dans la lutte anti-érosive. Ce sont le GERES (Groupement Européen de Restauration des Sols), le F.E.E.R (Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural), le CRPA (Centre Régional de Promotion Agro-pastorale) et l'ONAT (Office National d'Aménagement des Terroirs). Trois de ces organismes interviennent dans le Yatenga.

### *1. LES TECHNIQUES DU GERES*

Le GERES est intervenu au Yatenga de 1962 à 1965 en effectuant un important travail d'aménagement. De gros moyens ont été mis en oeuvre pour réaliser les travaux : du matériel lourd (16 bulldozers et graders) et une importante main-d'oeuvre (85 topographes et 1500 manoeuvres).

Selon MARCHAL (1979) les techniques qui ont été utilisées par le GERES sont :

- des fossés de garde ou de diversion pour protéger l'aménagement en aval. Leur pente est de 0,25% ; ce qui permet d'évacuer les eaux vers les exutoires naturels où des cordons pierreux empêchent l'installation de ravines.
- des fossés d'infiltration perpendiculaires à la pente. Entre deux fossés la dénivelée est de 35 cm et la distance horizontale minimale est de 10 mètres.
- des terrasses de diversion
- des terrasses d'absorption
- des cordons ou des murettes de pierres dans les exutoires
- des retenues d'eau collinaires (ou boullis) à fonction anti-érosive permettant de freiner les crues.

En 1966 le projet d'aménagement du GERES prend définitivement fin dans le Yatenga sans être intervenu sur le terroir de Bidi. Ce projet a souvent été considéré comme un échec du fait de sa non appropriation par les paysans.

Les aménagements anti-érosifs modernes interviendront à Bidi à partir de 1979. Le CRPA du Yatenga (alors ORD du Yatenga), grâce à un financement du F.E.E.R, installe des diguettes en terre sur le terroir de Bidi.

## *2. LES TECHNIQUES DU F.E.E.R-CRPA*

Elles sont essentiellement de deux types : le dispositif d'absorption totale vulgarisé entre 1972 et 1975 à travers le Yatenga et les diguettes de diversion dont la mise en place a commencé en 1976.

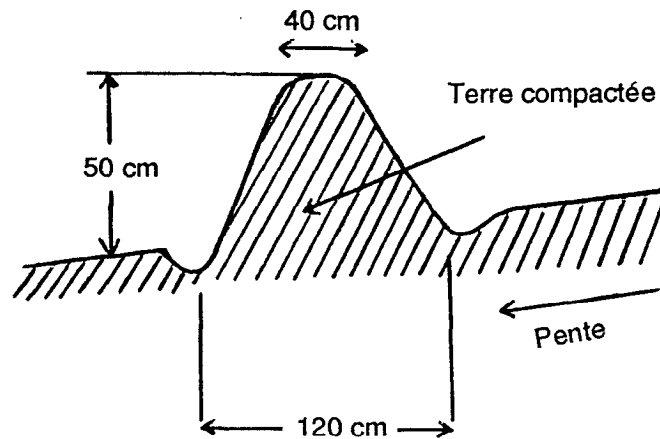
A Bidi en 1979, le CRPA du Yatenga en collaboration avec le groupement villageois met en place un réseau de diguettes de diversion. Ce réseau est conçu pour ralentir le ruissellement sur les champs de concession de certains quartiers : Nayiri, Débéré, Gourga et Marango.

Les ouvrages anti-érosifs du F.E.E.R-CRPA sont des blocs de diguettes en terre compactée disposés en série. Les blocs sont séparés entre eux par des intervalles de 5 à 20 mètres correspondant à des exutoires. Chaque bloc est une succession de diguettes longues de 200 mètres avec une emprise de 1,50 mètre sur une hauteur initiale de 50 cm. La pente longitudinale des diguettes (2 à 3%) permet l'écoulement latéral des eaux vers les exutoires (fig.31).

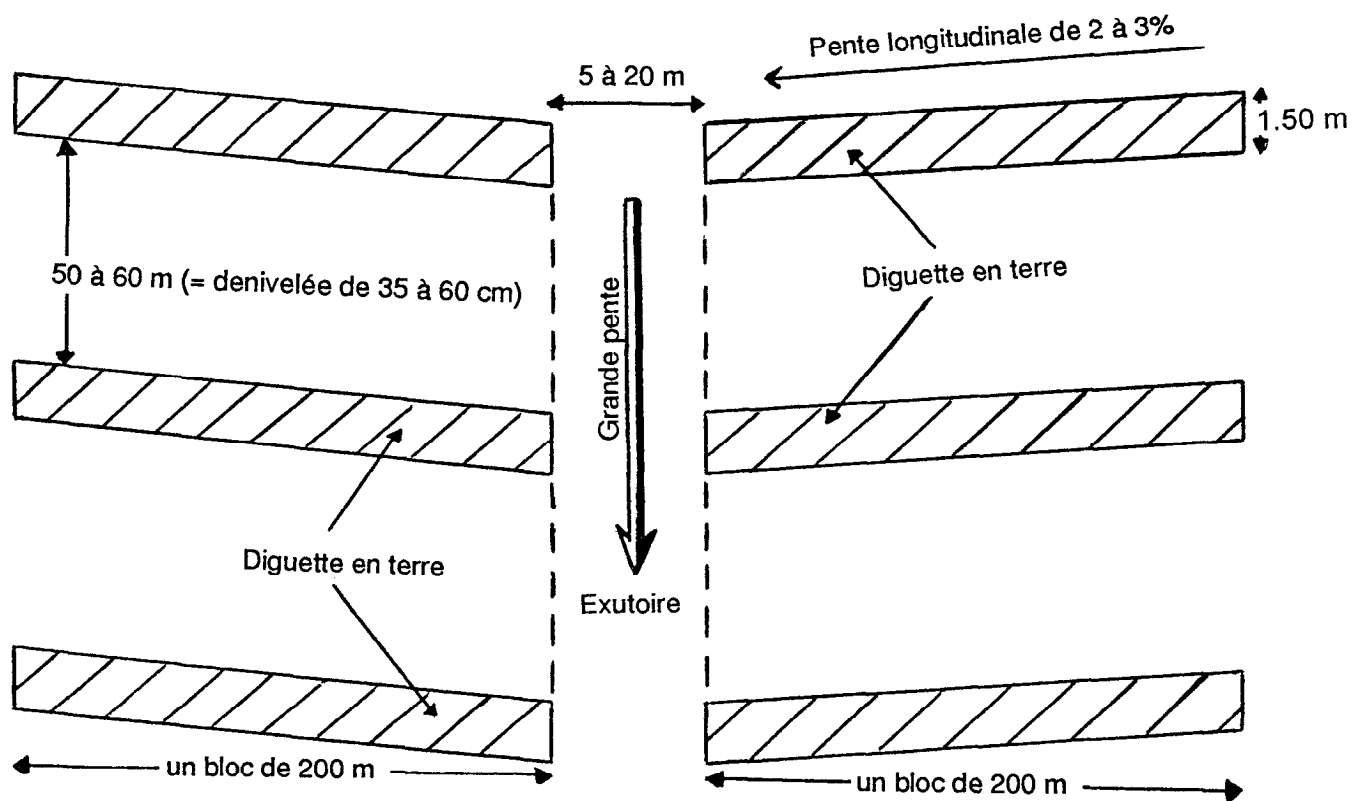
Pour construire les diguettes, le CRPA fait d'abord tracer, par une équipe de topographes, les courbes de niveau sur le terrain. Une sous-soleuse à deux dents longues de 30 cm et une charrue à deux disques se succèdent ensuite le long de ces courbes de niveau afin de labourer le sol. Après ces opérations, intervient le groupement villageois qui, à l'aide de pioches, de pelles, de dames et de brouettes construit les diguettes en superposant des couches de terre compactée de 10 cm d'épaisseur (F.E.E.R, 1986).

Sans des mesures globales du ruissellement et de l'érosion, l'efficacité de ce type d'aménagement est difficile à évaluer. Il a cependant des effets positifs évidents pour les champs qui bénéficient d'une alimentation suffisante en eau. Le manque d'entretien (recharge annuelle, colmatage des brèches) et de mesures conservatoires (enherbement des diguettes par exemple) a fait disparaître les diguettes sur le terroir de Bidi.

FIG. 31 LES OUVRAGES ANTI-EROSIFS DU F.E.E.R ET DU C.R.P.A



COUPE TRANSVERSALE D'UNE DIGUETTE



ENSEMBLE D'OUVRAGE VU DE DESSUS

Source : TRAORE A., 1991

## *B. LES TECHNIQUES DES ORGANISMES NON GOUVERNEMENTAUX (ONG)*

Les techniques utilisées par les ONG sont presque analogues à celles des organismes d'Etat. La différence se situe au niveau de l'envergure des ouvrages réalisés (ouvrages plus petits), des moyens mis en oeuvre (herbes et arbustes) pour les stabiliser et la plantation de bandes de végétation naturelle le long des courbes de niveau.

Au niveau provincial, les aménagements anti-érosifs sont principalement assurés par les organismes suivants : le P.A.F (Projet Agro-Forestier du Yatenga), le P.A.E (Projet Agro-Ecologie du Yatenga) et l'Association "six S". Ces organisations aident les paysans à lutter contre l'érosion en leur apportant leur soutien matériel et technique dans des aménagements de sites anti-érosifs : construction de diguettes, plantation de bandes de végétation naturelle, etc...

A Bidi, l'Association "6S" et le P.A.E vulgarisent de concert avec les paysans, les nouvelles techniques anti-érosives notamment les cordons pierreux isohypses.

L'Association "6S" assure la formation des paysans sur les techniques d'installation des cordons pierreux. A l'aide d'un niveau à eau, l'Association apprend aux paysans les techniques de détermination des courbes de niveau. De nombreux agriculteurs ont ainsi réussi à réaliser des cordons pierreux isohypses dans leurs champs.

Les paysans ont porté leur choix sur les cordons pierreux, au détriment des aménagements du type F.E.E.R. Les cultivateurs trouvent les diguettes en terre inefficaces car elles ne favorisent pas une irrigation supplémentaire des champs (TRAORE, 1991). L'eau stockée en amont de ces ouvrages est évacuée hors des champs. Ce qui constitue une perte pour ces derniers.

Les cordons pierreux isohypses (fig.32) ont en revanche un avantage car ils favorisent le passage de l'eau et partant, l'irrigation des champs par l'eau provenant des impluviums amont. Les cordons sont plus efficaces lorsqu'ils sont cloisonnés par des buttes en terre perpendiculaires aux ouvrages. Ces buttes aménagées à des intervalles plus ou moins réguliers empêchent la circulation latérale de l'eau ; ce qui évite les concentrations d'eau très importantes susceptibles de permettre le développement d'une érosion linéaire (griffes) à l'aval des ouvrages.

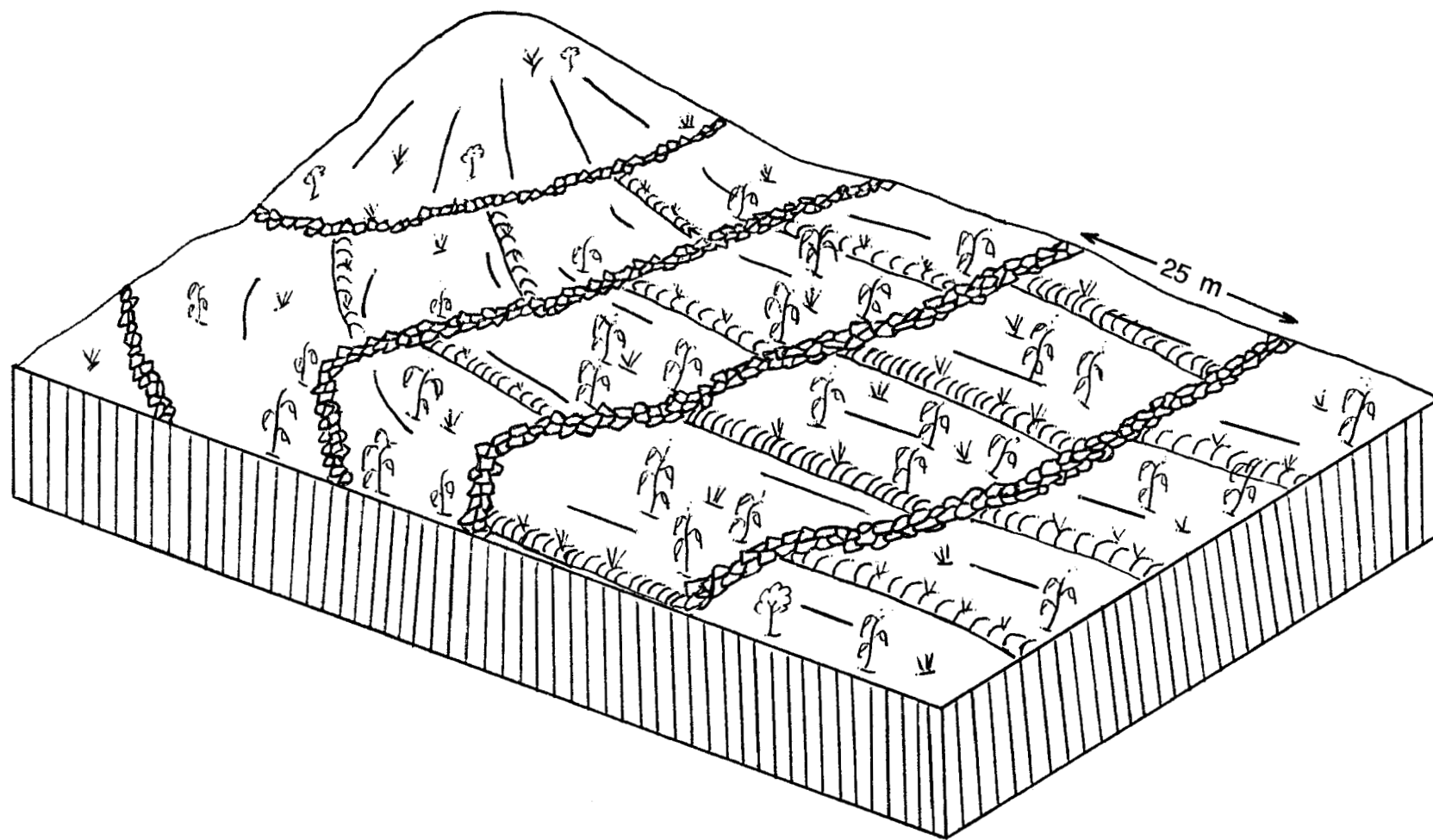


Figure 32. CROQUIS DE CORDONS PIERREUX ISOHYPSES

## *C. PROBLEMES ET PERSPECTIVES DE LA LUTTE ANTI-EROSIVE*

Face à l'ampleur de la dégradation de leur terroir, les paysans réagissent et tentent de trouver des solutions. Ils sont aidés, dans leur lutte, par des organisations publiques et privées d'assistance au monde rural. Malgré les nombreux aménagements anti-érosifs destinés à protéger les champs, il reste beaucoup à faire pour parvenir à une maîtrise réelle et totale de l'érosion et par conséquent à une parfaite protection des sols.

La réussite des programmes de lutte anti-érosive exige la conduite, en amont et en aval des travaux d'aménagement, de différentes opérations de sensibilisation, de formation, de suivi et d'évaluation (F.E.E.R, 1986).

Ceci paraît évident mais en fait, jusqu'à présent, l'accent est surtout mis sur les aménagements proprement dits, opérations spectaculaires mais vouées à l'échec si elles ne sont pas prises en charge par les populations bénéficiaires.

Dans une région comme celle de Bidi où les pressions anthropique et animale sont fortes, la lutte contre l'érosion ne doit pas se limiter aux parcelles de culture mais traiter du problème de dégradation de l'environnement dans son ensemble ; les méthodes de production et les mentalités doivent changer en faveur d'une meilleure gestion des ressources naturelles.

## CONCLUSION GENERALE

---

Le ruissellement superficiel est un phénomène qui prend de plus en plus de l'ampleur sur les terroirs des régions soudano-sahéliennes. Les surfaces les plus marquées par le ruissellement de surface sont les versants.

A l'aide d'un dispositif expérimental composé d'un réseau de détecteurs de crues, on a mené une étude spatialisée du ruissellement concentré à l'échelle d'un versant. Les fréquences et la propagation des crues le long des ravines d'érosion ont été observées et mesurées. Cette étude a permis de caractériser et de comprendre la dynamique de l'eau à la surface du versant.

Les fréquences des crues dans les ravines présentent un caractère variable dans l'espace (à l'échelle du versant) et dans le temps (à l'échelle des pluies).

La variabilité spatiale de la fréquence des crues dans les ravines a permis de localiser les aires génératrices de ruissellement sur le versant.

Le haut versant est une zone très productrice de ruissellement. Les crues qui s'y produisent ont des fréquences élevées situées entre 51 et 73%.

Le bas versant est en revanche moins générateur de crues car les fréquences de celles-ci y sont moins élevées (8 à 50%).

Le modelé (pentes) et les états de surface semblent être les facteurs déterminants de cette répartition spatiale des écoulements. En effet, sur les aires ayant des aptitudes aux ruissellement élevées (hauts de versant), la pente est comprise entre 0,6 et 4°. Leurs surfaces sont dénudées et pratiquement cuirassées. En revanche, sur les zones les moins aptes au ruissellement, la pente se situe entre 0,4 et 0,6°. Leurs surfaces sont suffisamment recouvertes par la végétation.

Dans le temps, les fréquences des crues présentent également une variabilité qui permet d'établir un lien entre les pluies et le ruissellement concentré qu'elles engendrent sur le versant. Un seuil de hauteur de pluie située entre 10 et 40 mm semble expliquer les fréquences des crues après les averses.

Le rapport qu'il y a entre les crues du bas-fond et celles se produisant dans les ravines du versant est également défini par le seuil pluviométrique situé entre 10 et 40 mm. C'est au delà de ce seuil qu'il y a transfert de ruissellement du versant vers le bas-fond. L'efficacité des ravines d'érosion dans les échanges entre le versant et le talweg principal est tributaire de ce facteur



pluviométrique. En deçà du seuil pluviométrique, le ruissellement est localisé au niveau du versant et il n'y a pas de communication hydrologique entre le versant et le bas-fond.

Les résultats de cette étude sont purement qualitatifs. Ceci signifie qu'ils permettent seulement une extrapolation limitée. En effet le protocole d'étude du ruissellement dans les entailles linéaires du versant a eu comme but principal de suivre le comportement hydrologique du système versant-bas-fond au cours de la saison des pluies. Il ne permet en aucun cas de quantifier le volume des crues transférées du versant vers le talweg principal par le système ravinaire. En outre les résultats obtenus nous indiquent que le versant a une certaine influence dans la genèse de certaines crues au niveau du bas-fond mais ne précisent pas le degré de cette influence.

La perspective de cette étude serait donc de reconduire l'expérimentation sur le même site et sur d'autres afin de pouvoir dépasser les résultats qualitatifs actuels et de préciser le seuil exact de la hauteur de pluie à partir duquel entre en fonction, la dynamique hydrologique du système versant-bas-fond. Ces résultats pourront alors servir à mieux concevoir les techniques de gestion des eaux de ruissellement sur les versants en vue de leur utilisation optimale dans les activités agricoles de glaciais. En matière de lutte anti-érosive, ils seront également une base de référence et un outil de travail dans les aménagements de terrain.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ALBERGEL J., 1987** - Genèse et prédétermination des crues au Burkina Faso. Du m<sup>2</sup> au km<sup>2</sup>, étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. Thèse Université Paris VI, 336 p. multigr.
- ALBERGEL J., RIBSTEIN P., VALENTIN C., 1986** - L'infiltration : quels facteurs explicatifs ? Analyse des résultats acquis sur 48 parcelles soumises à des simulations de pluie au Burkina Faso. Journées hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier. Coll. ORSTOM, Colloques et séminaires, pp. 25-48.
- ALBERGEL J., THEBE B., 1986** - Pluie naturelle-pluie simulée. Quelle différence sur le ruissellement ? ORSTOM Montpellier, multigr.
- BOULET R. 1968** - Etude pédologique de la Haute-Volta, région centre Nord ; rapport ORSTOM Dakar, 351p. multigr.
- CARBONNEL J. P. 1983** - Evolution climatique récente en Haute-Volta. Un paramètre pluviométrique peu utilisé : la pluie moyenne journalière annuelle. Notes et documents voltaïques, n°3 et 4, pp. 1-20.
- CARBONNEL J.P., HUBERT P. 1985** - Sur la sécheresse au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Une rupture climatique dans les séries pluviométriques du Burkina Faso (ex. Haute-Volta). C.R.Acad. sc., tome 301, n°13, pp. 941-944.
- CASENAVE A., VALENTIN C. 1988** - Les états de surface en zone sahélienne ; rapport CEE-ORSTOM, 210 p. multigr.
- COLLINET J., LAFFORGUE A. 1979** - Mesure du ruissellement et de l'érosion sous pluies simulées pour quelques types de sols de Haute-Volta, ORSTOM, Abidjan, 129 p. multigr. 123 fig. H.T.
- COLLINET J., VALENTIN C. 1979** - Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives. Applications agronomiques. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol. Vol. XVII, 4, pp. 283-328.
- DA DAPOLA E. C., 1989** - Croûtes de battance et micro-marches d'escalier. pp 47-60, in Aspects des milieux naturels du Burkina Faso. Université de Ouagadougou ; Département de Géographie ; Collection "pays enclavés", n° 7, p. 128.
- DE PLOEY J. 1982** - A stemflow equation for grasses and similar vegetation. CATENA, 9 : 6 réf, pp. 139-152.

- DE PLOEY J. 1983** - Runoff and rill generation on sandy and loamy top soils. Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd 46, pp. 15-23, 2 fig., 24 réf.
- F.E.E.R. 1986** - Evaluation des programmes de lutte contre l'érosion. F.E.E.R. Ouagadougou, 75 p. multigr.
- GAVAUD M., 1966** - Etude pédologique du Niger Ouest : monographie des sols : sols ferrugineux tropicaux, sols faiblement ferralitiques, sols halomorphes, sols hydromorphes. ORSTOM, Dakar (SEN), vol. 3/3, tabl., graph., 513 p.
- GROUZIS M. 1987** - Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse d'Etat, Université de Paris Sud. 336 p.
- GUILLET F. 1991** - Etude et modélisation hydro-pédologique d'un bassin versant de la zone sahélo-soudanienne au Burkina Faso (utilisation du modèle "source") ; Doctorat, Pédologie, Université de Paris VI, ORSTOM, 266 p.
- GUINKO S. 1984** - Végétation de la Haute-Volta. Thèse doctorat es. sciences, Université de Bordeaux III, Tomes I et II, 394 p.
- HERWITZ S. R. 1986** - Infiltration excess caused by stemflow in a cyclone-prone tropical rainforest. Earth surface processes and landforms. 11, pp. 401-412.
- LAL R. 1988** - Effects of macrofauna on soils properties in tropical ecosystems ; Agriculture, Ecosystems and Environnement, 24, pp. 101-116 ; Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
- LAMACHERE J. M. 1990** - Evolution de l'aptitude au ruissellement et à l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. ORSTOM Ouagadougou, 24 p. multigr.
- ROOSE E. 1984** - Causes et facteurs de l'érosion hydrique sous climat tropical. Conséquences sur les méthodes anti-érosives. Mach. Agro. Trop. n°87 pp. 4-18.
- ROOSE E., RODRIGUEZ L. 1990** - Aménagement de terroir au Yatenga (Nord-Ouest du Burkina Faso). Quatre années de gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.CES) : bilan et perspectives. Rapport CRPA- INERA-CIRAD-ORSTOM, Montpellier, 57 p.
- SERPANTIE G. et al. 1987** - Transformation d'un système agro-pastoral soudano-sahélien (Bidi, Nord Yatenga, Burkina Faso). Thèse d'Etat, Université de Paris Sud. 336 p.
- SERPANTIE G. et al. 1988** - La dynamique des états de surface d'un territoire agro-pastoral sub-sahélien sous aridifications : conséquences pour les systèmes de production. Juin 1988, ORSTOM, Ouagadougou, 28 p. multigr.
- SERPANTIE G., LAMACHERE J. M. 1989** - Aménagement des pentes cultivées soudano-sahéliennes grâce à des réseaux de micro-barrage isohypses et filtrants. Nécessité

d'une amélioration de leurs conditions de mise en oeuvre. 6 th ISCO, 6-18 Nov. 1989, Montpellier, 24 p. multigr.

**SERPANTIE G., MERSADIER G., TEZENAS DU MONTCEL L., 1985** - La dynamique des rapports agriculture-élevage en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Diminution des ressources, organisation collective et stratégies de paysans éleveurs du Nord Yatenga. ORSTOM, Ouagadougou, 5 fig., 7 réf., 16 p., multigr.

**TUINA J., 1992** - Relations pluies-débits sur le bassin du bas-fond de Bidi Gourga (Burkina Faso). Mémoire, sciences et techniques de l'eau, 77 p.

**VALENTIN C. 1981** - Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de régions subdésertiques (Agadez, Niger) : thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Paris VII. Etudes et Thèses ORSTOM 1985, 259 p.

**VALENTIN C. 1988** - Esquisse cartographique des états de surface du bassin versant de Bidi (Yatenga, Burkina Faso). ORSTOM, Abidjan, Côte d'Ivoire, 12 p.

# TABLE DES MATIERES

---

|  |           |
|--|-----------|
| Remerciements .....  | 1         |
| Avant propos .....   | 2         |
| Résumé .....   | 3         |
| Introduction .....   | 4         |
| <b>PREMIERE PARTIE : LE CADRE NATUREL ET HUMAIN.....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>Chapitre 1 : Les traits généraux du milieu physique.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>I. Situation géographique de la région d'étude.....</b>       | <b>8</b>  |
| <b>II. Le contexte climatique régional.....</b>                  | <b>8</b>  |
| A. La pluviométrie .....   | 9         |
| B. La température .....  | 12        |
| C. Le rayonnement global.....                                    | 15        |
| D. L'évapotranspiration potentielle.....                         | 15        |
| E. Les vents .....   | 16        |
| <b>III. La géologie.....</b>                                     | <b>18</b> |
| A. Approche régionale .....                                      | 18        |
| B. Géologie locale du bassin versant de Samniwéogo .....         | 19        |
| <b>IV. La géomorphologie .....</b>                               | <b>19</b> |
| A. Le contexte régional .....                                    | 19        |
| 1. Les sommets d'interfluves .....                               | 22        |
| 2. Le haut-versant .....   | 22        |
| a. Les "fenêtres" .....  | 23        |
| b. Le haut-versant sableux .....                                 | 23        |
| 3. Le bas-versant .....  | 23        |
| 4. Le bas-fond .....   | 26        |
| a. Le chanfrein.....   | 26        |
| b. Le lit du cours d'eau.....                                    | 26        |
| B. Morphologie du bassin étudié.....                             | 27        |
| <b>Chapitre 2 : Le milieu humain.....</b>                        | <b>29</b> |
| <b>I. Le village de Bidi et ses habitants .....</b>              | <b>29</b> |
| A. L'histoire du peuplement .....                                | 29        |
| B. La population et ses activités socio-économiques.....         | 30        |
| C. L'habitat, image de l'histoire du peuplement du terroir ..... | 31        |
| <b>II. La pression foncière et ses conséquences .....</b>        | <b>32</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| A. La pression agricole .....   | 32        |
| B. L'évolution des techniques culturales .....  | 33        |
| C. la pression pastorale .....  | 36        |
| <b>DEUXIEME PARTIE : L'EXPERIMENTATION DE SAMNIWEOGO .....</b>                            | <b>38</b> |
| <b>Chapitre 3 : Le site expérimental .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>I. Le versant d'étude : présentation et principaux éléments caractéristiques .....</b> | <b>39</b> |
| A. Présentation du versant .....  | 39        |
| B. Le modelé.....   | 39        |
| 1. Les grandes unités morphologiques du site.....   | 39        |
| a. Les buttes cuirassées et leur talus.....   | 40        |
| b. Le versant au sens strict.....   | 40        |
| 2. Les pentes.....  | 43        |
| a. La zone des pentes faibles.....  | 43        |
| b. Les zones de pentes élevées avec des ruptures de pente isolées .....                   | 43        |
| 3. Les courbures .....  | 45        |
| a. Les courbures horizontales.....  | 45        |
| b. Les courbures verticales .....   | 45        |
| C. La végétation.....   | 45        |
| D. Les états de surface.....  | 48        |
| 1. Définitions terminologiques .....  | 48        |
| a. La surface élémentaire .....   | 49        |
| b. L'état de surface .....  | 49        |
| 2. Identification et typologie des états de surface .....                                 | 49        |
| a. Les surfaces agricoles ou "surfaces cultivées" .....                                   | 49        |
| • L'effet des pratiques culturales sur les états de surface .....                         | 52        |
| b. Les surfaces de "milieu naturel".....  | 53        |
| <b>II. Les principales formes de ruissellement sur le versant .....</b>                   | <b>53</b> |
| A. Le ruissellement diffus.....   | 54        |
| B. Le ruissellement concentré.....  | 54        |
| <b>III. Les facteurs conditionnels du ruissellement des eaux pluviales .....</b>          | <b>55</b> |
| A. Les caractéristiques pluviométriques.....  | 55        |
| 1. L'intensité de la pluie.....   | 56        |
| 2. La durée de la pluie.....  | 56        |
| 3. La somme des pluies antérieures.....   | 56        |
| 4. La hauteur de pluie .....  | 57        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5. La fréquence des pluies .....                                 | 57        |
| B. La perméabilité du sol .....                                  | 57        |
| C. Les états de surface .....                                    | 58        |
| D. La pente .....  | 58        |
| <b>Chapitre 4 : Les écoulements concentrés</b> .....             | <b>60</b> |
| <b>I. Dispositif et méthode de détection des crues</b> .....     | <b>60</b> |
| A. La station pluviométrique.....                                | 60        |
| B. Les témoins d'écoulement.....                                 | 60        |
| C. Installation et fonctionnement des témoins d'écoulement ..... | 63        |
| D. Le choix des sections.....                                    | 64        |
| <b>II. Résultats</b> .....                                       | <b>64</b> |
| A. Les caractéristiques de l'hivernage en 1992 .....             | 64        |
| B. Les crues détectées .....                                     | 66        |
| C. La répartition spatiale des fréquences de crues.....          | 66        |
| D. Pluviométrie et crues dans les ravines .....                  | 69        |
| E. Pluviométrie et crues de bas-fond .....                       | 69        |
| <b>III. Interprétation et discussion des résultats</b> .....     | <b>71</b> |
| A. Interprétation .....  | 71        |
| 1. Au plan spatial.....  | 71        |
| 2. Relation pluies et crues de ravines.....                      | 72        |
| B. Discussion .....  | 72        |
| 1. Influence des paramètres pluviométriques .....                | 72        |
| a. La hauteur de pluie.....                                      | 72        |
| b. La fréquence des pluies .....                                 | 73        |
| 2. Influence des éléments du modelé.....                         | 74        |
| a. Influence des zones concaves.....                             | 74        |
| b. Influence de la pente .....                                   | 74        |
| • l'intensité de pente .....                                     | 74        |
| • la longueur de la pente.....                                   | 76        |
| 3. Influence des états de surface .....                          | 77        |
| a. Sur les surfaces agricoles.....                               | 77        |
| • l'effet du sarclage .....                                      | 77        |
| • l'effet des labours .....                                      | 78        |
| • l'effet du couvert cultural .....                              | 79        |
| • l'effet des aménagements anti-érosifs.....                     | 80        |
| b. Sur les surfaces de "milieu naturel" .....                    | 81        |

|  |           |
|--|-----------|
| • L'effet des paramètres caractéristiques des jachères.....                          | 81        |
| □ Le couvert végétal .....   | 81        |
| □ Les perforations animales.....   | 82        |
| □ La texture du sol .....  | 82        |
| □ La microflore du sol.....  | 82        |
| □ Le micro-relief .....  | 83        |
| • L'effet des flancs cuirassés .....   | 84        |
| □ Les encroûtements .....  | 84        |
| □ La cuirasse subaffleurante.....  | 84        |
| • L'effet des pistes .....   | 84        |
| <b>TROISIEME PARTIE : PREVENTION ET TRAITEMENT DE LA DEGRADATION DU MILIEU .....</b> | <b>86</b> |
| <b>Chapitre 5 : Les conséquences du ruissellement sur le milieu .....</b>            | <b>87</b> |
| <b>I. Les formes d'érosion.....</b>  | <b>87</b> |
| A. L'érosion aréolaire.....  | 87        |
| B. L'érosion en rigole .....   | 87        |
| C. L'érosion en ravine .....   | 88        |
| <b>II. La dégradation du couvert végétal.....</b>                                    | <b>89</b> |
| <b>III. La dégradation du sol.....</b>   | <b>89</b> |
| <b>Chapitre 6 : Les formes d'érosion linéaire du versant ouest .....</b>             | <b>90</b> |
| <b>I. Techniques cartographiques utilisées.....</b>                                  | <b>90</b> |
| A. Inventaire des formes d'érosion linéaire .....                                    | 90        |
| B. Mesure des incisions .....  | 91        |
| C. Typologie des incisions et dessin de la carte .....                               | 91        |
| <b>II. Description des formes d'érosion linéaire .....</b>                           | <b>93</b> |
| A. Définitions et descriptions des types d'incision.....                             | 95        |
| 1. Les griffes .....   | 95        |
| a. Les griffes mineures .....  | 95        |
| b. Les griffes majeures .....  | 95        |
| c. Description .....   | 95        |
| 2. Les ravineaux.....  | 96        |
| a. Description.....  | 96        |
| c. Les ravines .....   | 96        |
| a. Description.....  | 96        |
| B. Caractères morphologiques généraux des incisions .....                            | 97        |
| <b>III. Les ravines dans le milieu.....</b>  | <b>97</b> |



|   |            |
|---|------------|
| A. Relations avec le modelé .....   | 97         |
| B. Relations avec le paysage.....   | 98         |
| <b>Chapitre 7 : La lutte anti-érosive à Bidi et dans sa région .....</b>      | <b>101</b> |
| <b>I. Le système traditionnel de lutte anti-érosive.....</b>                  | <b>101</b> |
| A. La perception paysanne de la lutte anti-érosive .....                      | 101        |
| B. Les techniques traditionnelles de lutte anti-érosive .....                 | 102        |
| 1. Les procédés mécaniques .....  | 102        |
| 2. Les procédés biologiques.....  | 103        |
| 3. Les méthodes culturales .....  | 103        |
| <b>II. Les stratégies anti-érosives modernes .....</b>                        | <b>104</b> |
| A. Les techniques des organismes d'Etat.....                                  | 105        |
| 1. Les techniques du GERES.....   | 105        |
| 2. Les techniques du F.E.E.R-CRPA.....  | 106        |
| B. Les techniques des organismes non gouvernementaux<br>(ONG).....            | 108        |
| C. Problèmes et perspectives de la lutte anti-érosive .....                   | 110        |
| <b>Conclusion générale .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>                                      | <b>113</b> |
| <b>Table des matières.....</b>  | <b>116</b> |
| <b>Nomenclature des figures et des tableaux; définitions des sigles .....</b> | <b>121</b> |

# NOMENCLATURE DES FIGURES ET DES TABLEAUX; DEFINITIONS DES SIGLES

---

## NOMENCLATURE DES FIGURES

---

- Figure 1. Cartes de situation de la zone d'étude
- Figure 2. Le bassin de Bidi avec son équipement hydropluviométrique en 1985  
1986
- Figure 3. Les moyennes mobiles annuelles des précipitations à Ouahigouya
- Figure 4. Situation de Samniwéogo et de Nayiri dans la région de Bidi
- Figure 5. Variations annuelles des températures maximales (maxi) et minimales  
(mini) à Bidi
- Figure 6. Variations annuelles de l'insolation
- Figure 7. Variations annuelles de l'évaporation
- Figure 8. Variations annuelles de la vitesse et de la direction du vent
- Figure 9. Coupe schématique régionale Ouest-Est, Khaïn-Bidi-Koumbri  
localisation du bassin dans le contexte géodynamique local
- Figure 10. Esquisse géomorphologique du bassin-versant de Samniwéogo
- Figure 11. Les unités du paysage de Bidi
- Figure 12. La brousse tigrée
- Figure 13. Evolution de l'occupation du sol à Bidi-Samniwéogo de 1952 à 1984
- Figure 14. Carte topographique (versant Sud-Ouest et bas-fond ) du bassin de  
Samniwéogo

- Figure 15. Profils longitudinaux du versant Sud-Ouest de Samniwéogo
- Figure 16. Classes de pentes sur le site de Samniwéogo
- Figure 17. Les zones de courbures horizontales
- Figure 18. Les zones de courbures verticales
- Figure 19. Esquisse cartographique des états de surface du bassin versant de Bidi
- Figure 20. Carte d'occupation du sol sur le versant ouest du bassin de Samniwéogo en 1992
- Figure 21. Les témoins d'écoulement
- Figure 22. Cuve doublée d'un flotteur
- Figure 23. Carte de localisation des témoins d'écoulement
- Figure 24. Variations des précipitations mensuelles à Samniwéogo en 1992
- Figure 25. Fréquences des crues par section de ravines
- Figure 26. Taux de réponse par averse
- Figure 27. Crues du bas-fond en fonction des averses tombées en 1992
- Figure 28. Système ravinaire et courbes de niveau
- Figure 29. Quadrillage en portions carrées (150 m x 150 m) de la surface ravinée du versant
- Figure 30. Carte typologique du système ravinaire
- Figure 31. Ouvrages anti-érosifs du type F.E.E.R-CRPA
- Figure 32. Croquis de cordons pierreux isohypses

## NOMENCLATURE DES TABLEAUX

---

- Tableau I. Moyennes mensuelles (1985-1989) des paramètres climatiques de la station de Bidi
- Tableau II. Evaporation moyenne journalière (en mm) dans le bas-fond de Samniwéogo
- Tableau III. Les groupes socio-ethniques de la population de Bidi
- Tableau IV. Evolution de l'occupation de l'espace sur le terroir de Bidi,

en pourcentage de la superficie (7825 ha)

Tableau V. Les crues du bas-fond en fonction des pluies et leurs taux de réponse correspondants sur le versant

Tableau VI. Taux de réponse illustrant la fréquence des pluies sur le ruissellement

## DEFINITIONS DES SIGLES UTILISES

---

|        |   |   |
|--------|---|---|
| CRPA   | : | Centre Régional de Promotion Agropastorale  |
| CTFT   | : | Centre Technique Forestier Tropical   |
| FEER   | : | Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural   |
| GERES  | : | Groupement Européen de REstauration des Sols  |
| ONAT   | : | Office National pour l'Aménagement des Terroirs                                     |
| ORD    | : | Office Régional de Développement  |
| ONG    | : | Organisme Non Gouvernemental  |
| ORSTOM | : | Institut Français de Recherche Scientifique pour le<br>Développement en Coopération |
| PAE    | : | Projet Agro-Ecologie  |
| PAF    | : | Projet Agro-Forestier   |
| "6S"   | : | Savoir se Servir de la Saison Sèche en Savane et au<br>Sahel                        |