

UNIVERSITE de OUAGADOUGOU  
Institut Supérieur Polytechnique

Comité Interafricain d'Etudes  
Hydrauliques (C.I.E.H.)

Institut Panafricain pour  
le Développement  
Région Afrique de l'Ouest -  
Sahel  
(I.P.D./A.O.S.)

1/10 83

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
présenté en vue de l'obtention  
du diplôme d'Ingénieur du Déve-  
loppement rural  
Option : Agronomie

Gestion de l'eau et intensification des cultures vivrières  
SABOUNA (O.R.D. Yatenga)

MAI 1982

SOME B. Léopold

82/84/IPD/AOS./30

## Avant - Propos

Cette étude a été menée à Sabouna, un village de l'ORD du Yatenga, dans le cadre d'un programme pluriannuel de recherche - développement conduit par l'Institut Panafricain pour le Développement - Région Afrique de l'Ouest-Sahel (IPD/AOS), responsable administratif de notre stage, et en collaboration avec d'autres institutions spécialisées dont le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H.) qui a assuré notre encadrement technique.

Nous tenons donc à remercier très sincèrement :

- Monsieur le Directeur de l'IPD/AOS et tous les membres de la cellule de recherche pour l'intérêt porté à notre collaboration ;
- Monsieur le Secrétaire Général du CIEH, qui nous a accueilli dans ses services ;
- Messieurs B. LIDON, ingénieur agronome, Chef du Département Agroclimatologie du CIEH et E. MULLER, ingénieur agronome, enseignant à l'Institut Supérieur Polytechnique,

pour l'encadrement technique qu'ils nous ont assuré et le suivi accordé à ce travail.

- Monsieur R. NICOU, Directeur de l'IRAT-HV, pour son précieux concours dans l'interprétation des résultats acquis sur le terrain.
- Les enseignants de l'ISP qui nous ont préparé à ce travail et plus particulièrement, Monsieur S. MAHOTIERE pour ses critiques et ses précieux conseils lors de la rédaction de ce mémoire.
- Les agents des différentes institutions avec lesquels nous avons travaillé sur le terrain.

Nous réitérons nos remerciements aux laborieuses populations de Sabouna pour leur hospitalité ainsi que nos encouragements dans la lutte qu'elles mènent pour leur auto-promotion.

Enfin, nous sommes reconnaissant au personnel de l'IPD/AOS, à celui du CIEH, et plus particulièrement à Monsieur G. SOLA du Département Agroclimatologie, pour leur sincère collaboration durant les dix mois de stage.

---

## PLAN DU RAPPORT

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>page 1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET RISQUE CLIMATIQUE .....</b>	<b>page 5</b>
<b>CHAPITRE I : Difficulté de cerner le risque climatique</b>	<b>page 5</b>
<b><u>I.1.</u> Approche statistique à partir des observations ..</b>	<b>page 5</b>
.1.1. Insuffisance des données .....	page 6
.1.2. Représentativité de ces données .....	page 6
<b><u>I.2.</u> Recours aux opérations de recherche-développement</b>	<b>page 8</b>
.2.1. Processus de mise en place .....	page 8
.2.2. Nécessité d'évaluer la réponse du milieu aux innovations .....	page 9
<b>CHAPITRE II : Modélisation du milieu centré sur le bilan hydrique .....</b>	<b>page 12</b>
<b><u>II.1.</u> Application du bilan hydrique à la parcelle ....</b>	<b>page 12</b>
.1.1. Description du modèle du bilan hydrique .....	page 12
.1.11. Objectif du bilan hydrique	
.1.12. L'offre en eau : pluie efficace	
.1.13. Les relations sol-plante-enracinement	
.1.14. Les besoins en eau des cultures	
.1.15. Coefficient de réponse au rendement	
.1.2. Exemples de simulation du bilan hydrique.....	Page 18
.1.21. Pour un mil de 90 jours sensible au photopériodisme et semé le 20 juin	
.1.22. Comparaison ETR simulé et ETR évalué in situ	
<b><u>II.2.</u> Application du bilan hydrique à un système cultural</b>	<b>page 21</b>
 <b>DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DES OPERATIONS DE DEVELOPPEMENT DEJA TENTEES OU EN COURS AU YATENGA : L'EXPERIENCE DE SABOUNA</b>	
<b>CHAPITRE I : Le site de Sabouna .....</b>	<b>page 23</b>
<b><u>I.1.</u> Sabouna dans le contexte du Yatenga .....</b>	<b>page 23</b>
<b><u>I.2.</u> Le milieu écologique .....</b>	<b>page 23</b>
.2.1. Le climat .....	page 23
.2.11. LE vent	
.2.12. La pluviométrie	
.2.13. La demande évaporative	
.2.2. Relief et modelé .....	page 30
.2.3. La végétation .....	page 30
.2.4. Les sols .....	page 31

<b><u>I.2.</u></b> Résultats et discussions .....	page 62
2.1. Les profils culturaux .....	page 62
2.2. La dynamique de l'enracinement .....	page 63
2.21. L'enracinement des céréales (mil et sorgho)	
2.22. L'enracinement du niébé	
2.3. La dynamique de l'eau du sol .....	page 74
2.31. Les profils hydriques des parcelles IRAT .	page 74
2.32. Les profils hydriques des champs des paysans .....	page 76
2.33. Comparaison entre les champs des paysans et les parcelles IRAT .....	page 79
2.4. Le développement végétatif des cultures ...	page 80
2.41. Le mil	
2.42. Le sorgho	
2.5. Les rendements des cultures .....	page 85
2.51. Résultats des parcelles IRAT	
2.52. Résultats des parcelles des paysans	
2.53. Comparaison des rendements obtenus sur l'antenne d'expérimentation et sur les parcelles d'extension	
<b><u>I.3.</u></b> Contraintes de réalisation des techniques culturales .....	page 89
3.1. Les labours et les semis .....	page 90
3.2. L'entretien des cultures .....	page 91
<b><u>I.4.</u></b> Conclusion .....	page 92
<b>CHAPITRE II : Les aménagements anti-érosifs .....</b>	<b>page 93</b>
<b><u>II.1.</u></b> Evaluation des aménagements de lutte contre le ruissellement .....	<b>page 93</b>
1.1. Méthode d'évaluation .....	page 94
1.2. Résultats .....	page 94
1.3. Problèmes posés pour l'entretien des aménagements .....	page 94
1.31. Problèmes techniques	
1.32. Problèmes sociologiques	
<b><u>II.2.</u></b> Evaluation de l'importance du ravinement ...	<b>page 96</b>
2.1. Dispositifs et méthodes d'étude .....	page 97
2.11. Le grand ravin	
2.12. Le ravin aménagé dans le cadre du projet ORD/FDR	

.../...

<u>I.3.</u> Dynamique du milieu écologique .....	page 32
3.1. Dégénération des sols .....	page 33
3.2. Le ruissellement .....	page 37
3.3. Le ravinement .....	page 38
<u>I.4.</u> Le milieu socio-économique .....	page 38
4.1. Méthode d'approche .....	page 38
4.2. Les structures sociales et leur évolution.	page 39
4.3. Les structures économiques .....	page 40
CHAPITRE II : LES OPERATIONS DE DEVELOPPEMENT ...	page 42
<u>II.1.</u> L'intervention du GERES .....	page 42
<u>II.2.</u> L'intervention de l'ORD .....	page 43
2.1. Opération crédit agricole culture attelée (projet ORD/FDR) .....	page 44
2.2. Aménagements hydro-agricoles (projet ORD/FDR)	page 45
2.3. Les autres projets de l'ORD .....	page 46
CHAPITRE III : INTERVENTION DE L'IPD/AOS A SABOUNA	page 47
<u>III.1.</u> Cadre de l'action IPD .....	page 47
<u>III.2.</u> Thèmes de l'opération de recherche-dévelop- pement .....	page 47
<u>III.3.</u> Résultats des campagnes précédentes .....	page 48
3.1. Acquis sur la connaissance du milieu ...	page 48
3.2. Acquis d'ordre scientifique .....	page 49
<u>III.4.</u> Les thèmes d'étude de la campagne 1981 ...	page 50
4.1. Thèmes socio-économiques .....	page 50
4.2. Thèmes zootechniques .....	page 50
4.3. Thèmes agronomiques et agro-écologiques	page 50
TROISIEME PARTIE : RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1981	page 52
CHAPITRE I : Techniques culturales et amélioration foncière .....	page 55
<u>I.1.</u> Dispositif et méthodes d'étude .....	page 55
1.1. Dispositifs d'étude .....	page 55
1.11. L'antenne expérimentale de l'IRAT	
1.12. Les parcelles des paysans	
1.2. Méthodes d'étude .....	page 58
1.21. Profils culturaux	
1.22. Dynamique de l'enracinement	
1.23. Dynamique de l'eau dans le sol	
1.24. Développement végétatif des cultures	
1.25. Les rendements des cultures et leur structures	

2.2. Résultats de l'évaluation .....	page 100
2.21. Grand ravin	
2.22. Ravin aménagé	
2.3. Opportunité de réalisation des aménagements	page 105
2.4. Conclusion .....	page 106
<b>CHAPITRE III : Possibilités de développer la petite irrigation .....</b>	
<b>III.1. Les objectifs .....</b>	page 106
<b>III.2. Les problèmes de réalisation .....</b>	page 107
<b>III.3. Cultures pratiquées .....</b>	page 107
<b>III.4. Conclusion .....</b>	page 108
 <b>QUATRIEME PARTIE : PROPOSITIONS PRATIQUES D'INTERVENTION</b>	
<b>CHAPITRE I : Intensification de la production agricole et accroissement du "revenu" des exploitants .....</b>	
<b>I.1. Au niveau de la production agricole .....</b>	page 109
1.1. Les problèmes d'équipement .....	page 110
1.2. Les problèmes de main d'oeuvre .....	page 110
<b>I.2. Au niveau de l'élevage .....</b>	page 110
<b>I.3. Au niveau de la conservation et l'entretien des sols .....</b>	page 111
<b>CHAPITRE II : Désenclavement du terroir .....</b>	
<b>II.1. Entretien des pistes desservant le village.</b>	page 112
<b>II.2. Ouverture au monde extérieur .....</b>	page 112
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	page 114
<b>ANNEXE I .....</b>	page 116
<b>ANNEXE II .....</b>	page 124
 <b>LISTE DES REFERENCES</b>	

## LISTE DES FIGURES

fig. I	-	Appréciation de la production agricole du Yatenga..p	14
fig.II	-	Variations de l'état des rendements des cultures en fonction de la pluviométrie annuelle .....	p 7
fig.III	-	Illustration des termes du bilan hydrique .....	p 13
fig. IV	-	Fonction polynome d'Eagleman .....	p 17
fig. V	-	Evolution de l'indice de satisfaction en eau des cultures au cours du cycle .....	p 20
fig. VI	-	Variabilité de la pluviométrie .....	p 28
fig. VII	-	Caractérisation de la campagne agricole 81 à Sabouna d'après la méthode des intersections de Franquin..p	54
fig. VIII	-	Profils racinaires du mil sur le labour et sur le témoin.....	p 64
fig IX	-	Profils racinaires du mil sur le billon et sur le témoin .....	p 65
Fig X	-	Profils racinaires du sorgho sur le labour et sur le témoin .....	p 66
fig XI	-	Profils racinaires du sorgho sur le billon et sur le témoin .....	p 67
fig XII	-	Profils racinaires du niébé sur le labour et sur le témoin .....	p 71
fig XIII	-	Profils racinaires du niébé sur le billon et sur le témoin .....	p 72
fig XIV	-	Profils hydriques dans les parcelles IRAT.....	p 75
fig. XV	-	Profils hydriques dans les champs des paysans sous culture de mil .....	p 77
fig XVI	-	Profils hydriques dans les champs des paysans sous culture de sorgho .....	p 78
fig. XVII	-	Croissance du mil au cours du cycle .....	p 82
fig. XVIII	-	Croissance du sorgho au cours du cycle .....	p 82
fig XIX	-	Evolution du profil en long du grand ravin ....	p 98
fig. XX	-	Coupes transversales du grand ravin .....	p 98
fig. XXI	-	Evolution du profil en long du ravin entre les deux diguettes traditionnelles .....	p 99
fig. XXII	-	Coupes transversales entre deux diguettes traditionnelles .....	p 99
fig. XXIII	-	Plan du ravin aménagé .....	p 101
fig. XXIV	-	Profil en long ravin aménagé coupe ABC .....	p 102
fig. XXV	-	Profil en long ravin aménagé coupe A'BC .....	p 102
fig. XXVI	-	Evolution du terrain autour du premier gabion..p	103
fig. XXVII	-	Evolution du terrain autour du deuxième gabion.p	103

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	: vitesse d'avancement du front racinaire ....	p 19
Tableau 2	: simulation du bilan hydrique.....	p 20
Tableau 3	: comparaison ETR calc/ETR mesuré .....	p 21
Tableau 4	: Probabilité de non dépassement d'une pluviométrie annuelle ou mensuelle donnée .....	p 27
Tableau 5	: ETP Evapotranspirations moyennes mesurées à la station de Ouahigouya .....	p 29
Tableau 6	: Estimation du ruissellement sur le niveau d'alimentation en eau des cultures, représenté par son indice de satisfaction (J) .....	p 37
Tableau 7	: Pluviométrie décadaire de Sabouna et probabilité de dépassement durant la campagne 81 .....	p 53
Tableau 8	: Dispositif d'étude sur les parcelles paysannes	57
Tableau 9	: Nombre de racines visibles par tranche de solp	68
Tableau 10	: effet de l'amélioration foncière sur la crois- sance du mil et du sorgho .....	p 81
Tableau 11	: Moyennes des rendements du mil par traitement	85
Tableau 12	: Rendements moyens du mil par champ .....	p 87
Tableau 13	: Observations phénologiques par placette....	p 88
Tableau 14	: Récapitulatif des données au niveau des gabions .....	p 105

### LISTE DES CARTES

- Carte n° 1 - Yatenga dans la Haute Volta ..... p 24  
Carte n° 2 - Sabouna dans le Yatenga ..... p 25  
Carte n° 3 - Le terroir de Sabouna : géomorphologie .... p 26  
Carte n° 4 - Regroupements pédologiques et localisation  
des sites des essais en 1981 ..... p 35  
Carte n° 5 - Evolution du ravinement (1952/1973/1981)  
localisation des ravins étudiés ..... p 96  
Carte n° 6 - Sites anti-érosifs du GERES et sites  
anti-érosifs du FDR ..... p 36

### LISTE DES PHOTOS

- Photo n° 1 - enracinement du mil sur le billon (stade : tallage)  
Photo n° 2 - enracinement du mil sur le témoin (stade-tallage)  
Photo n° 3 - culture du mil en début de montaison sur un champ  
d'amélioration foncière (AF)  
Photo n° 4 - culture de mil en début de montaison sur le témoin  
sans amélioration foncière (SAF)  
Photo n° 5 - culture du sorgho en début de montaison sur un champ  
d'amélioration foncière  
Photo n° 6 - culture du sorgho en début de montaison sur le témoin  
sans amélioration foncière (SAF)

## INTRODUCTION GENERALE

---

"A la suite d'une saison des pluies très mauvaise en 1913, la récolte d'octobre-novembre 1913 fut très réduite et amena une famine intense en août et septembre 1914. Cette famine fit mourir des milliers de gens : 57 626 personnes environ d'après mes calculs, sur lesquelles 44 225 imposables."

Ainsi s'exprimait l'un des représentants de l'administration coloniale du cercle de Ouahigouya, dans son rapport annuel de 1915 (1).

L'année 1913 n'est malheureusement pas un cas isolé dans la région. La figure I qui résume l'appréciation des rendements des cultures au Yatenga pour la période 1907 - 1973 l'illustre bien. En effet, l'examen de ce graphique révèle que, depuis le début de ce siècle, les cultures échouent quatre années sur dix, du fait essentiellement des conditions climatiques. Encore que les bases d'appréciation des saisons soient purement déductives en ce sens qu'elles ne reposent pas sur des mesures de rendement, on doit les considérer avec réserve.

Quoiqu'il en soit, ces informations traduisent l'importance capitale que représente le risque climatique dans la réussite des cultures en zone soudano-sahélienne et particulièrement au Yatenga, site de notre étude sur le thème : gestion de l'eau et intensification des cultures vivrières.

La pluie est l'un des phénomènes naturels que l'homme est encore loin de contrôler, en attestent les efforts infructueux et coûteux déployés dans les essais de pluies artificielles, menés çà et là, y compris au Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) entre 1974 et 1976. La pluie a été donc et restera encore longtemps le cauchemar des agriculteurs des régions semi-arides,

tant que des solutions palliatives n'auront pas été mises au point par les institutions de recherche et en collaboration avec les organismes de développement. Les solutions issues de la recherche seront axées sur le choix de variétés de cultures adaptées aux conditions agro-écologiques actuelles, et sur des techniques culturales assurant une gestion rationnelle de l'eau climatique en vue d'une utilisation optimale par les plantes cultivées.

En effet, avec des variations et des distributions pluviométriques interannuelle si importantes comme le montre la figure I, il est impérieux que l'agriculture sahélienne s'adapte aux conditions agroclimatologiques existantes.

Dans le rapport de juin/août 1970 de l'Organisme Régional de Développement (ORD) du Yatenga, on peut lire : "la pluviométrie de septembre doit être déterminante. Abondante, elle peut garantir encore une récolte moyenne. Déficitaire ou même égale à la moyenne, mais mal répartie, c'est l'assurance d'une récolte médiocre ou même catastrophique. Il serait néfaste que la vulgarisation des nouvelles techniques agricoles introduites soit contrecarrée par une mauvaise récolte, ce qui engendrerait automatiquement tout au moins de la réticence, sinon le refus de la part du destinataire visé, le paysan, d'essayer ou d'adopter ces techniques.

Combien de projets apparemment bien élaborés ont échoué, faute d'une appréciation correcte du risque climatique pesant sur la région où le projet doit s'exécuter. Disons tout de suite que c'est principalement à partir des moyennes et répartitions pluviométriques, de la demande évaporative qu'on se base trop souvent pour tirer les conclusions sur le risque climatique ; ce qui, comme nous le verrons plus loin, ne traduit pas la réalité du terrain.

La présente étude, menée dans le village de Sabouna que nous considérons assez représentatif de la zone soudano-sahélienne sur le plan agroécologique, a essentiellement pour objectif de mettre au point une méthodologie simple d'appréciation du risque climatique. Le bilan hydrique des cultures constituera la base de cette méthodologie.

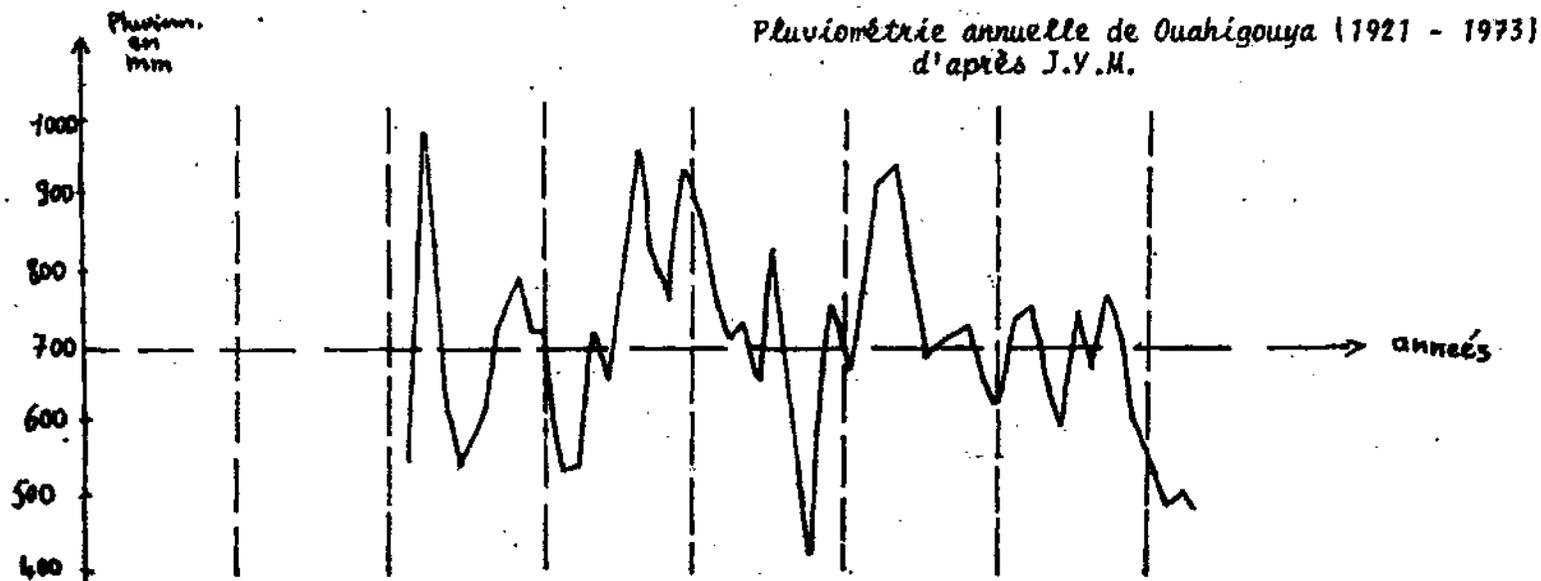
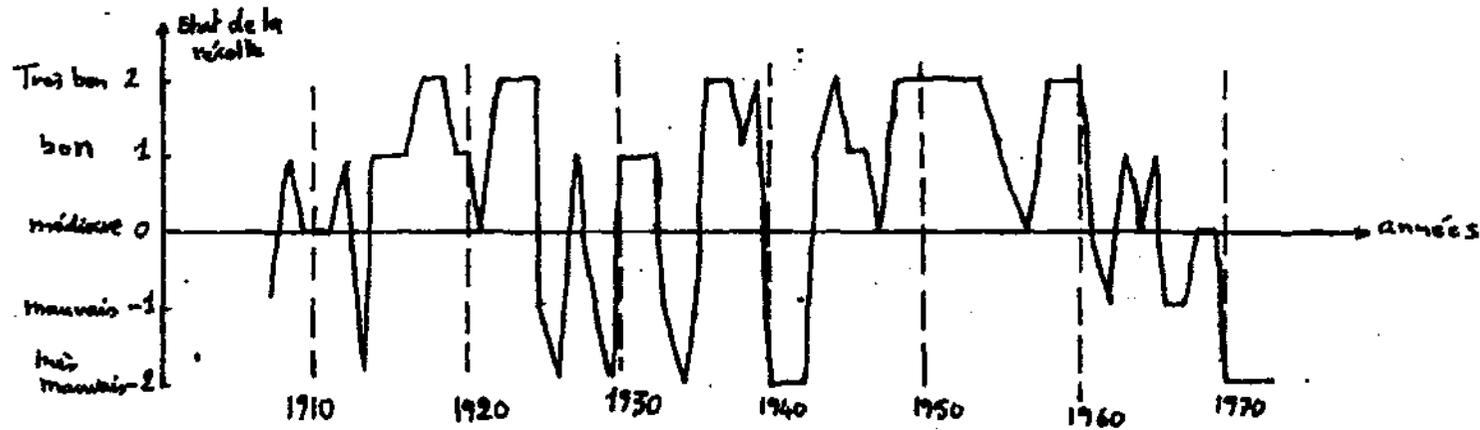
En effet, les approches agroclimatiques classiques se révèlent trop "générales" pour constituer un guide pratique susceptible d'être utilisé par la vulgarisation, car elles se basent sur la pluviométrie et les besoins en eau des cultures pour estimer le niveau d'alimentation hydrique des plantes, sans tenir compte du système sol-plante-climat, indissociable et capital.

Le rapport de l'étude lui-même est structuré ainsi qu'il suit :

- une première partie qui fera ressortir l'impact du risque climatique sur la production agricole dans le Yatenga
- une deuxième partie où on évaluera succinctement les opérations qui ont déjà été réalisées ou en cours pour conjurer les aléas climatiques dans la région
- une troisième partie où seront exposés les objectifs et les résultats de la campagne 1981 par l'équipe de recherche pluri-annuelle et multidisciplinaire opérant dans le village pilote de Sabouna.
- enfin, au vu des premières conclusions de l'étude, nous essaierons de faire, dans la quatrième partie, des propositions pratiques d'intervention pour permettre à ce village d'amorcer le processus de son auto-promotion.

Plusieurs chapitres comportant différents points, comme l'indique le plan du rapport, viendront étayer ces quatre parties de notre travail qui, nous en avons conscience, comporte des imperfections, eu égard aux moyens disponibles et au temps imparti pour le réaliser. Mais étant donné que le programme de recherche développement de l'équipe intervenant au Yatenga se poursuit et se diversifie davantage, les résultats ultérieurs viendront préciser et compléter ceux acquis en cette campagne.

**FIGURE 1** : Appréciation de l'ensemble de la production céréalière au ratiou (1907 - 1973)  
 d'après J.Y. Marchal "Récoltes et disettes en Zone NORD-SOUDANNIENNE" Op. cité



Le mot "risque" véhicule indubitablement la notion de probabilité. Nous entendons par risque climatique la part à réserver aux aléas climatiques dans l'obtention des rendements des cultures sèches. On ne saurait ignorer la complexité d'un tel problème et les difficultés de l'approcher de façon correcte.

## CHAPITRE I - DIFFICULTE DE CERNER LE RISQUE CLIMATIQUE

### I.1. Approche statistique à partir des observations

Il serait scientifiquement naïf d'entreprendre un projet agricole dans une région donnée, sans avoir, au préalable, des informations précises relatives aux conditions agroclimatiques du milieu. A partir de la période coloniale, plusieurs stations météorologiques ont été installées dans diverses localités couvrant toute la zone soudano-sahélienne. Les données climatiques recueillies dans ces stations, bien analysées et interprétées, peuvent constituer un élément précieux dans l'appréciation du risque climatique d'une localité donnée. Dans le Yatenga, et particulièrement à Ouahigouya, des données pluviométriques ont été collectées systématiquement de 1921 à nos jours. Il en ressort qu'à Ouahigouya, la pluviosité annuelle moyenne est de 700 mm. Une telle pluviométrie devrait être suffisante pour garantir une bonne performance, toutes choses égales d'ailleurs, des cultures coutumières de la région, notamment le mil et le sorgho. Tel n'est pas le cas à cause des variations tant interannuelles qu'intermensuelles oscillant autour de cette moyenne, la rendant ainsi peu significative du point de vue agronomique (Cf. I.2.1 2ème partie, page 23)!

De même, à partir de 1970, on a commencé également à recueillir des données sur l'évaporation, en utilisant le bac classe A. Ces données permettent ainsi de calculer l'évapotranspiration potentielle (ETP) dont on peut déduire partiellement les besoins en eau des différentes cultures. Ces paramètres, pour utiles qu'ils soient dans la présentation et l'appréciation du climat prévalant dans une région donnée, demeurent toutefois insuffisants quand il s'agit de cerner le problème relatif à l'alimentation en eau des cultures.

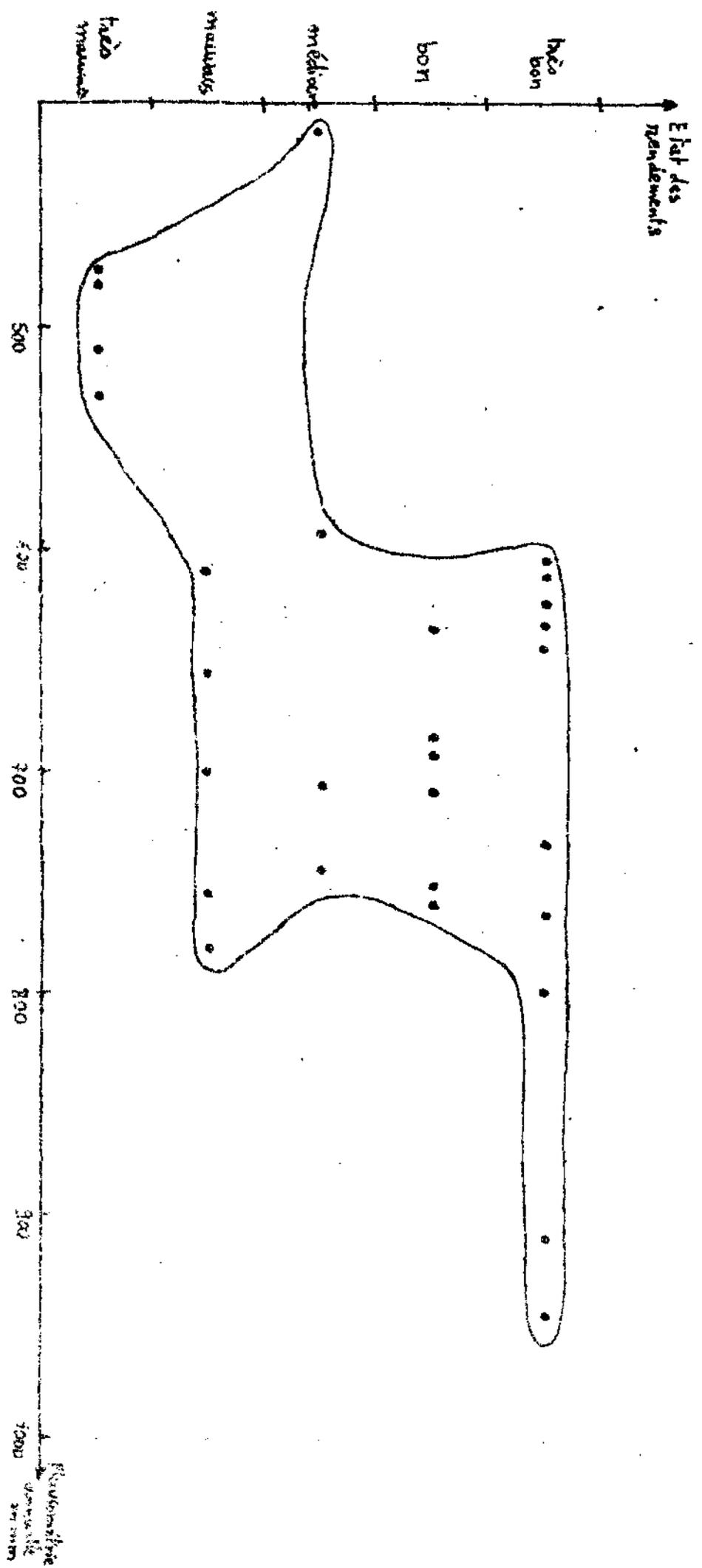
### I.1.1. Insuffisance des données

S'agissant de cerner le problème de l'alimentation hydrique dans les rendements des cultures, les données agroclimatologiques classiques, telles que la pluviométrie et l'ETP s'avèrent insuffisantes parce qu'elles ne font pas état des caractéristiques du réservoir-sol, support et source d'alimentation en eau pour la plante. Pour bien appréhender ce problème, il est nécessaire, par exemple, d'avoir une idée correcte de la capacité de rétention de chaque type de sol, c'est à dire la quantité d'eau en mm qui peut être stockée dans une tranche de sol d'épaisseur donnée et mise au profit des cultures. Il importe aussi de connaître les variations du "réservoir utile" pour la plante, qui est étroitement liée à la dynamique de son enracinement.

### I.1.2. Représentativité des données

Il est d'observation courante que, pour une même formation pluvieuse à l'intérieur d'une aire relativement restreinte, les précipitations recueillies peuvent varier significativement d'un point à l'autre. De même, différents reliefs couvrant une zone donnée peuvent engendrer des différences microclimatiques et partant des variations dans la demande évaporative de cette zone. Par exemple, il a été observé qu'entre la station agrométéorologique de Farako-Bâ située dans une vallée et l'aérodrome de Bobo-Dioulasso, situé sur plateau très dégagé, que la différence de l'évaporation bac journalière pouvait atteindre 4 mm, alors que ces deux stations ne sont séparées que de 11 kms (2). De ce fait, on a une représentativité spatiale relative des mesures agrométéorologiques, même à l'échelle locale. On ne doit pas non plus oublier que les données climatiques seules ne suffisent pas pour cerner le risque climatique influençant les rendements des cultures. Les variations des rendements illustrent bien cette assertion, comme le montre la figure II. Ce graphique établi à partir des informations fournies par J.Y MARCHAL sur le Yatenga (1), fait apparaître un nuage de points très dispersés. Bien qu'on ne dispose pas de données chiffrées concernant cette figure, il est clair que la dispersion des points observés rendrait impossible toute corrélation entre moyennes pluviométriques annuelles et rendements des cultures, comme on aurait tendance à le penser.

FIGURE 17. Variations de l'état des rendements des rizières en fonction de la pluviométrie annuelle (1971-1973) d'après les données de J.V.M. (1)



Ce graphique traduit bien la réalité quant à l'appréciation du risque climatique, à partir des moyennes statistiques des mesures disponibles.

Restent alors les mesures obtenues dans les quelques centres de recherche disséminés çà et là dans la zone soudano-sahélienne concernée par notre étude. Les résultats de ces mesures sont parfaitement fiables, car elles ont été recueillies méthodiquement pendant plusieurs années. Toutefois, elles restent valables pour un niveau technique donné, généralement inconnu sur le terrain, en milieu paysan. Le transfert des techniques de la station de recherche au village, zone d'application, reste un problème difficile à résoudre à cause du caractère sélectif de la "distribution" de l'information dans les pays en voie de développement. L'efficacité des méthodes de vulgarisation jusque là utilisées dans le tiers-monde et, plus particulièrement en Afrique est médiocre au regard des moyens qu'on y consent (3). L'implication en est l'association et la collaboration étroite entre la recherche et le développement. C'est dans ce sens qu'oeuvrent les différentes institutions de recherche et de développement, dans leur zone d'intervention, et plus particulièrement dans l'ORD du Yatenga depuis un certain nombre d'années. Les résultats engendrés par cette "symbiose" recherche-développement auront peut-être le double avantage d'être non seulement bien élaborés, mais aussi constitueront une banque de données scientifiques fiables et utilisables sur place parce qu'issus du milieu paysan avec ses contraintes propres.

## I.2. Recours aux opérations de recherche-développement

### I.2.1. Processus de mise en place

Les dures années de sécheresse (1972-74) ont suscité chez les responsables de l'encadrement une nouvelle prise de conscience de la précarité des systèmes de production des masses rurales, pourtant reconnues pour leur courage et leur ardeur au travail. Les aléas climatiques et leurs conséquences désastreuses ont engendré une véritable révolution dans la stratégie d'approche du milieu rural, tant du côté des ORD que de celui des diverses institutions de financement et de recherche désireuses d'aider les paysans à y trouver une solution.

Dans ce contexte, la priorité a été donnée à l'eau, c'est à dire à la lutte contre l'aridité des sols et à la recherche de formules permettant de conserver et de régénérer les sols, tout en rationalisant l'utilisation de l'eau de pluie. Dès lors, l'ORD cumule deux fonctions : celle de vulgarisation des techniques appropriées et celle de stimulation et d'organisation des exploitants eux-mêmes. A cet effet, des structures d'encadrement et de sensibilisation ont été instituées à l'intérieur desquelles les paysans devront oeuvrer pour amorcer leur auto-promotion. Parallèlement, les aides extérieures ont donné un nouvel élan à ces différentes structures de développement, en l'occurrence les groupements villageois, par le financement de programmes et projets de recherche-développement. Tout ce dispositif n'a qu'un seul objectif : évaluer et conjurer, si possible, le risque climatique, afin de déclencher le processus devant permettre aux masses laborieuses d'atteindre l'auto-suffisance alimentaire. Après quelques années de mise en place et de fonctionnement de ce dispositif, il est nécessaire d'évaluer l'impact des innovations qu'il préconise et la réponse du milieu à ces innovations.

### I.2.2. Nécessité d'évaluer la réponse du milieu aux innovations

Comme nous l'avons signalé antérieurement, depuis la campagne agricole 1975, l'ORD, avec l'appui technique et financier de diverses institutions, notamment le fonds de développement rural (F.D.R.), les organismes non gouvernementaux (O.N.G.), etc., a lancé dans le milieu rural un certain nombre de projets parmi lesquels on peut citer : le reboisement, la lutte anti-érosive, la culture attelée, etc... La réponse du milieu à ces nouvelles techniques varie naturellement selon le projet, voire la localité. Aussi, au lieu d'évaluer chaque projet séparément, nous bornerons-nous à porter quelques éléments de réflexion globale sur l'impact de ces nouvelles techniques introduites dans le milieu d'accueil à la lumière de l'objectif fixé au départ, à savoir l'intensification de la production agricole. L'évaluation de ces innovations au niveau d'un village, Sabouna (le site de notre étude) fera l'objet d'une étude plus approfondie (2ème partie : chapitre II).

Pour apprécier la réponse d'un milieu à l'innovation, on doit d'abord connaître les contraintes et les "goulots d'étranglement". En effet, tout projet de développement agricole entrepris se heurtera toujours à certains obstacles de nature à limiter le succès escompté.

Ces obstacles ou ces contraintes peuvent être :

- . la disponibilité en matériel et équipement
- . la disponibilité en force de travail qui est étroitement liée aux temps de travaux utiles par rapport à ceux disponibles
- . les problèmes fonciers
- . les us et coutumes prévalant dans la communauté, c'est à dire le contexte socio-économique dans lequel évoluera le projet de développement.

Mais comme le milieu rural n'est pas homogène, la nature des contraintes variera suivant l'exploitation agricole, le village ou la région. Compte tenu de ces faits, on peut avoir une méthodologie d'approche identique sur un plan conceptuel, mais nécessairement au niveau de l'exécution, on doit s'en tenir aux caractéristiques propres de chaque entité. Cela implique que les étrangers nationaux ou expatriés, appelés à travailler dans cette communauté, aient, au préalable, une certaine maîtrise des différents aspects socio-économiques du milieu. Certes les moyens précaires dont on dispose généralement rendent difficiles cette maîtrise de la connaissance socio-économique du milieu. Mais elle est pourtant absolument nécessaire, car, faute de cette connaissance, les résultats escomptés de ces projets seront aléatoires, malgré les moyens logistiques qu'on y consent. Nous y reviendrons plus loin.

Le milieu rural du Yatenga n'échappe pas au problème du manque d'homogénéité dont il était question ci-dessus. Ainsi le village de Ziga dans le secteur (ORD) de Ouahigouya et celui de Sabouna, dans le secteur de Koumbri, répondent ils différemment aux techniques proposées pour réduire le risque climatique. A Sabouna, pratiquement tous les projets (lutte anti-érosive, culture attelée, etc...) connaissent des succès très limités, alors qu'à Ziga, la réponse du milieu aux mêmes innovations est, jusque là, favorable, de l'avis même des responsables des différentes opérations.

Mais, compte tenu de ce qui a été dit précédemment, cet état de fait ne devrait pas surprendre. Car chaque milieu est spécifique de par sa situation géographique, socio-politique et économique. L'essentiel est de ne pas sombrer dans le découragement, mais plutôt de chercher les voies et moyens pour faire "sauter" les facteurs de blocage rencontrés au niveau de la paysannerie, afin d'obtenir une réponse favorable du milieu.

## CHAPITRE II - MODELISATION DU MILIEU CENTRE SUR LE BILAN HYDRIQUE

La méthode du bilan hydrique est un instrument précieux permettant une meilleure connaissance des relations eau-sol-plante, devant conduire à évaluer dans la structure des rendements la part à réserver aux aléas climatiques, par un suivi de l'alimentation hydrique ; d'évaluer l'efficacité des techniques culturales vulgarisées et de proposer, compte tenu des contraintes socio-économiques du milieu, des techniques permettant de minimiser le risque climatique.

### II.1. Application du bilan hydrique à la parcelle

#### II.1.1. Description du modèle de bilan hydrique

Le modèle de bilan hydrique utilisé est celui proposé par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (I.R.A.T.) (4).

#### II.1.11. Objectif du bilan hydrique

En considérant une parcelle de culture donnée (culture pluviale), le bilan hydrique vise, pour un pas de temps donné (pentade ou décade) à évaluer pour une tranche du sol :

- . les apports d'eau
- . les départs d'eau
- . l'eau disponible pour la plante

La figure III ci-après illustre les différents paramètres pris en compte dans l'établissement du bilan hydrique.

En appliquant la loi de conservation de la matière, ici, l'eau, nous pouvons écrire que :

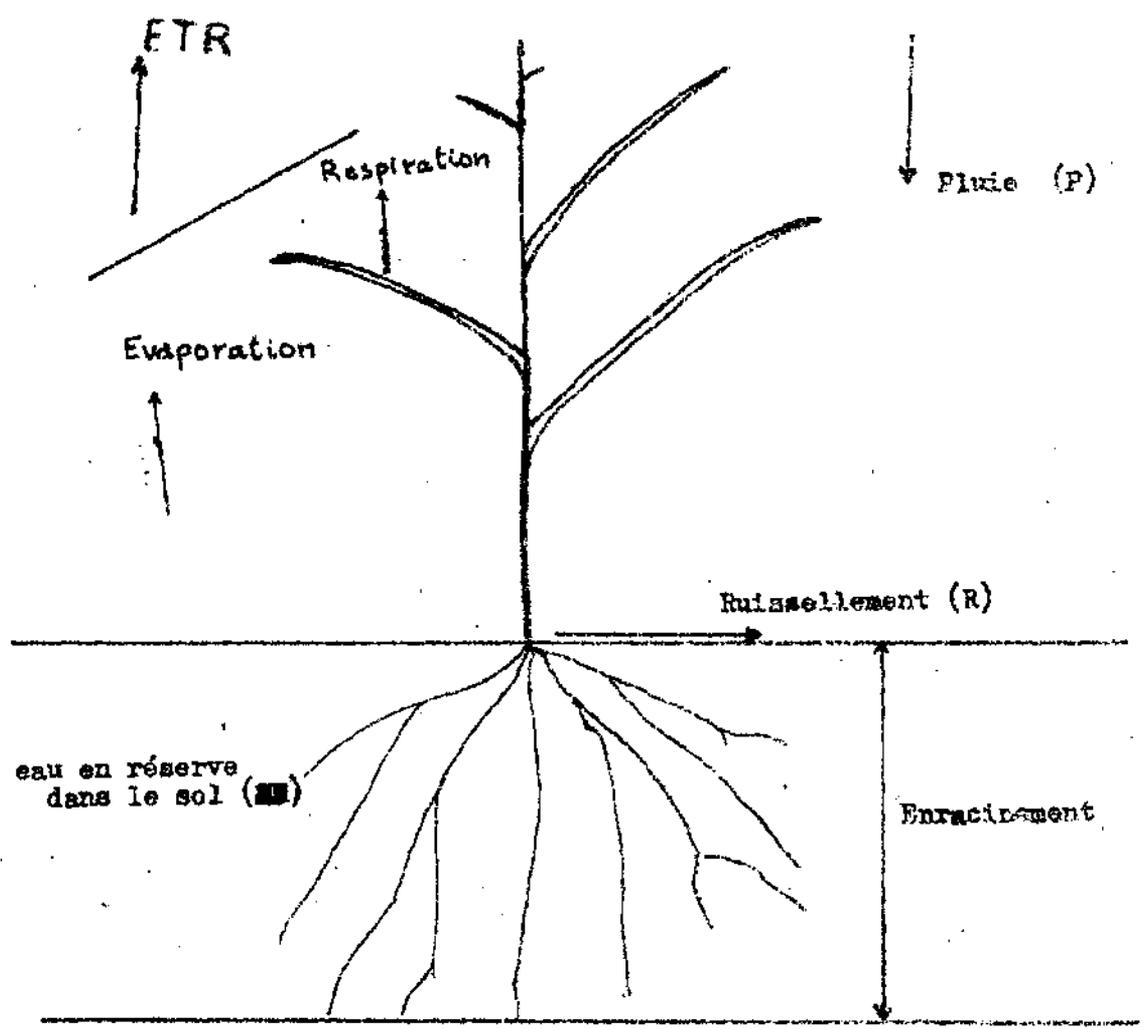
$$P = ETR + R + \Delta RS + D$$

avec P : pluie  
 ETR : eau évapotranspirée  
 R : ruissellement  
 ΔRS : eau stockée dans le sol  
 D : eau de drainage

Il ne sera pas tenu compte ici des éventuelles remontées capillaires considérées négligeables. Alors le bilan hydrique s'établit donc pour une période i donnée (décade ou pentade) :

$$P_i = ETR_i + R_i + D_i + \Delta RS_i$$

FIGURE III Illustration des termes du bilan hydrique



### II.1.12. L'offre en eau : la pluie efficace P - ruissellement

La pluviométrie est mesurée en mm par le relevé pluviométrique journalier. Toute la pluviométrie n'est pourtant pas utilisable par la plante : une partie s'infiltré en profondeur, échappant aux racines (D), une autre ruisselle sur le sol (R).

L'importance du ruissellement dans le terroir de Sabouna est mise en relief dans la paragraphe I.3.2. de la 2ème partie. Dans le modèle de calcul, nous avons estimé le ruissellement à 40 % avant l'établissement du couvert végétal, puis à 30 %, ce qui correspond, à peu près, à la réalité sur le terrain.

### II.1.13 Les relations sol-plante-enracinement

L'importance du sol est primordiale. Il joue le rôle de stockage de l'eau apportée de façon irrégulière par la pluie. Sans entrer dans les considérations hydro-pédologiques caractéristiques de chaque type de sol, le modèle de bilan hydrique doit définir la capacité de stockage maximale : la réserve maximale utilisable (R.M.U.).

#### a) la R.M.U.

Elle correspond à l'eau comprise entre le point de flétrissement et la teneur en eau à la capacité au champs et qui peut être utilisée par la plante. Exprimée en mm, la RMU dépend non seulement de la texture du sol, mais aussi des couches (exemple cuirasse) faisant obstacle à la distribution de l'eau et de l'enracinement.

On peut l'exprimer de la façon suivante :

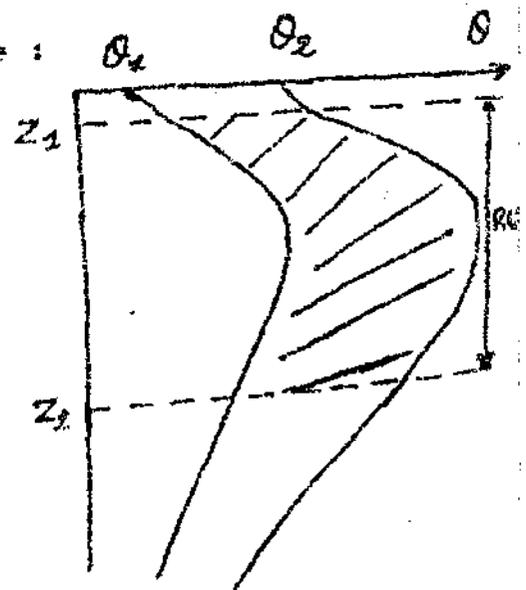
$$RMU = \int_{Z_1}^{Z_2} \theta_2 dz - \int_{Z_1}^{Z_2} \theta_1 dz$$

avec  $\theta_2$  = teneur en eau volumique à la rétention

$Z_1$  = côte du sol, limite supérieure

$Z_2$  = côte inférieure

$\theta_1$  = teneur en eau volumique au point de flétrissement



$$\text{Soit } R^M_U = \int_{Z_1}^{Z_2} (\theta_2 - \theta_1) dz = CU \times Z$$

avec CU : capacité utile exprimée en mm/m, elle traduit la quantité maximale d'eau utilisable par la plante dans la tranche de sol considérée Z.

et Z : exprime la profondeur utile du sol.

Compte tenu des aléas climatiques, toutes les techniques permettant d'augmenter la RMU (façons culturales, matière organique) sont bénéfiques.

A titre indicatif, on peut retenir que la capacité utile varie de 60 mm/m à 200 mm/m selon les différentes textures de sol (5).

#### b) Enracinement et front d'humectation

En fait, la quantité d'eau disponible pour la plante dépendra de l'importance de son enracinement et de sa dynamique de développement. D'où l'importance à accorder à des techniques telles que le travail du sol qui permet un meilleur enracinement (Cf. Ch. I 3ème partie).

L'enracinement du mil peut, dans de bonnes conditions, descendre jusqu'à 180 cm et celui de l'arachide jusqu'à 120 cm pour y pomper l'eau (6).

Mais le développement de l'enracinement dépendra :

- . du rythme de croissance et de développement de la plante
- . des conditions d'alimentation hydrique et minérale
- . de la structure du sol (compacité)
- . de l'évolution du front d'humectation qu'il ne peut dépasser.

#### c) La réserve variable (R.V.)

C'est, en fait, la RMU utilisable par les racines à un stade donné. Comme le front racinaire évolue en fonction du temps, la part de la RMU réellement utilisée par les racines varie aussi : c'est la réserve variable (RV).

d) L'humidité disponible (HD)

C'est le flux d'eau qui traverse, au cours de la période de temps donnée, la tranche de sol explorée par les racines. Elle est utilisée par la plante. Si les besoins en eau lui sont inférieurs, l'excédent sera stocké dans la tranche de sol considérée. Mais, au cas où cet excédent est supérieur à la réserve variable RV, il se répartit dans les couches de sol plus profondes.

Au cours de la période  $i$  (pentade ou décade), nous considérons comme humidité disponible (H<sub>Di</sub>) à partir du premier jour, la somme de toutes les pluies tombées durant la période à laquelle on ajoute la réserve en eau stockée dans le sol. La quantité d'eau perdue par ruissellement est retranchée de chaque pluviométrie considérée et supérieure à 10 mm.

II.1.14. Les besoins en eau des cultures

La demande d'eau de la culture doit être satisfaite par l'eau contenue dans le sol, à travers le système racinaire. Le climat est l'un des facteurs qui influent le plus sur la quantité d'eau que demande une culture pour croître sans restriction et donner un rendement optimal. Cette demande est en rapport direct avec la demande évaporative de l'air et se traduit par l'évapotranspiration potentielle ETP.

a) ETP

C'est une donnée purement climatique. Elle peut être estimée à partir de calcul (de nombreuses formules existent) ou de mesure. Compte tenu des faibles variations interannuelles (de l'ordre de 10 %) observées sur une même station, de façon générale, les valeurs moyennes d'ETP peuvent alors suffire à l'évaluation du bilan hydrique. Pour notre modèle, les valeurs utilisées sont celles de la station de Ouahigouya (§ 1.2.13 - 2ème partie.p29 ).

b) ETM

L'évapotranspiration réelle maximum ETM correspond aux besoins en eau de la culture, quand l'apport d'eau satisfait entièrement ces besoins. Il est obtenu à partir de l'ETP par l'utilisation de coefficients culturaux (K<sub>c</sub>) tenant compte du type et du stade végétatif de la culture, de sa sensibilité ou non au photopériodisme.

En effet, un mil photopériodique de 90 jrs, semé précocement verra son cycle allongé et les besoins en eau accrus. Ces coefficients eux-mêmes sont obtenus par le rapport besoins en eau des cultures sur la valeur de l'évaporation bac (classe A).

$$K_c = \frac{\text{besoins en eau des suctures}}{\text{Ev bac normalisé classe A}}$$

Les valeurs de  $K_c$  utilisées dans notre modèle de calcul sont celles obtenues à Bambey (Sénégal) (7).

c) ETR : l'évapotranspiration réelle

Le taux réel d'absorption de l'eau par la plante, par rapport à son évapotranspiration maximum ETM, dépend de ce qu'elle trouve. Concrètement, ou bien la plante pompe dans le sol sans difficulté de l'eau pas très liée aux particules de terre et correspondant à la réserve facilement utilisable (RFU), alors  $ETR \approx ETM$ , ou bien quand cette réserve diminue et tend vers le point de flétrissement permanent et sans l'atteindre pour autant encore, l'eau, fortement retenue par les particules de terre, est rendue difficilement extractible et alors l'ETR est inférieure à l'ETM. Cette difficulté est évaluée par le paramètre humidité relative, rapport entre l'humidité disponible pour le pas de temps donné et la réserve variable (RV)

$$HR = \frac{HD}{RV}$$

Plusieurs évaluations de l'ETR sont proposées

- EAGLEMANN, partant de la relation  $ETR_j = f(ETM_j, HR)$  a établi la fonction polynome (appelée fonction d'Eaglemann) dont un modèle de représentation graphique est proposé dans la figure IV

- Mais pour simplifier le problème, on peut se baser sur les critères suivants ;

$$\text{Si } HR < 0,8 \quad \text{on prend } ETR = HR \times ETM$$

$$\text{Si } Hr \geq 0,8 \quad ETR = ETM$$

II.1.15. Coefficient de réponse au rendement

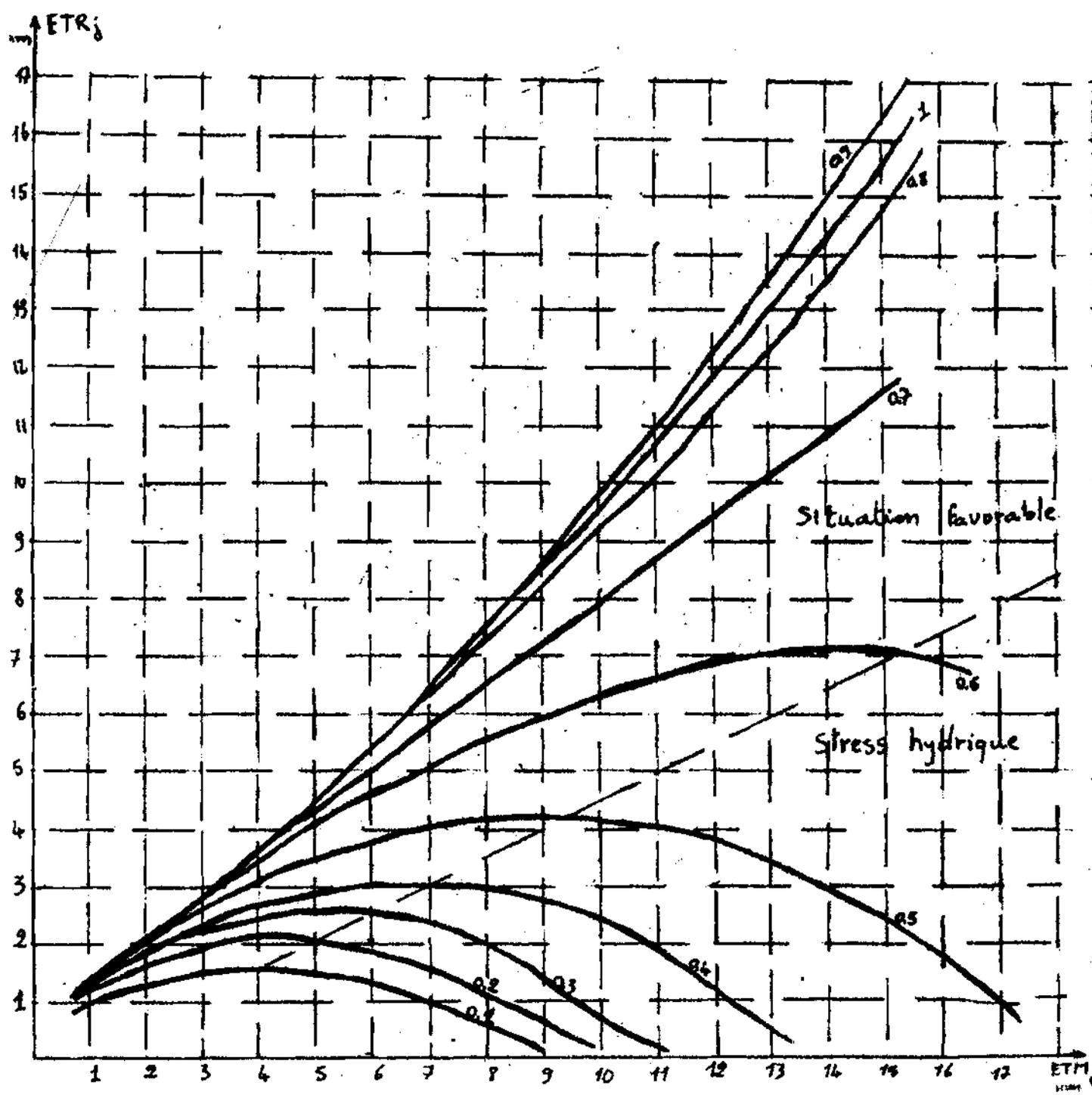
Pour caractériser le niveau d'alimentation en eau de la culture, ayant eu une influence sur le rendement obtenu, on définit un coefficient appelé indice de satisfaction des besoins en eau de la culture (I).

$$I = \frac{\sum_1^i ETR_i}{\sum_1^i ETM_i} \times 100$$

FIGURE IV :

Fonction d'EAGLEMANN

Relation entre l'évapotranspiration journalière  $ETR_j$  et la demande  $ETM_j$  en fonction de l'humidité disponible.



$$ETR_j = 0.732 - 0.050 ETM_j + [4.97 ETM_j - 0.667 ETM_j^2] HR$$

$$- [8.57 ETM_j - 1.56 ETM_j^2] HR^2 + [4.35 ETM_j - 0.880 ETM_j^2] HR^3$$

## II.1.2. Exemples de simulation du bilan hydrique

### II.1.21. Pour un mil de 90 jours sensible au photopériodisme et semé le 20 juin

Nous avons considéré dans la méthode de calcul des intervalles de cinq jours. Du fait de sa sensibilité au photopériodisme, le cycle réel a été de 110 jours. C'est la phase de développement qui a été, de ce fait, allongée.

Pour évaluer l'ETR, nous subdivisons chaque période en deux, dans le but de réduire au mieux, les erreurs de son estimation.

En effet, de par la conception du modèle du bilan hydrique, on considère la pluviométrie de la période comme étant disponible aux cultures dès le premier jour, ce qui amène à une surestimation de l'ETR. Il nous a semblé judicieux de subdiviser la période pour en fait calculer une ETR moyenne pondérée. Ce qui nous a conduit à suivre la procédure de calcul suivante au cours de la période  $i$  :

$$\begin{aligned}
 HR_{1i} &= \frac{HD_i}{RV_i} \\
 HR_2 &= \frac{HD - ETR_{1i}}{RV_i} \\
 \text{Si } HR &\geq 0,8 \quad ETR_{1 \text{ ou } 2} &= \frac{ETM_i}{2} \\
 \text{Si } HR < 0,8 \quad ETR_{1 \text{ ou } 2} &= HR_{1 \text{ ou } 2} \times \frac{ETM_i}{2} \\
 ETR_i &= ETR_{1i} + ETR_{2i}
 \end{aligned}$$

Nous avons considéré une RV maximale de 100 mm. Dans le sol nu, du fait du phénomène naturel de mulch constaté, on considérera que l'évaporation s'exerce sur les vingt premiers cm. C'est la raison pour laquelle la RV a été estimée à 20 mm avant le semis. Dès l'établissement de la culture, nous estimons la vitesse de l'enracinement à 2 - 3 cm/jour entre le début du cycle et la fin de la montaison, puis à 1,5 cm/jour à partir de ce stade, jusqu'à la récolte, comme le montre le tableau 1 ci-après et qui

est tiré d'une étude de J.L. CHOPART sur l'enracinement des cultures au Sénégal (6).

Tableau 1 : Vitesse d'avancement du front racinaire en cm/jour

culture	travail du sol	Nb de jours après semis							
		0	7	15	40	50	65	90	95
mil	avec ou sans labour	1,5 à 2		3 à 3,5		1,5 à 1			
	labour	5	2,5 à 3				0		
	sans labour	5	2				0		

Mais il va de soi que le front racinaire ne peut pas dépasser le front d'humectation. Au niveau du sol, le stock d'eau est réparti par tranche de 20 cm. Les résultats des calculs de la simulation sont consignés dans le tableau 2 ci-contre, tandis que la figure V représente l'évolution de l'indice de satisfaction des besoins en eau du mil, tout au long de son cycle.

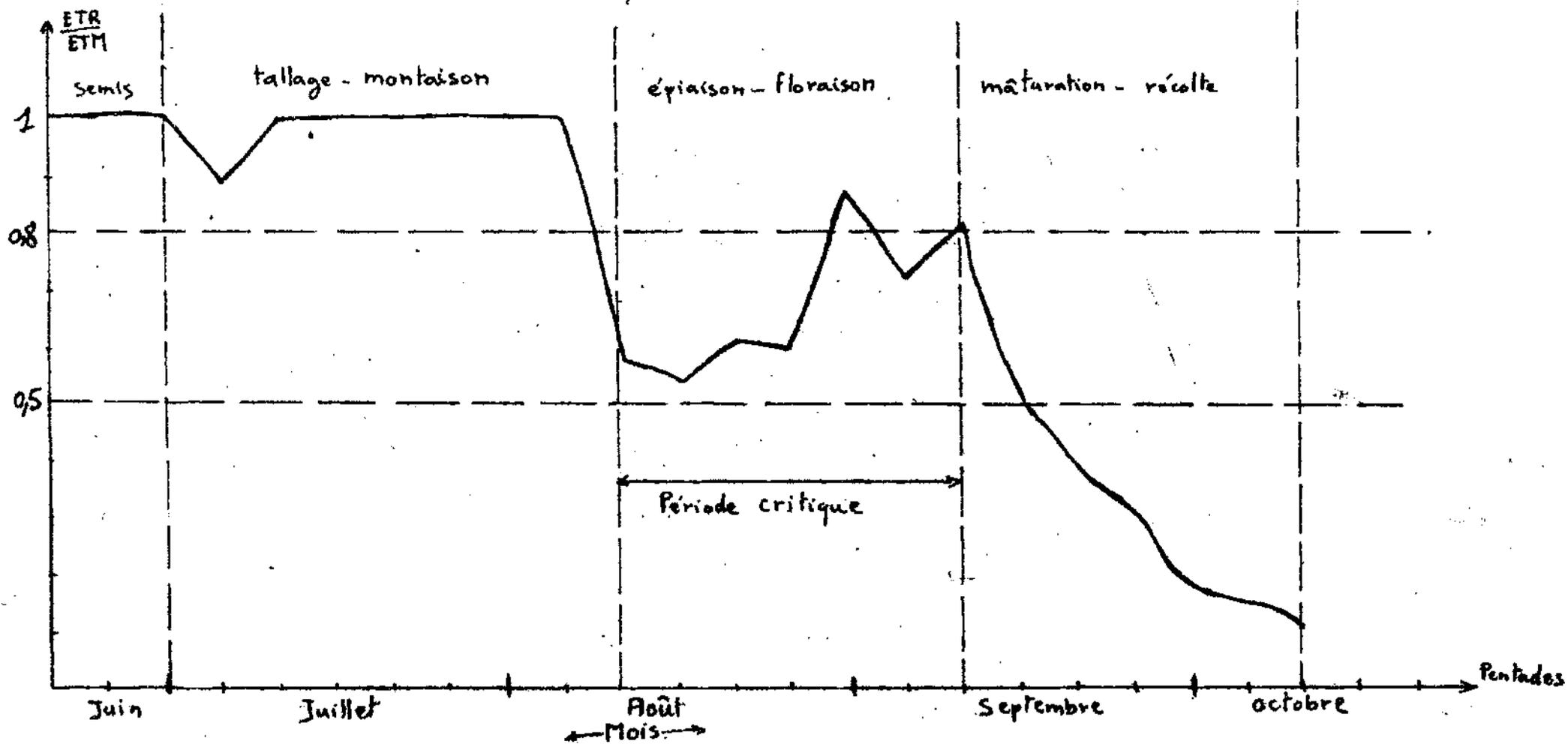
Comme le montre la figure V, le mil a connu une bonne alimentation hydrique du semis à la montaison, ce qui s'est traduit par une bonne végétation sur le terrain (Cf. photos n° 3 et 4) ; puis un stress hydrique plus ou moins important au stade épisaison-floraison. Une alimentation déficitaire a été constatée à partir de la maturation. Toutefois, elle ne saurait expliquer seule les faibles rendements obtenus dans les parcelles des paysans. Nous y reviendrons dans la 3ème partie de ce rapport.

.../...

Tableau 2 : Simulation du bilan hydrique : mil de 90 jours photopériodique

Périodes	P	Pc	Kc	ETP	ETM	HD	Enr	RV	ETR	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	ETR ETM
1.5.5	46	27,6	.1	40	4	27,6	-	20	4	20	16	3.6			
5.10.5	0	0	.1	40	4	16	-	20	3,4	16	12,5	3.6			
10.15.5	0	0	.1	38	3,8	12,6	-	20	2,27		10,3	3.6			
15.20.5	0	0	.1	38	3,8	10,33	-	20	1,86		8,46	3.6			
20.25.5	0	0	.1	35	3,5	8,46	-	20	1,41		7,04	3.6			
25.30.5	44	26,4	.1	35	3,5	33,44	-	20	3,5	20		13.54			
1.5.6.	4	4	.1	34,5	3,45	24	-	20	3,45	20		14.09			
5.10.6.	10	6	.1	34,5	3,45	26	-	20	3,45	20		16,64			
10.15.6.	0	0	.1	34	3,4	20	-	20	3,4	16,6		16,64			
15.20.6.	43	28,6	.1	34	3,4	45,2	-	20	3,4	20		20	18,4		
20.25.6	38	26,6	.31	30	9,3	46,6	20	20	9,3	20		20	20	15,7	8,2
25.30.6	34	23,6	.37	30	11,1	43,6	20	20	11,*	20		20	20	20	8,2
1.5.7	0	0	.42	29,5	12,39	30	30	30	11,1	18,9	10	20	20	20	8,2
5.10.7	19	13,3	.55	29,5	16,2	47,2	45	45	16,2		31	15	20	20	8,2
10.15.7	35,9	25,4	.68	28,5	19,38	71,4	60	60	19,38			52.02	20	20	8,2
15.20.7	8	8	.74	28,5	21,09	75,02	75	75	21,09			53.93			1
20.25.7	21,5	15,5	.79	27,5	21,7	82,63	90	90	19,33			63.6			1
25.30.7	40	28	.85	27,5	23,37	91,6	90	90	23,37			68.23			1
1.5.8	10	7	.90	26,5	23,85	75,23	90	90	20,27			54,95			1
5.10.8	1	1	.96	26,5	22,89	55,95	90	90	13,32			42.63			.58
10.15.8	16	11,2	1.02	25,5	26,01	53,83	90	90	14,2			39.63			.54
15.20.8	26,5	20,2	1.06	25,5	27,03	59,83	90	90	16,62			43,21			.61
20.25.8	22	15,4	1.08	25	27	58,61	90	90	16,21			42.4			.60
25.30.8	57,5	40,25	1.09	25	27,25	82,65	90	90	23,95			58.7			.87
1.5.9	18,5	13,1	1,10	26	28,6	71,8	90	90	20,87			50.93			.72
5.10.9	27	21,03	1.01	26	26,26	72,23	90	90	21,75			50.47			.82
10.15.9	0	0	.92	26,5	24,38	54,47	90	90	12,74			37,73			.52
15.20.9	0	0	.88	26,5	23,32	37,73	90	90	9,13			26.6			.39
20.25.9	0	0	.84	27,5	23,1	26,6	90	90	7,64			18.95			.33
25.30.9	0	0	.81	27,5	22,2	18,95	90	90	4,32			14,62			.19
1.5.10	1	1	.78	28	21,84	15,62	90	90	3,52			12.09			.16
5.10.10	0	0	.75	28	21	12,09	90	90	2,65			9.44			.12

**FIGURE V :** Evolution de l'indice de satisfaction des besoins en eau du mil au cours de son cycle (d'après la simulation du bilan hydrique)



### II.1.22 - Comparaison ETR simulé et ETR évalué in situ

Pour donner une idée de ce que représente les résultats de la simulation du bilan hydrique sur le terrain, nous les avons comparés à des mesures d'ETR journalier effectuées in situ.

En effet, au cours des années 1968 et 1969, l'alimentation hydrique du mil "Souna" a été évaluée à l'aide d'un humidimètre à neutrons sur la station de recherche de Bambey au Sénégal (8).

A partir des pluviométries journalières de 1968 et 1969, enregistrées dans cette même station, nous avons effectué les calculs de simulation du bilan hydrique, pour un pas de temps de cinq jours à partir de la date de semis (début juillet) et en considérant un coefficient de ruissellement de 10 %.

Le tableau 3 suivant montre, pour l'année 1968, la comparaison entre les ETRj calculés par la simulation et ceux mesurés aux mêmes stades de développement de la culture (mil de 90 jours).

Tableau 3 : Comparaison ETR calculé avec ETR mesuré à Bambey 1968

Stade de développement du mil	ETR calculé mm/j	ETR évalué (tube 5 m) mm/j
Semis	1,7	1,4
Développement végétatif	2,6	2,6
Epiaison - floraison	4,8	4,7
Formation du produit	4,3	4,5
Maturation - récolte	1,8	2,1

Comme on peut le remarquer, les différences entre les deux méthodes d'évaluation de l'ETR sont globalement négligeables.

### II.2. Application du bilan hydrique à un système cultural

La simulation du bilan hydrique, appliquée à la parcelle de culture est un instrument efficace, en ce sens qu'elle permet de corriger certains facteurs, tels que la date de semis, les façons culturales réduisant le ruissellement afin d'accroître le niveau d'alimentation hydrique des plantes. Mais pour mettre à

la disposition de l'agriculteur une certaine grille de décisions lui permettant, plus ou moins, de "sécuriser" ses cultures du point de vue de l'alimentation hydrique, il convient de modéliser globalement le milieu, en tenant compte de tous les facteurs et contraintes affectant la production. C'est ce que vise l'application du bilan hydrique à un système cultural.

On sait, en effet, que devant les nombreux problèmes que pose l'intensification des cultures vivrières, les exploitants, pour y faire face, développent un système antialéatoire de type extensif, notamment en cultivant plusieurs petites parcelles dans les différents types de sols du terroir. Il s'agit alors à partir d'enquêtes minutieuses, relatives aux facteurs de production en place (superficies des champs, force de travail disponible, temps de travaux, etc...) de simuler un modèle permettant à l'agriculteur de valoriser au mieux, tous ses facteurs de production, et, tenant compte, bien sûr, des contraintes (contraintes de réalisation du billonnage, ou du labour à plat, de semis etc...), cela devant conduire à trouver un optimum de combinaisons possibles, pour l'ensemble des parcelles, garantissant une meilleure gestion de l'eau climatique, au profit d'un maximum de rendement des cultures pratiquées.

Ce genre de travail est bien sûr grandement facilité par l'utilisation d'un ordinateur. Faute de moyens, ce travail n'a pu se réaliser comme prévu. Compte tenu de l'importance des résultats à en attendre, il serait souhaitable de le réaliser au cours de la prochaine campagne.

DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DES OPERATIONS DE  
DEVELOPPEMENT DEJA TENTEES OU EN COURS AU YATENGA :  
L'EXPERIENCE DE SABOUNA

Pour comprendre la réponse du milieu aux différentes actions de développement menées, afin de lutter contre un environnement franchement défavorable à la production agricole, il convient, tout d'abord, de situer le site de Sabouna.

CHAPITRE I - LE SITE DE SABOUNA

I.1. Sabouna dans le contexte du Yatenga

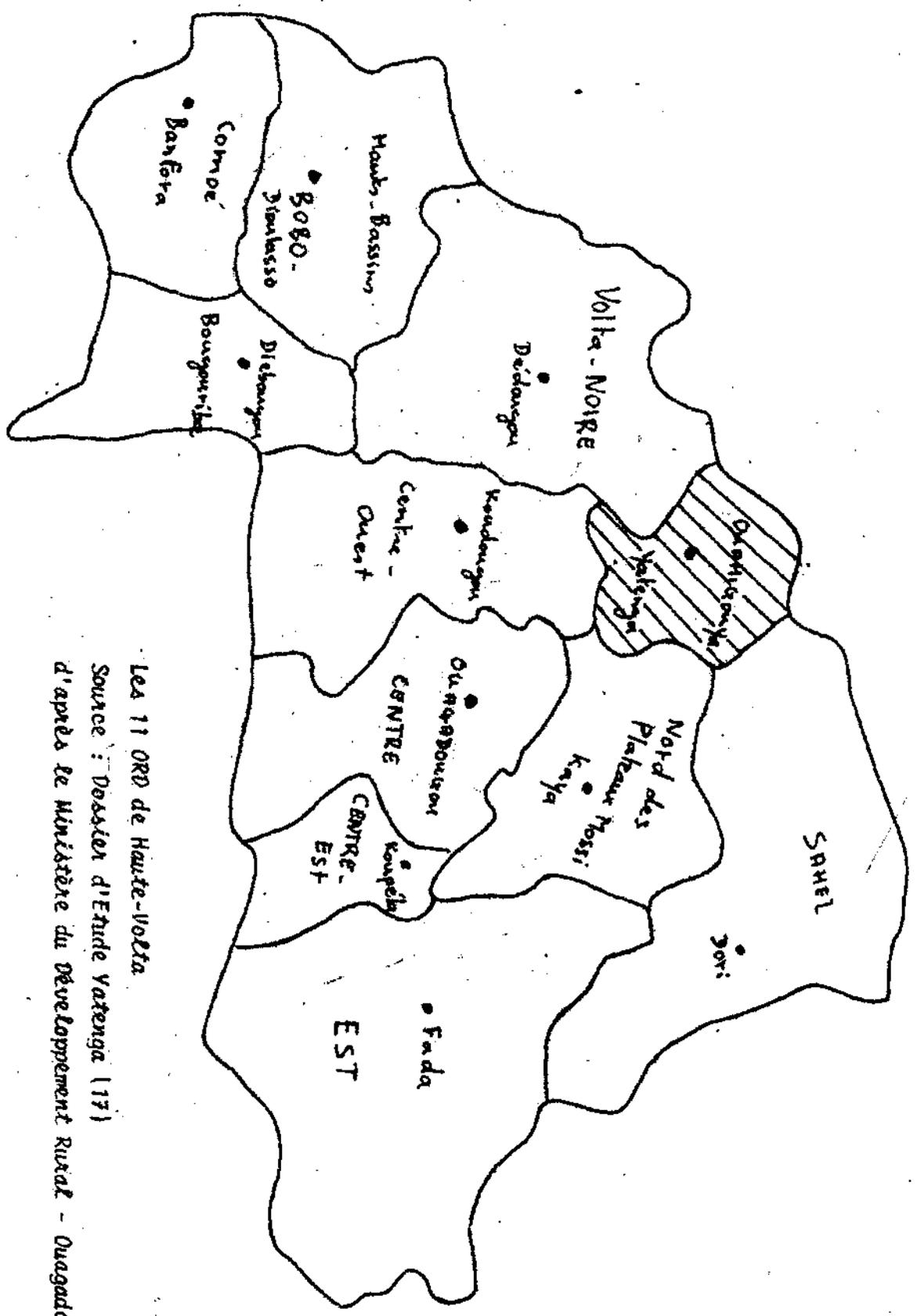
Sabouna est un village du secteur (ORD) de Koumbri qui est aussi une sous-préfecture. Situé à environ 26 kms au N.N.E. de Ouahigouya, chef lieu du département du Nord Yatenga, il a une superficie estimée à 5 000 ha (9). Il est compris entre les longitudes et les parallèles suivants : 2°15' ; 2°25'W et 13°45' ; 13°50'N.

L'altitude y oscille entre 250 et 350 m; Il est compris entre les isohyètes 650 et 700 mm (carte n° 2). C'est une région enclavée car éloignée des principaux axes routiers et les pistes qui le desservent sont impraticables en saison des pluies, en raison des bas fonds à traverser et des nombreux ravins qui se développent.

I.2. Le milieu écologique

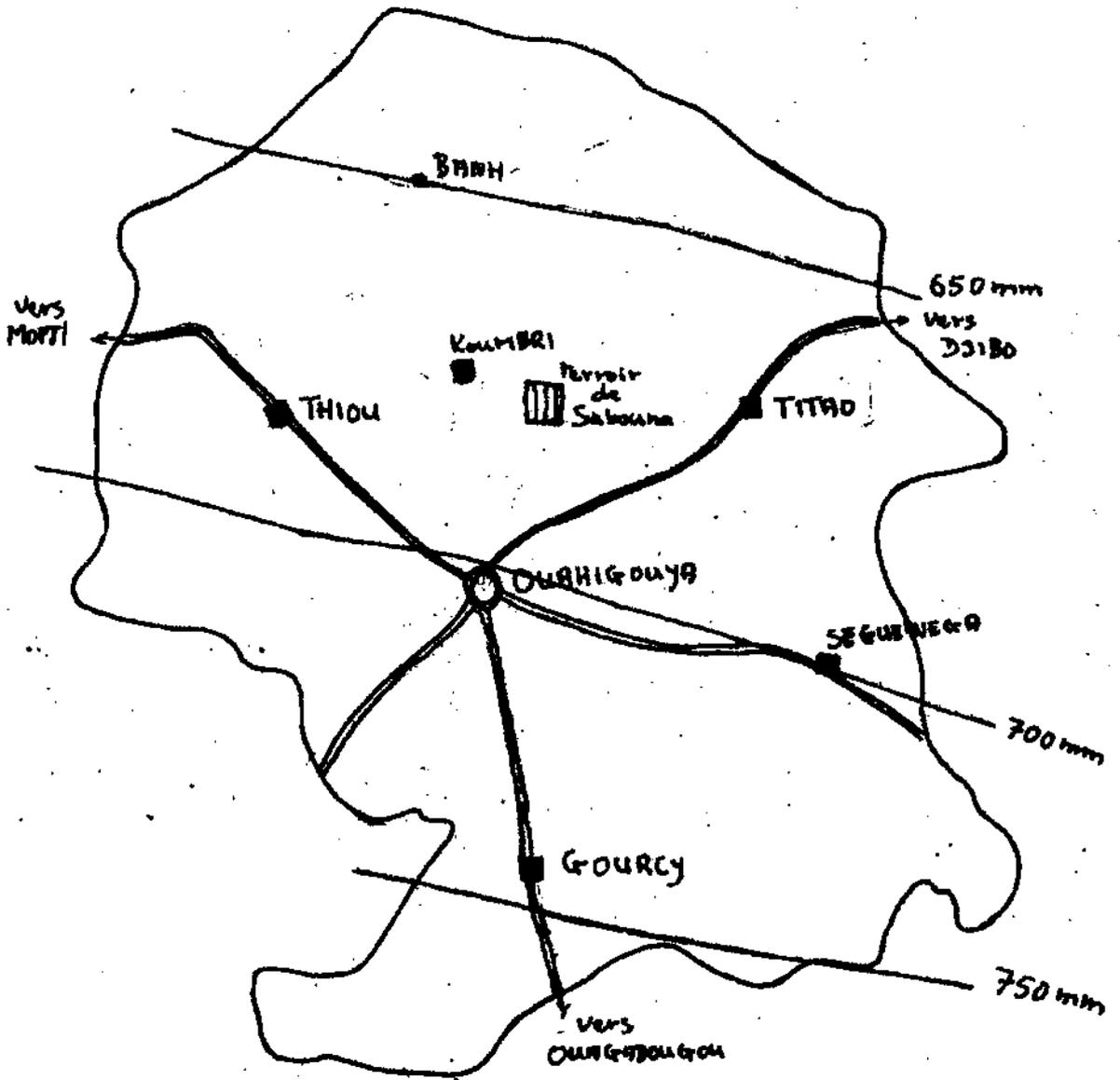
I.2.1. Le climat

Situé dans la zone dite tropicale sèche, le terroir présente un climat de type soudano-sahélien caractérisé par une seule saison humide (de mai à octobre) et une longue période morte du point de vue production agricole. Cette période se subdivise en deux saisons sèches : l'une fraîche allant de novembre à janvier (température moyenne : 25°4 C), l'autre chaude de février à mai (température moyenne : 30°1 C).



Les 11 ORD de Haute-Volta  
 Source : Dossier d'Etude Yatenga (17)  
 d'après le Ministère du Développement Rural - Ouagadougou

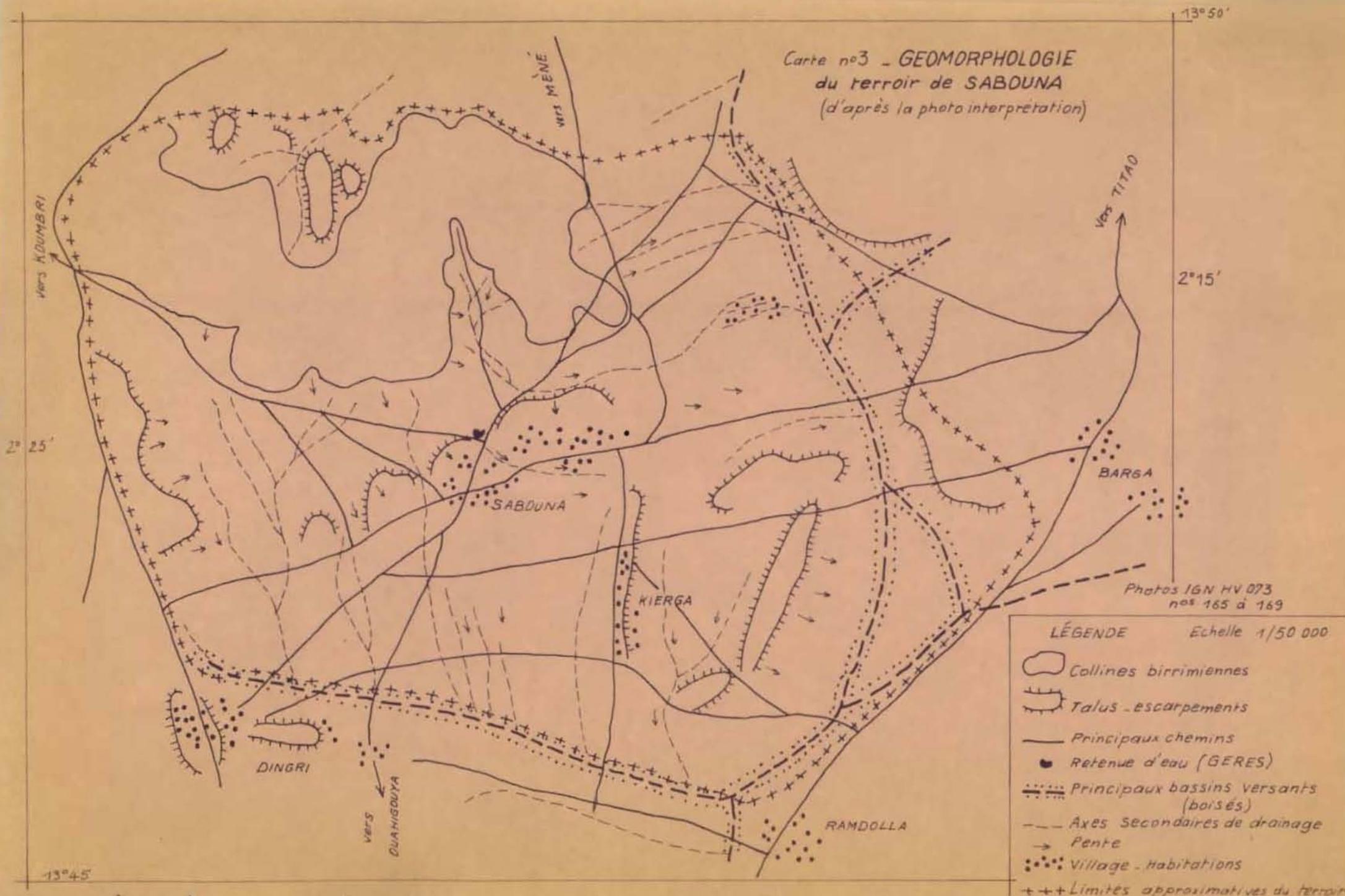
Carte n° 2 : Situation de SABOUNA dans l'ORD du Yatenga



- ⊙ Préfecture
- Chef-Lieu des Sous-préfectures
- Principaux axes routiers

Le fond de carte provient de J.Y.N.

Carte n°3 - GEOMORPHOLOGIE  
 du terroir de SABOUNA  
 (d'après la photo interprétation)



13°50'

2°15'

2°25'

13°45'

Photos IGN HV 073  
 nos 165 à 169

LÉGENDE Echelle 1/50 000

- Collines birrimiennes
- Talus - escarpements
- Principaux chemins
- Retenue d'eau (GERES)
- Principaux bassins versants (boisés)
- Axes secondaires de drainage
- Pente
- Village - habitations
- +++ Limites approximatives du terroir

### I.2.11. Le vent

Deux types de vent caractérisent ces saisons. L'harmattan, vent sec provient du Sahara, de direction NE et E.NE. Il constitue un grand facteur d'érosion éolienne durant toute la saison sèche. La mousson, en revanche, remonte des côtes atlantiques. C'est un vent frais et humide de direction S.SW., mais qui vire brusquement/les orages avant.

### I.2.12. La pluviométrie

Compte tenu de la variabilité importante, tant interannuelle qu'intermensuelle des précipitations, il est plus intéressant de connaître la probabilité de non dépassement d'une pluviométrie mensuelle ou annuelle donnée. La figure VI et le tableau 4, tirés de l'étude de LIDON et DABIRE le montrent bien. (10)

Ces résultats découlent des analyses fréquentielles des pluviométries mensuelles et annuelles de la station météorologique de Ouahigouya. Grâce à ces analyses, on a pu constater le bon ajustement de la fréquence au non dépassement de ces pluviométries avec une loi racine normale.

Tableau 4 : Probabilité de non dépassement d'une pluviométrie annuelle ou mensuelle donnée

Probabilité que pluvio- métrie $\geq X$	Seuil X en mm							
	années	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.
0,8	511,27	0,36	10,24	60,84	114,49	146,41	89,30	2,25
0,5	673,40	11,55	25,0	86,49	167,70	207,36	121,00	16,0
0,2	784,0	18,49	47,61	123,21	228,01	278,89	158,76	43,56

Notons que les pluies de début d'hivernage (mai-juillet) sont violentes et provoquent une intense érosion, aggravée par un sol rendu nu, par suite d'une longue période sèche.

.../...

Fig. VI : Analyse de la pluviométrie au cours de la campagne 1981.

Pluviométrie en mm

250

200

150

100

50

Mai

Juin

Juillet

Août

Sept.

Oct.

Mois

légende

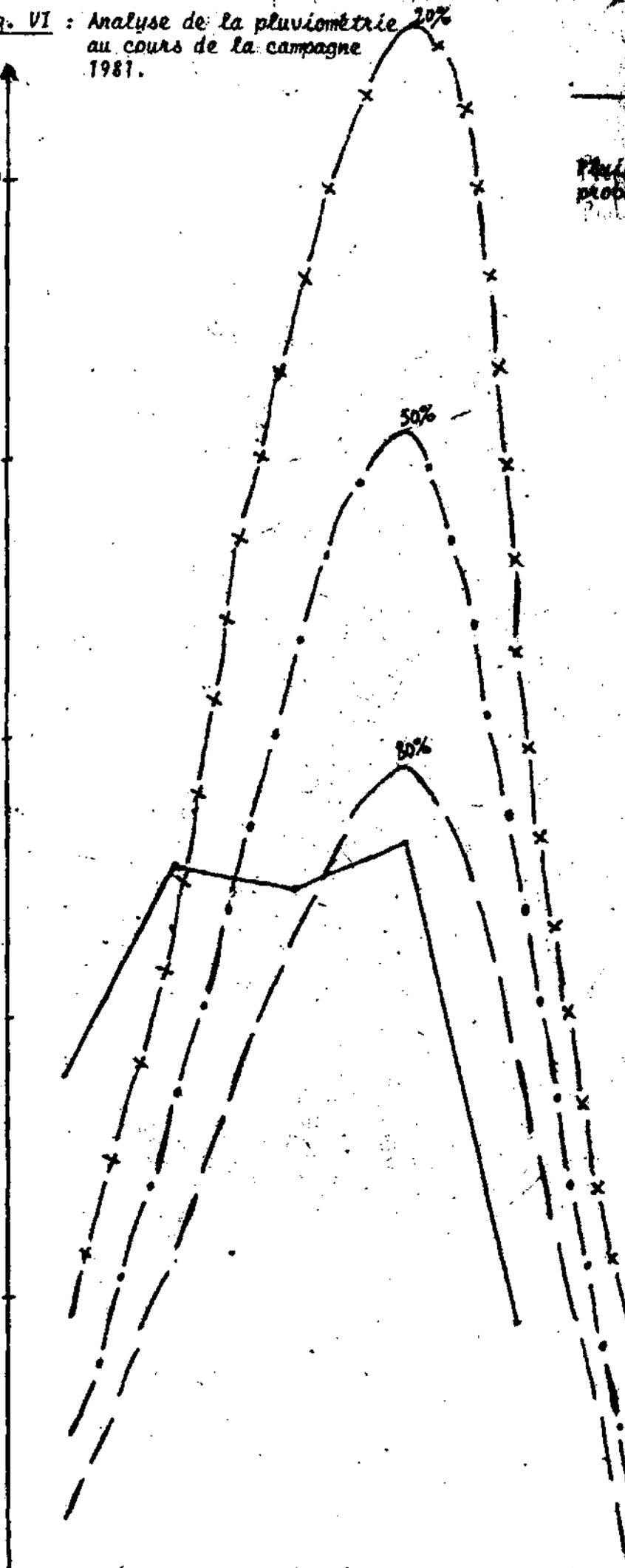
Pluie mensuelle (campagne 1981)

Pluie mensuelle ayant une probabilité de dépassement de

20 %

50 %

80 %



### I.2.13. La demande évaporative

Les données disponibles sont celles de la station météorologique de Ouahigouya, Les valeurs figurant aux tableaux 5 (a et b) représentent les moyennes de neuf années (1970 - 1978). Dans la même période, l'humidité relative moyenne mensuelle varie de 25,39 % en mars à 73,67 % en août avec les valeurs extrêmes de 12,11 % et 93,78 %, ce qui entraîne au niveau de l'évaporation (Ev bac classe A) une intense demande, due au déficit de saturation de l'air.

L'évapotranspiration (ETP) qui représente la somme de l'évaporation et de la transpiration observée au niveau des plantes, sera aussi importante (tableaux 5 a et 5 b). Il est à noter que l'ETP a été calculée à partir de l'évaporation brute (bac classe A) et de l'humidité relative moyenne de l'air, selon la méthode de Pennam et ajustée, en ce qui concerne la zone soudano-sahélienne par la formule suivante :

$$ETP = \frac{\text{Evaporation du bac}}{2 - 1,25 HR} \quad (11)$$

l'humidité relative HR étant exprimée de 0 à 1.

Tableaux n° 5 : Evapotranspirations moyennes mesurées à la station de Ouahigouya

a) ETP mensuelle moyenne (1970-78)

Mois	janvier	février	mars	avril	mai	juin
ETP en mm	126,79	133,47	171,83	189,39	199,36	188,89
Mois	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.
EPT en mm	164,28	156,63	153,84	157,90	127,58	118,05

.../...

## b) ETP décadaire moyenne (1970 - 1978)

Mois	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
D E 1	80	69	59	53	52	56
C A 2	76	68	57	51	53	59
D E 3	70	60	55	50	55	60

I.2.2. Relief et modelé

Le Yatenga se caractérise, d'une façon générale, par un relief relativement accentué par rapport au reste du "plateau Mossi". On y rencontre des collines de 400 à 600 m d'altitude. J.Y. MARCHAL y distingue cinq unités géographiques ou "pays" couvrant toute la région du Yatenga (12). Sabouna appartient à l'unité centrale qui se caractérise par des collines et tables cuirassées reposant sur un substrat géologique birrimien.

Dans la partie N. et N.W. de son terroir, se dresse un massif de collines birrimiennes. Des affleurements de cuirasse se rencontrent çà et là, disséminés dans le terroir et séparés par une pénéplaine à pente relativement faible (de l'ordre de 2 %) allant en diminuant des piémonts des collines aux bassins versants (carte n° 3). A cause des types de sol (sols d'apport), reposant sur une forte cuirasse imperméable et à faible profondeur, l'existence d'un couvert végétal dense est limitée et les phénomènes de ruissellement et d'érosion sont très accentués.

I.2.3. La végétation

La couverture végétale rencontrée est du type steppe arbustive discontinue. Le long des principaux axes de drainage se conservent encore quelques formations arborées, qui rappellent les forêts galeries des zones soudano-guinéennes et, qu'au cours des ans, une surexploitation par l'homme et son bétail a gravement affecté. En dehors des bas-fonds, on trouve, isolés, des parcs à Acacia albida. La strate arbustive est dominée par des Combretum micranthum, Acacia macrostachya, Guiera senegalensis,

Balanites aegyptiaca, etc... La strate herbacée se compose, entre autres, d'Andropogon gayanus, Loudetia togoensis, Aristida longiflora. Dans les axes de drainage, on rencontre aussi une espèce hydrophile Hypomea asarifolia, <sup>qui</sup> en association avec l'andropogon et les euphorbes, peut jouer un rôle non négligeable dans la lutte contre l'érosion.

#### I.2.4. Les sols

Une étude détaillée sur les types de sols de Sabouna et une carte pédologique ont été réalisées au cours de la campagne 1981 par BARRÉ. dans le cadre de la préparation d'un mémoire de D.E.A. De ce travail, il ressort que le terroir de Sabouna renferme douze unités pédologiques aux aptitudes agronomiques variables.

Nous retiendrons, dans le cadre de notre étude, les quatre groupes de sols identifiés à partir de l'interprétation des photos aériennes (carte n° 4) et plus ou moins identiques quant à la dynamique de l'eau et la production céréalière. Ces groupes d'unités pédologiques sont par ordre d'importance :

. le groupe n° 4 renferme les sols arables les plus aptes à la ~~pi~~ culture, à savoir:

- les sols ferrugineux tropicaux sablo-limoneux (bissigou, nom local)
- les sols ferrugineux tropicaux argilo-sableux (dagaré)
- les sols bruns eutrophes (dagaré)
- les ferrugineux tropicaux argilo-sableux à affleurements alcalins (séelogo)

Ces sols se rencontrent sur le piémont des collines et dans la plaine adjacente (sols bruns eutrophes). En bas de versant de glacis et dans les bas-fonds, on rencontre des sols ferrugineux tropicaux de profondeur variable (allant même à plus de un mètre) et des sols hydromorphes plus argileux. Ce groupe n° 4 représente environ 60 % de la superficie du terroir.

. Le groupe n° 2 représenté par les collines birrimiennes. Ce sont des sols peu évolués sur roches basiques en association avec des sols minéraux bruts. Difficiles à travailler, ils sont très susceptibles à l'érosion. On y cultive le sorgho et le reste de l'espace est réservé au pâturage. Ce groupe représente environ 15 à 20 % de la superficie du terroir.

. Le groupe n° 3, sols gravillonnaires: Ce sont des sols pauvres en matière organique, de pente assez forte, présentant une grande susceptibilité à l'érosion. Ils couvrent environ 15 % du terroir.

. Le groupe n° 1 représente les affleurements de cuirasse de fertilité nulle où toute culture est impossible. Le bétail y broute les quelques graminées qui arrivent à pousser. Ce groupe occupe environ 10 % du terroir.

Des sols pauvres, dépourvus de matière organique et sujets à une pluviosité capricieuse, chargés de nourrir une population des plus denses du pays (50 à 100 habitants/km<sup>2</sup>) (Cf. §I.4), voilà ce que l'on observe à Sabouna, comme d'ailleurs dans tout le Yatenga. Il va sans dire que l'écosystème naturel est perturbé et ne peut plus rétablir son équilibre. Alors les phénomènes de dégradation du milieu s'installent et s'exercent à un rythme effrayant.

### I.3. Dynamique du milieu écologique

Le milieu écologique précité et succinctement décrit n'est pas statique. Il est plutôt sujet à une forte dégradation. En effet, l'accroissement de la population depuis l'occupation massive du terroir dans les années 1787 - 1803 (13) a eu pour conséquence une surexploitation de l'espace disponible, brisant, de ce fait, l'équilibre climacique d'antan. Cela s'est traduit par un déboisement à outrance pour les besoins de l'homme et de son bétail, sans aucun souci de reconstitution de l'espace vert. L'exploitation des terres s'est accrue au point qu'actuellement, on a une occupation du terroir de l'ordre de 50 à 100 % (12).

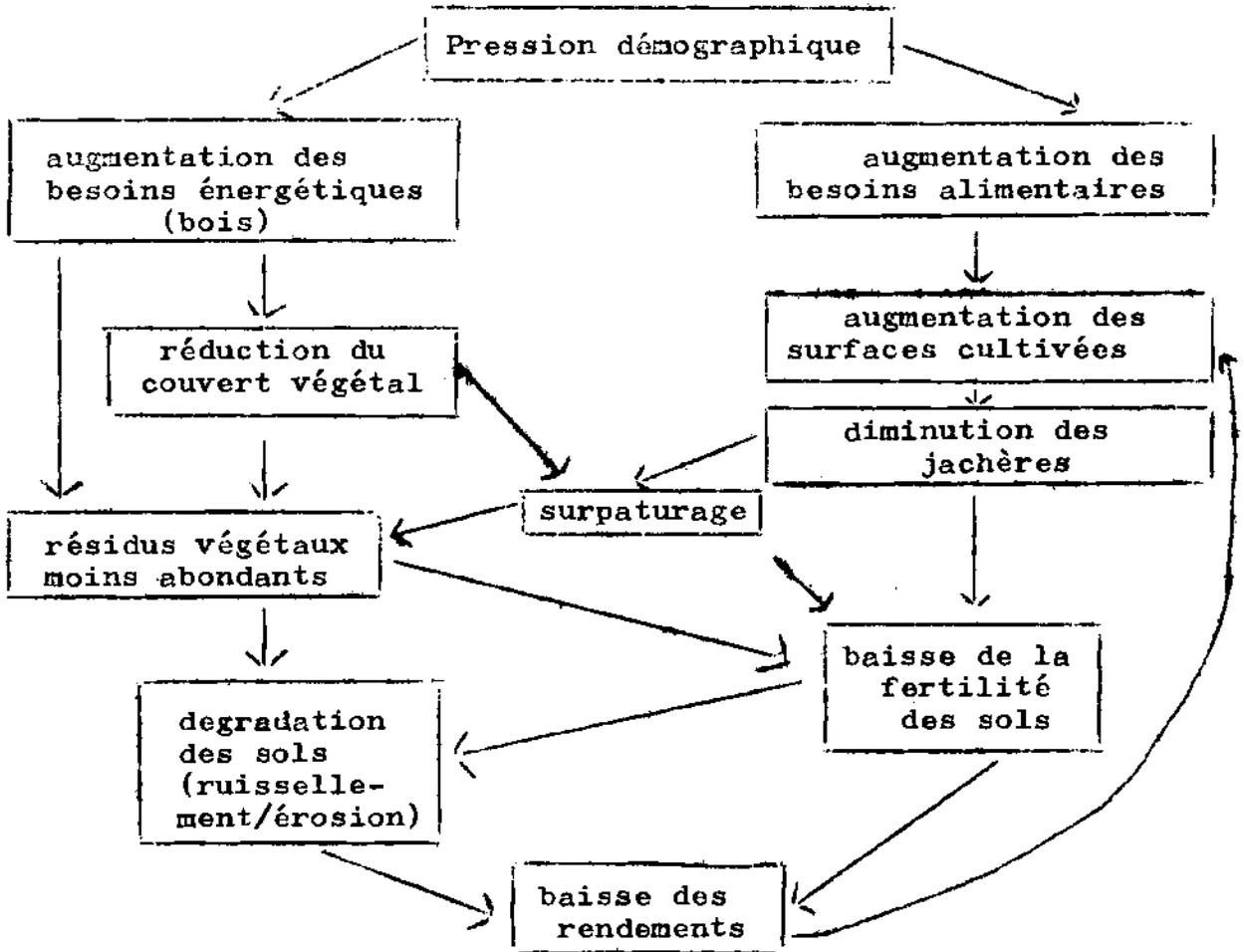
On a alors affaire à un espace qui a largement dépassé sa "capacité de charge" et, de ce fait, se dégrade très dangereusement au détriment de ses occupants.

### I.3.1. Dégradation des sols

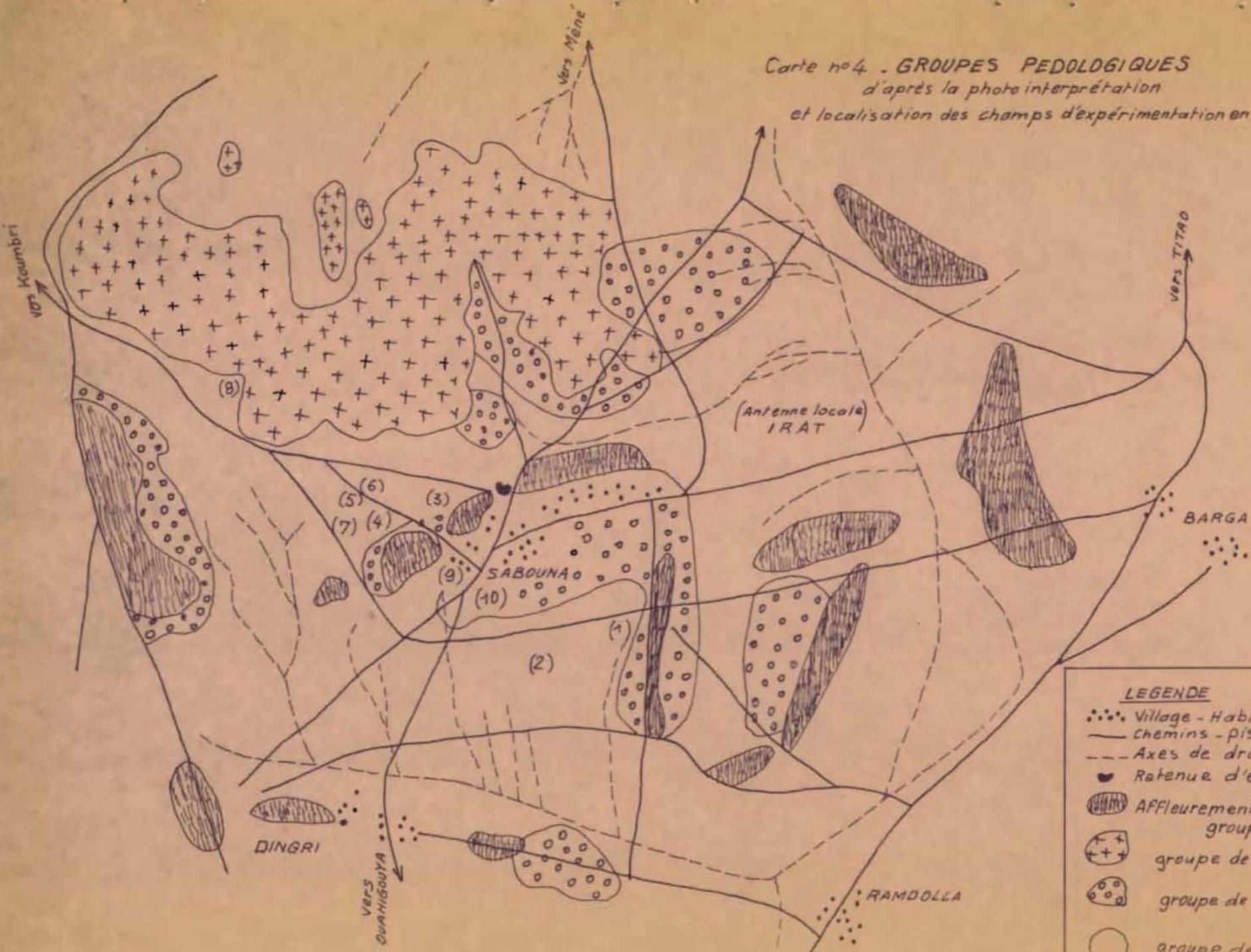
L'agriculture traditionnelle, telle qu'actuellement pratiquée, est un grand facteur de dégradation de l'espace rural et des sols. En général, elle est basée uniquement sur une exportation des éléments minéraux du sol par la production végétale sans restitution, ni apport (ou très peu). Cela a pour conséquence la rupture progressive de la structure et de la stabilité structurale, partant la productivité de ces sols. Mais, comme les processus physico-chimiques et biologiques, facteurs de <sup>la</sup> pédogénèse, sont beaucoup plus lents, il en résulte que les sols, de leur fertilité naturelle d'autrefois, passent progressivement à la fertilité actuelle, insuffisante pour la production agricole nécessaire. Face à cette situation, l'exploitant agricole abandonne aussi progressivement les parcelles dégradées, pour en établir d'autres un peu plus loin. Mais, de nos jours, où tout l'espace est occupé et la jachère rendue impossible, car l'homme est en compétition avec son bétail, on se trouve donc dans l'impasse : faible productivité du sol et du travail se traduisant par des rendements céréaliers dérisoires (300 à 350 kgs/ha) insuffisants pour nourrir une population sans cesse croissante. D'où la nécessité impérieuse d'intervenir pour tenter de freiner le processus.

.. / ...

Il convient d'avoir une compréhension méthodique du phénomène qui peut être illustré schématiquement de la façon suivante ;



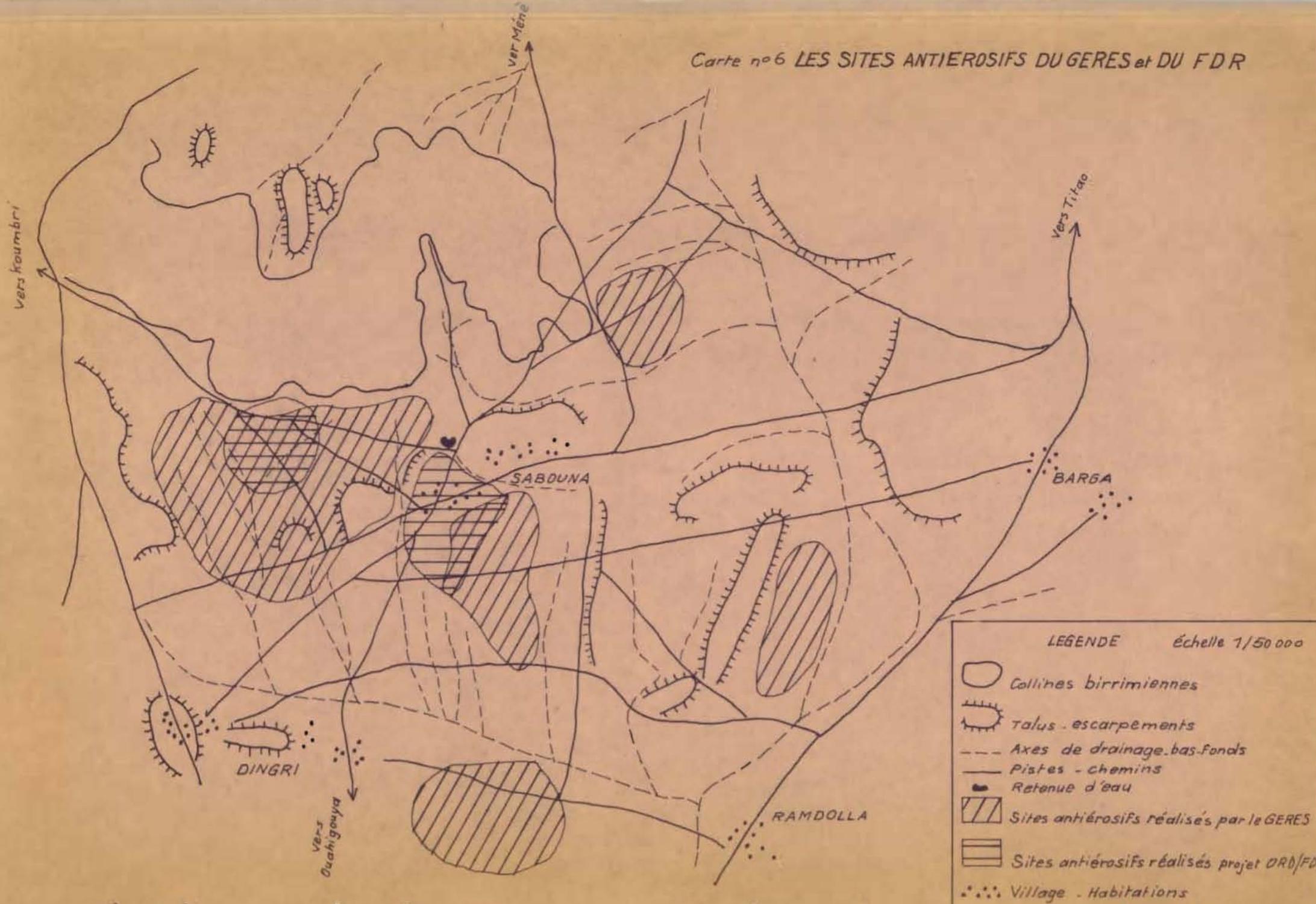
Carte n°4 - GROUPES PEDOLOGIQUES  
 d'après la photo interprétation  
 et localisation des champs d'expérimentation en 1981



**LEGENDE** Echelle 1/50000

- Village - Habitations
- Chemins - pistes
- - - Axes de drainage
- ♥ Retenue d'eau
- ▨ Affleurement cuirassé groupe n°1
- ⊕⊕ groupe de sols n°2
- ⊙⊙ groupe de sols n°3
- groupe de sols n°4
- (x) Localisation approximative du champ portant le n°x

Carte n°6 LES SITES ANTIÉROSIFS DU GERES et DU FDR



LEGENDE Échelle 1/50 000

-  Collines birrimiennes
-  Talus escarpements
-  Axes de drainage bas-fonds
-  Pistes - chemins
-  Retenue d'eau
-  Sites antiérosifs réalisés par le GERES
-  Sites antiérosifs réalisés projet ORD/FDR
-  Village - Habitations

### I.3.2. Le ruissellement

Le ruissellement est, tout à la fois, un phénomène corollaire et inductif de la dégradation des sols. En effet, les sols, perdant leurs propriétés physico-chimiques, deviennent battants et imperméables, causant le ruissellement de l'eau de pluie qui emporte la terre arable, engendrant alors l'érosion (en nappe ou en griffe). Le ruissellement n'a pas été mesuré durant la campagne 1981, mais estimé à partir des traces d'érosion sur les placettes d'observation installées dans les parcelles (Cf. annexe 1). Il est de l'ordre de 30 à 40 %, ce qui correspond aux valeurs obtenues par l'IRAT-HV et le CIEH sur les parcelles de mesure de la station de Saria, à savoir :

- 40 % pour un sol nu, sans restitution organique, et travaillé à la daba
- 35 % pour un sol labouré sans restitution organique
- 30 % pour un sol labouré avec restitution organique.

Or, des études menées en 1980 (10), on retiendra qu'une bonne alimentation en eau des cultures n'est garantie huit années sur dix que pour un coefficient de ruissellement de 10 %, comme le montre le tableau n° 6 ci-dessous.

Tableau n° 6 : Estimation du ruissellement sur le niveau d'alimentation en eau des cultures, représenté par son indice de satisfaction ( $\square$ )

Ruissellement moyen en %	x tel que Prob ( $\square \geq x$ ) = 0,8
10 %	77,84
20 %	69,71
30 %	60,58
40 %	51

Les paysans eux-mêmes, conscients du problème, développent des initiatives pour y parer, en construisant des diguettes traditionnelles en pierres, qui sont en fait inefficaces, comme l'a montré l'étude ci-dessus référencée (10).

Qu'en est-il alors des aménagements modernes tels ceux réalisés dans le cadre du projet lutte anti-érosive de l'O.R.D. ?

C'est ce que nous examinerons dans le chapitre II de la troisième partie de ce rapport.

### I.3.3. Le ravinement

Conséquence directe des phénomènes de ruissellement et d'érosion, le ravinement a pris une importance telle qu'il est urgent d'intervenir pour sauvegarder le terroir et le village. En effet, au niveau des voies d'accès au village, c'est un problème qui se passe de commentaires.

Il n'y a aucune piste menant à Sabouna qui ne soit pas coupée par deux ravines ou plus qui s'approfondissent davantage après chaque saison pluvieuse.

Les aménagements anti-érosifs, notamment ceux du GERES ont indubitablement accentué le phénomène. En ce sens que les passages d'eau qui devraient être traités par l'enherbement, la plantation d'arbres, etc... ne l'ont jamais été, comme nous le verrons plus loin.

## I.4. Le Milieu socio-économique

### I.4.1. Méthode d'approche

Le milieu socio-économique du terroir de Sabouna nous est révélé grâce à une série d'enquêtes menées par l'Institut Panafricain pour le Développement, Région Afrique de l'Ouest-Sahel (IPD/AOS). En effet, depuis janvier 1977, l'IPD/AOS a lancé un programme de recherche-développement dans cette région. La période 1977-1979 de ce programme, dite phase de diagnostic, aura permis par des activités d'enquêtes de terrain et d'études bibliographiques, de reconstituer l'historique du village et d'en faire ressortir l'impact sur le milieu socio-économique actuel du terroir.

En outre, un échantillon de seize concessions a été déterminé, sur la base d'un tirage aléatoire, visant la représentativité ethnique (peulhs ou fulsés), l'appartenance ou non au groupement, le niveau d'équipement en facteurs de production agricole et l'âge du chef de concession. Les objectifs visés étaient de faire une approche de ces exploitations, tout en mettant l'emphasis sur les interactions socio-économiques. Ce procédé devait permettre de dresser une typologie des exploitations agricoles du terroir de Sabouna, aux fins d'une adaptation des moyens et méthodes d'intervention à préconiser.

#### I.4.2. Les structures sociales et leur évolution

L'organisation sociale et les caractéristiques socio-politiques du village, reflètent l'histoire du peuplement. Ainsi, la répartition classique des pouvoirs (chef de terre, chefferie traditionnelle, etc...) a été dictée par la succession des vagues des occupations du terroir (13).

D'autre part, si un phénomène social tel que l'émigration trouve sa justification sur le plan économique : disponibilité des terres cultivables, faible productivité de la terre et du travail agricole, etc..., il n'en demeure pas moins que les exactions subies par les populations durant la période coloniale y ont une influence non négligeable. Parmi ces exactions, on peut citer : les travaux forcés, le portage et autres contraintes et abus de la part de l'administration coloniale.

Au niveau du terroir de Sabouna, il faut distinguer essentiellement deux populations, vivant dans une symbiose ethnique, en voie actuellement à une désarticulation rapide, à savoir :

- les Mossi (ethnie dominante), envahisseurs venus de Ouagadougou et de Yako ont assimilé les Kurumba (population apparentée aux Dogons du Mali). La langue couramment parlée est le Mòré. Ils sont agriculteurs et sédentaires.

- les Peulhs, nomades d'abord, de nos jours plus ou moins sédentaires, pratiquent l'élevage, très concurrent avec l'agriculture du point de vue de l'espace utile.

S'il est vrai que le ménage (un homme avec sa ou ses femmes et ses enfants) demeure la cellule familiale de base de la société traditionnelle à Sabouna, il n'en demeure pas moins qu'une grande partie de la production agricole est collégiale au niveau de la concession. Cette production est assurée par plusieurs ménages issus d'un même lignage, dans des champs dits collectifs. Cette organisation sociale disparaîtra indubitablement. Des problèmes tels que ceux posés par l'émigration et l'acquisition des facteurs de production agricole (surtout à crédit !) peuvent avoir pour effet la désintégration de cette organisation sociale.

Nous pensons que l'organisation des exploitants agricoles en groupements villageois, telle que la préconise l'ORD a plus d'avenir, pour peu qu'elle repose sur une communauté d'intérêt bien comprise.

#### I.4.3. Les structures économiques

Elles suivent schématiquement les structures sociales. Les familles disposant de plus de terre sont en général celles qui détiennent le pouvoir économique, car elles produisent plus et peuvent plus facilement se procurer les nouveaux facteurs de production (charrue, charrette, engrais, etc...). On remarque que ce groupe d'exploitants agricoles disposent souvent d'un cheptel non négligeable, donc une capacité de fumure plus importante.

Quant aux Peulhs, ils disposent de peu de terres (souvent empruntées), mais détiennent l'élevage dont ils vendent les produits pour s'approvisionner en céréales.

Au niveau de la concession, le chef s'octroie généralement les revenus de la production agricole. Les jeunes, mariés ou non, n'ont pratiquement pas de pouvoir économique, à moins de s'adonner à des activités non agricoles, le petit commerce notamment. Aussi, préfèrent-ils émigrer pour "chercher l'argent", ce qui affecte gravement la production agricole, à cause de la diminution de la force de travail.

Quant aux femmes, elles travaillent pour la plupart, dans les champs collectifs ou ceux du ménage, mais elles peuvent aussi emprunter un lopin de terre par ci, par là, pour cultiver l'arachide, l'oseille, etc... pour satisfaire leurs propres besoins. Certaines font en même temps le petit commerce.

Certes, au niveau du village de Sabouna (comme dans les autres villages de la région) émerge actuellement une certaine "élite paysanne" issue des exploitants moins démunis et capables de se procurer et de valoriser les facteurs de production nouvellement introduits. Néanmoins, la majeure partie des paysans reste démunie à tout point de vue et peut difficilement suivre le rythme des innovations qui, malgré tout, nécessite un minimum au départ : une famille qui ne produit même pas suffisamment pour se nourrir et qui ne dispose pas de revenus non agricoles, peut difficilement rembourser les échéances d'un éventuel crédit pour l'acquisition de l'équipement nécessaire à l'application des techniques agricoles vulgarisées !

Tenant compte de ces considérations, on peut mieux comprendre le succès limité des opérations de développement entreprises dans le terroir.

## CHAPITRE II - LES OPERATIONS DE DEVELOPPEMENT

### II.1. L'intervention du GERES

L'administration coloniale, après avoir contribué à la dégradation du milieu, avec son programme de cultures de rente (coton, arachide) qui, de facto, réclamaient annuellement leur quota de nouvelles friches, s'est, par la suite (mais très tard) préoccupée de trouver les voies et moyens pour pallier au processus d'érosion des sols.

C'est dans ce contexte que le GERES-Volta (Groupement Européen de Restauration des Sols en Haute Volta) était créé, et amorçait son programme, peu après l'indépendance du pays, plus précisément en 1962. Son objectif était de réaliser des travaux anti-érosifs et de définir un programme de développement pour la région de Ouahigouya. La vulgarisation de la culture attelée et la fumure des sols, afin d'augmenter les rendements agricoles, constituaient les aspects importants de ce programme, projet ambitieux qui visait à aménager 200 000 ha du Yatenga touchant alors 110 000 habitants. Le devis prévisionnel porte sur 1.339.616.000 F. CFA (en 1962 !).

A Sabouna, ce seront quelques 150 ha (estimation d'après la carte n° 6 ci-contre), soit environ 30 % du terroir qui vont bénéficier de ce projet. De plus, deux retenues d'eau dont l'une dans le village (Cf. carte n° 3 à 6) et l'autre, située un peu en dehors des limites du terroir, sur la route de Koumbri, ont été réalisées.

Mais, le GERES aura "péché par omission". En effet, cette citation tirée de son rapport d'activités d'avril 1964, en atteste.

"... Nous avons insisté sur la nécessité de faire participer les populations, à l'entretien et à l'exploitation des ouvrages mis à leur disposition..." Seulement, il fallait, dès le départ, insister sur la participation effective de ces populations au projet, ce qui les aurait amenées à prendre conscience qu'il était réalisé avec eux et pour eux, et qu'elles devaient l'entretenir.

Ce n'est donc pas du tout étonnant qu'après la fin du projet, en 1965, les aménagements du GERES aient subi une dégradation spectaculaire au fil des ans. Pis encore, l'opération GERES aura introduit un élément nouveau dans le terroir, qui n'est pas à la faveur de l'expansion des projets de développement ultérieurs, c'est l'attitude que les paysans peuvent avoir quant à leur participation (sous forme d'investissement humain) à tout projet venu de l'extérieur, habitués qu'ils étaient à "trouver la Côte d'Ivoire ou presque, dans leur propre milieu", avec le GERES.

## II.2. L'intervention de l'ORD

La réponse hésitante, voire méfiante, du milieu à certains projets de l'ORD trouve son fondement dans l'échec des projets tels que celui du GERES ou de l'Office du Niger.

"Si l'on prend comme mesure d'efficacité d'un projet de développement rural la nécessité de la participation paysanne, il est incontestable que les méthodes de contrainte de la période coloniale, loin de promouvoir un quelconque développement, ont contribué plutôt à entretenir une méfiance et un divorce des paysans d'avec les entreprises de modernisation rurale... En essayant de résoudre la crise du Yatenga par une "solution externe", le colonisateur comettait une grossière erreur de perspective..." (13).

Et c'est pour prendre le contrepied de cet état de fait que l'ORD a été mis en place en 1967.

En effet, les projets de l'ORD sont conçus et transmis à la base (au niveau villageois) grâce aux structures d'encadrement mises en place. Mais quelles réponses le milieu réserve-t-il à ce programme de modernisation à travers le traditionnel ? C'est ce que nous allons essayer d'examiner succinctement à travers le village de Sabouna.

.../...

II.2.1. Opération crédit agricole, culture attelée (projet  
ORD/FDR)

Les objectifs de ce projet, dont une première phase s'est déroulée entre 1972 et 1976, peuvent se résumer comme suit :

- . mise à la disposition des producteurs du matériel adapté en vue de l'augmentation de la production
- . intégration agriculture - élevage.

L'acquisition du matériel peut être faite au comptant ou à crédit. La première phase s'est soldée par un taux très faible de remboursement, ce qui a amené à une plus grande rigueur dans les conditions d'octroi. Les responsables du projet ont eu recours aux groupements villageois, et, de plus, ils ont exigé des bénéficiaires une avance de 10 % sur le montant du crédit à allouer. Les types de matériel proposés sont les suivants : charrettes, houe manga, charrue dont les prix varient de 19 500 F à 44 000 F CFA (prix de 1979). De l'avis du responsable du projet, au niveau de l'ORD, on a pu placer, durant la première phase, dix à quarante charrues par an. Pour la seconde phase, l'acquisition du matériel au comptant dépassait celle à crédit. En effet, pour la campagne 1978/79, par exemple, sur quatre cent quarante trois charrues BM2M placées, cent quatre vingt quatre l'ont été à crédit contre deux cent cinquante neuf payées au comptant. Il en est de même pour le reste du matériel sur l'ensemble de l'ORD.

Sur le terroir de Sabouna, l'opération culture attelée n'a réellement pris de l'expansion qu'en 1979 après le lancement du projet de lutte anti-érosive qui lui est normalement associé.

C'est ainsi qu'en 1979, il n'y avait que quatre attelages contre une trentaine en septembre 1981. La plupart ont été acquis à crédit à cette époque, selon les résultats préliminaires d'enquête en cours, menée par l'IPD/AOS.

../...

### II.2.2. Aménagements hydro-agricoles (projet ORD/FDR)

Le projet d'aménagement hydro-agricole comporte deux volets au niveau de tout l'ORD :

- . aménagement des bas fonds pour la riziculture  
 objectif : 12 000 ha à aménager  
 réalisation actuelle : environ 70 ha/an  
 coût moyen à l'ha : 33 000 F CFA en 1979
- . lutte anti-érosive par la confection de diguettes en système de diversion, sur la demande des groupements villageois.

Le FDR, par le biais de l'ORD, fournit le matériel et les techniciens nécessaires, notamment les topographes et les tractoristes. Le coût moyen à l'hectare est d'environ 32 000 F. CFA. Depuis le début du projet dans l'ORD du Yatenga, 1 303 hectares ont été aménagés. L'importance d'un tel projet, au niveau national, en général, et au niveau du Yatenga, en particulier, n'échappe à personne, même s'il accuse, pour le moment, un taux de rentabilité interne assez modeste (en ce qui concerne cet ORD) 6,2 % pour la simple raison que la production supplémentaire obtenue sur site est, en terme absolu, faible, compte tenu du niveau général des rendements agricoles dans la région. En effet, sur site anti-érosif, les rendements du mil et du sorgho sont de l'ordre de 500 kg/ha contre 300 à 350 kg/ha (rendement moyen généralement obtenu dans la région), selon les rapports techniques du FDR.

Pour le terroir de Sabouna, le projet lutte-anti-érosive a été réalisé sur deux sites (localisés sur la carte n° 6) au cours des campagnes 1979 et 1980.

Nous nous sommes attachés à évaluer l'efficacité de ces sites, durant la campagne 1981, c'est à dire deux ou trois ans après les réalisations (Cf. § II.1, 3ème partie, page 93).

Signalons, pour terminer, que jusqu'à présent, au niveau des responsables du projet, seul le dynamisme des groupements villageois sollicitant leur aide est pris en compte dans le choix des villages, étant entendu que pratiquement tout le territoire mériterait une intervention et compte tenu surtout

que l'entretien du réseau demande un travail collectif.

Et, effectivement, dans les villages où le ou les groupements villageois sont dynamiques, les diguettes sont bien entretenues et enherbées. Les paysans y font la plantation d'arbustes et d'arbres comme le prévoit le projet. C'est le cas par exemple du village de Ziga, dans le secteur de Ouahigouya, que nous avons eu l'occasion de visiter en septembre 1981. La différence entre le site de Ziga et ceux de Sabouna, sur le plan de leur entretien, est assez visible.

### II.2.3. Les autres projets de l'ORD

Plusieurs autres projets sont menés par l'ORD, grâce au soutien extérieur. Ce sont :

- le projet sur le reboisement villageois financé par les organismes non gouvernementaux (ONG)
- les banques de céréales, boutiques, villageoises, fosses fumières, petite irrigation, etc... qui sont des projets suivis par le FDR.
- le développement de l'aviculture villageoise dont le suivi technique est assuré par le centre d'appui zootechnique (CAZ).

En ce qui concerne Sabouna, la plupart de ces projets, commencés lors des deux dernières campagnes agricoles (1980/81), méritent d'être suivis de près. Certains d'entre eux, tels que le projet d'aménagement des bas-fonds, le développement de l'aviculture accusent un démarrage difficile. Seul le projet de fosses fumières, suivi par trois ou quatre membres du groupement villageois à l'heure actuelle, a des chances de faire tâche d'huile dans le village, compte tenu de l'intérêt manifesté par les paysans.

En fait, ce sont les activités communautaires du groupement qui se déroulent mal à l'heure actuelle, à cause de certains problèmes internes au groupement villageois ne permettant pas une bonne mobilisation de ses membres. Nous y reviendrons plus loin.

### CHAPITRE III - INTERVENTION DE L'IPD/AOS à SABOUNA

#### III.1. Cadre de l'action IMP

Outre les différents projets déjà réalisés ou en cours d'exécution dans le village de Sabouna, l'Institut Panafricain pour le Développement (IPD) y a lancé, depuis 1978, un vaste programme de recherche-développement, auquel plusieurs autres institutions spécialisées se sont associées. Ce sont :

- . l'Institut de Recherches Agronomiques et des Cultures Vivrières (IRAT.HV)
- . le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH)
- . le Centre d'Appui Zootechnique (CAZ)
- . l'Institut Supérieur Polytechnique (ISP)
- . l'ORD du Yatenga
- . le Fonds de Développement Rural (FDR)

L'action de cette équipe pluridisciplinaire, sur le site de Sabouna, comporte plusieurs thèmes, visant à promouvoir une certaine "auto-promotion paysanne" au niveau du terroir, et à s'étendre dans les autres "pays" couvrant le territoire de l'ORD. Les résultats acquis sur le terrain sont communiqués aux agents du développement à l'occasion des visites sur le terrain, des séminaires et sessions de formation. Les agents de l'ORD, à leur tour, devront retransmettre l'information au niveau des autres villages, où ils ont la charge d'encadrer et de former les paysans.

#### III.2. Thèmes de l'opération de recherche-développement

Les différents thèmes de recherche sont :

- . la socio-économie. Largement développée durant la phase de diagnostic 1978/79, elle a permis d'avoir une meilleure connaissance du milieu, des exploitations agricoles et des systèmes de culture, afin d'adapter les thèmes de vulgarisation selon des critères concrets.

- l'expérimentation agronomique a débuté en 1979/80 avec pour site une parcelle d'un membre du groupement villageois. Elle avait pour thème : test de l'effet du labour et de la fumure organique sur la dynamique de l'eau, l'enracinement et les rendements obtenus, et s'est déroulée dans un essai factoriel où était également pris en compte l'effet des sites anti-érosifs. Pour la présente campagne, les essais agronomiques se sont poursuivis tout en diversifiant les thèmes à étudier. Ils sont menés sur deux sites :

- . dans une station semi-contrôlée, suivie par l'IRAT. Des thèmes, tels que techniques culturales, essai variétal, etc... y ont été étudiés.
- . dans les parcelles des paysans où à partir des résultats très satisfaisants de l'essai factoriel de 1980, une pré vulgarisation des techniques culturales (labour + amélioration foncière) a été tentée durant la campagne 1981.

Les autres volets de recherche ont porté sur :

- des études agropédologiques (caractérisation des sols du terroir
- des études sur les aménagements anti-érosifs et le suivi des problèmes relatifs à l'alimentation hydrique des cultures
- l'étude de l'élevage de petits ruminants et les problèmes zootechniques qui lui sont associés.

Cependant, il convient de noter que c'est durant cette campagne 1981 que la collaboration entre les différentes institutions sus-citées est entrée dans sa phase opérationnelle sur le terrain.

### III.3. Résultats des campagnes précédentes

#### III.3.1. Acquis sur la connaissance du milieu

Les enquêtes de terrain ont permis une meilleure connaissance du milieu (Cf. Chapitre I) et des relations technique-milieu. Elles ont révélé l'extrême hétérogénéité du milieu tant physique (unités morfo-pédologiques) que socio-économique. (ethnies, concessions, exploitations, systèmes de culture). Ces connaissances et la découverte de cette hétérogénéité excluent les solutions "passe partout" basées sur des moyennes, en matière de développement rural.

### III.3.2. Acquis d'ordre scientifique

Les essais agronomiques et les résultats de la simulation du bilan hydrique ont permis de constituer un capital de données techniques et scientifiques non négligeable.

Ainsi l'essai factoriel aura permis de confirmer l'effet très positif du labour sur la dynamique de l'eau du sol, l'enracinement et les rendements des cultures (10).

On a aussi testé l'effet de la fumure organique et du phosphate naturel sur la production céréalière.

C'est à partir des résultats très concluants des expérimentations qu'une première extension sur les parcelles paysannes a été menée pendant la campagne 1981 (Cf. Chapitre I - 3ème partie).

La simulation du bilan hydrique a permis aussi de circonscrire la période de semis durant la troisième décade de juin, qui garantit la réussite des cultures huit années sur dix.

En outre, cette simulation montre que, compte tenu du déroulement pluviométrique de la campagne, les cultures ayant un cycle de 90 jours semblent être adaptées à la région. En effet, huit années sur dix, la durée de la période de végétation est au moins de 90 jours (10).

Quant aux aménagements anti-érosifs (type diguettes), des mesures d'humidité du sol sur des échantillons prélevés à la tarière, jusqu'à une profondeur d'un mètre, ont révélé que les cordons de pierres, généralement confectionnés par les paysans pour lutter contre le ruissellement ne sont pas efficaces. Ils ne permettent pas une meilleure infiltration de l'eau. En revanche, les diguettes (ORD) montraient, à ce point de vue, une meilleure efficacité dans la mesure où les façons culturales préconisées leur étaient associées, à savoir : labour perpendiculairement à la pente, avec si possible enfouissement de matière organique et application des sarclo-binages recommandés.

## II.4. Les thèmes d'étude de la campagne 1981

### III.4.1. Thèmes socio-économiques

Dans le but d'avoir une connaissance encore plus détaillée sur les problèmes socio-économiques de la région, à travers le terroir de Sabouna, une enquête a été lancée en 1981. C'est l'enquête budget-consommation.

Il s'agit grosso modo, à partir de plusieurs enquêtes sur un échantillon d'exploitations agricoles assez représentatif, d'arriver à déterminer la part des productions agro-pastorales réservée à :

- . l'auto-consommation de la famille (grande famille, comme ménage)
- . la satisfaction des autres besoins (scolarité, soins médicaux, etc...)

Les résultats de cette enquête devront permettre aussi de définir les sources, s'il en existe, de revenus complémentaires utilisés à couvrir le déficit céréalier chronique dans la région et à faire face aux nombreux besoins de la famille.

### III.4.2. Thèmes zootechniques

Le programme de recherche zootechnique durant la campagne 1981 a mis l'accent sur la composition du troupeau, spécialement les petits ruminants et sur des tests de déparasitage du bétail.

### III.4.3. Thèmes agronomiques et agro-écologiques

Les recherches et enquêtes de terrain constituent une suite logique à celles réalisées durant les campagnes précédentes. Elles portent essentiellement sur :

- a) la caractérisation des sols de l'ensemble du terroir. Il s'agissait d'identifier et cartographier les types de sols, suivant la nomenclature pédologique et de déterminer leurs contraintes agronomiques.
- b) la gestion de l'eau et l'intensification des cultures vivrières.

L'étude comportait cinq volets :

- recherche du matériel végétal le mieux adapté aux conditions pédoclimatiques et aux techniques culturales vulgarisables
- évaluation de l'impact sur le bilan hydrique des techniques culturales combinées avec les aménagements de conservation de l'eau
- évaluation de l'efficacité des aménagements de lutte contre le ruissellement, type diguettes de diversion, une ou deux années après leur réalisation
- évaluation de l'opportunité d'entreprendre la réalisation d'aménagements anti-érosifs, compte tenu de l'ampleur du ravinement dans la région
- évaluation des possibilités de développer l'irrigation de contre saison ou de complément.

Les résultats du dernier thème font l'objet de la troisième partie de cette étude.

## TROISIEME PARTIE : RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1981

### INTRODUCTION

Avant de présenter les résultats, il convient de situer la campagne agricole 1981, dans le contexte pluviométrique de Ouahigouya, précisé par une étude statistique de la pluviométrie effectuée en 1980 par LIDON et DABIRE (10).

On note qu'en 1981, la saison des pluies a débuté très tôt. La première pluie a été enregistrée le 1er mai (21 mm). Dans la première décade de mai seulement, on a enregistré 46 mm. Or, deux années sur dix, la pluviométrie totale de ce mois est au plus de 47,61 mm à Ouahigouya. La pluviométrie totale de l'année, 522,9 mm est conforme à ce qu'on enregistre au moins huit années sur dix dans la région (tableau 7).

La campagne 1981 s'est caractérisée par une période de végétation active de 110 jours (figure VII). On a seulement une probabilité de 34 % d'avoir une période plus longue. Dans les 80 % des cas, elle est au plus de 90 jours. En revanche, les pluies ont cessé très tôt par rapport aux autres années. En effet, la période humide survenue entre la troisième décade de juin et la première décade de septembre, avec une fréquence au dépassement de 0,8, s'est terminée vingt jours plus tôt environ, ce qui a affecté le rendement des variétés sensibles au photopériodisme dont l'épiaison et la floraison ont lieu en août. Le stade de maturation pour ces variétés a donc coïncidé avec la fin de la période humide, provoquant ainsi un mauvais remplissage des grains. De plus, une sécheresse d'environ quinze jours, entre la fin de la montaison et le début de la floraison, a engendré un stress hydrique dont l'effet a été non négligeable sur les cultures.

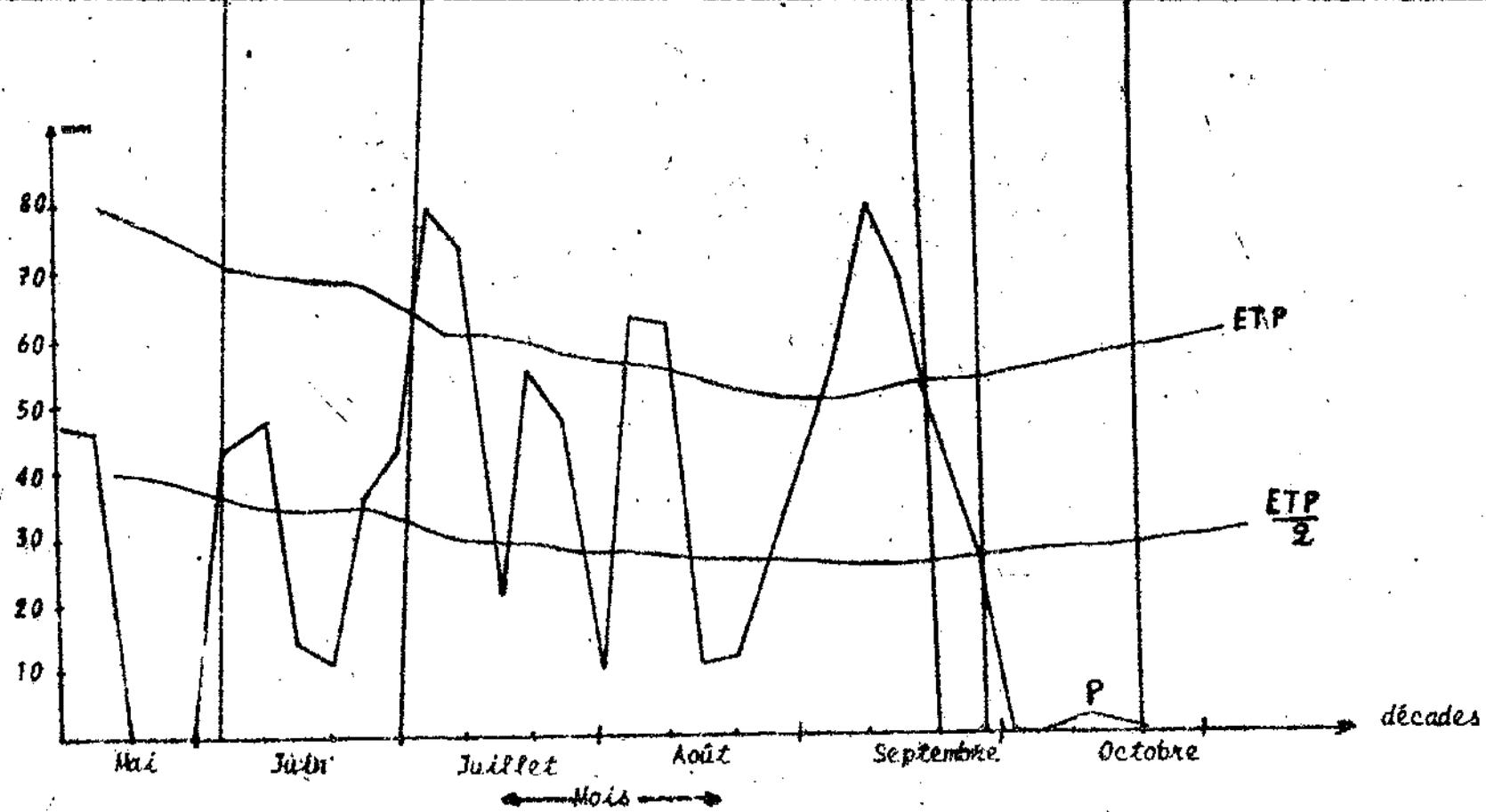
C'est dans le contexte pluviométrique précité que se sont déroulés les essais sur les techniques culturales pour une meilleure gestion de l'eau, afin d'accroître la production céréalière.

Tableau 7 : Pluviométrie décadaire de Sabouna et probabilité de dépassement durant la campagne 1981

Jours	Mai	Juin	Juillet	août	Septembre
1	21				
2					0,5
3		4			16,5
4	25				
5				10	1,5
6					
7			19		
8					19
9		10		1	4
10					4
Total période	46	14	19	11	45,5
11					
12			0,9		
13			35		
14				16	
15					
16				5,5	
17					
18			8		
19		36		10	
20		7		11	
Total période		43	43,9	42,5	
21					
22					
23				22	
24			20		
25		38	15		
26					
27	44	11		12,5	
28		23	40		
29				45	
30					
31					1
Total période	44	72	61,5	79,5	1
Total mois	90	129	124,4	133	46,5
Total cumulé	90	219	343,4	476,4	522,9
Prob. de dépassement (mois)	3 %	15 %	46 %	80 %	96 %

FIG. VII Caractérisation de la saison des pluies 1981 à SABOINA par la méthode des intersections.

Période de végétation active	A (1ère décade de Mai) ← → D (22ème décade de Septembre)
Période pré-humide	A (1ère décade de Mai) ← → B (32ème décade de Juin)
Période humide	B (32ème décade de Juin) ← → C (1ère décade de Septembre)
Période post-humide	C (1ère décade de Septembre) ← → E (1ère décade d'Octobre)
Fraîchements	A B C D E



CHAPITRE I : TECHNIQUES CULTURALES ET AMELIORATION  
FONCIERE

I.1. Dispositifs et méthodes d'étude

I.1.1. Dispositifs d'étude

Un premier essai factoriel sur l'influence des techniques culturales et des travaux de conservation des eaux du sol sur le bilan hydrique des cultures a été mis en place en 1980. Les résultats probants de cet essai ont été présentés dans le chapitre III de la deuxième partie.

D'autres essais et tests ont été mis en place durant la campagne 1981 dans deux sites, à savoir :

- l'antenne expérimentale de l'IRAT
- les parcelles des paysans.

I.1.11. L'antenne expérimentale de l'IRAT

Trois thèmes agronomiques principaux ont été étudiés par l'IRAT :

- effet du démariage sur le développement du mil et les rendements,
- test de trois variétés de mil : Souna 3, SRM Dori et le mil local Nâta
- effet des techniques culturales et de la succession culturale d'une céréale (mil) avec une légumineuse (arachide). Cela est étudié à travers les "binomes cultureux" mil/mil et mil/arachide sur vingt sept parcelles de 1 000 m<sup>2</sup> chacune.

Les traitements suivants ont été appliqués :

a) facteur T : travail du sol.

Ce facteur comporte trois niveaux :

T0 = pas de labour

T1 = labour tous les ans

T2 = labour tous les deux ans

Pour cette première campagne, T1 et T2 sont, en fait, identiques car on en est à la première année de l'étude.

.../...

## b) facteur F : fertilisation

Ce facteur comporte, lui aussi, trois niveaux :

F<sub>0</sub> = sans fumure

F<sub>v</sub> = fumure vulgarisée qui consiste en l'application de : 100 kg/ha d'engrais coton sur le mil et l'arachide, 50 kg/ha d'urée sur le mil à la montaison

F F = FV plus une correction foncière consistant en 5 t/ha de fumier et 0,5 t/ha de phosphate naturel.

Pour la campagne 1981, les combinaisons étudiées dans ce dernier thème peuvent se résumer comme suit :

Travail du sol	Fumure
To	F <sub>0</sub>
To	F <sub>v</sub>
To	FF
T1	F <sub>0</sub>
T1	F <sub>v</sub>
T1	FF

Notre intérêt s'est surtout porté sur la culture du mil, parce que c'est la culture qui peut servir de référence pour les parcelles des paysans, puisque, mise à part l'application de la fumure vulgarisée, ce sont les mêmes facteurs qui ont été étudiés. Donc, la comparaison des résultats des deux sites devient plus facile.

I.1.12. Les parcelles des paysans

Thème : Le thème principal est l'effet des techniques culturales, à savoir : labour simple ou en billon, en association avec une correction foncière composée de 5 t/ha de fumier et de 0,5 t/ha de phosphate naturel

Choix des sites : Neuf exploitants agricoles du village ont consenti à participer à cet essai et ont ménagé des parcelles dans leurs champs pour son établissement. Le mil local Nâta était assigné à huit parcelles et le sorgho à deux. Les parcelles étaient disséminées dans le terroir et leur localisation respective est située sur la carte n° 4.

Il est à noter que le choix des sites a été laissé à l'initiative de chaque exploitant agricole qui avait en charge tous les frais de production. Il était seulement exigé que la parcelle consacrée à l'essai ait une superficie d'au moins 2 000 m<sup>2</sup> et soit adjacente à une parcelle en culture traditionnelle, servant alors de témoin.

Néanmoins, deux parcelles n'auront pas de témoin, du fait du décalage important constaté au niveau des dates de semis : ce sont les parcelles n° 5 et 7. On remarquera, d'autre part, que certaines parcelles ne sont pas situées sur un site anti-érosif.

Tableau 8 : Dispositif d'étude sur les parcelles paysannes

N° du champ et nom de l'exploitant	Superficie	Type de sol et localisation	Culture pratiquée	Travail du sol	Site anti-érosif
1 KOMÉ Ousmane	2 000 m <sup>2</sup>	sablo-limoneux(kerga)	mil	billon	oui
2 TAO Noufou	10 000 m <sup>2</sup>	sablo-limoneux (sorini)	mil	1/2 billon 1/2 billon	oui
3 KOMÉ Salif	2 000 m <sup>2</sup>	brun eutrophe (waaghin)	mil	billon détruit au 1er sarclage	non
4 SIGUE Boureima	5 000 m <sup>2</sup>	argilo-sableux (bamba)	sorgho	1/2 billon 1/2 labour	non
5 PORGO Abdoulaye	2 000 m <sup>2</sup>	sablo-limoneux(bamba)	mil	billon	oui
6 PORGO Noufou	2 000 m <sup>2</sup>	sablo-limoneux(bamba)	mil	billon	oui
7 PORGO Arouna	5 000 m <sup>2</sup>	argilo-sableux(bamba)	mil	1/2 billon 1/2 labour	non
8 PORGO Abdoulaye	2 000 m <sup>2</sup>	brun eutrophe(bamba colline)	sorgho	labour à la daba	non
9 KOMÉ Amidou	2 000 m <sup>2</sup>	sablo-limoneux (case)	mil	billon	oui
10 TAO Noufou II	2 000 m <sup>2</sup>	gravillonnaire(case)	mil	billon détruit au 1er sarclage	oui

Toutes les parcelles, tant au niveau de l'antenne d'expérimentation de l'IRAT que chez les paysans, ont été labourées et semées durant la troisième décennie de juin.

### Façons culturales proposées

Un démariage laissant trois plants par poquet est préconisé, dix jours après la levée. De même, trois sarclages devaient se faire simultanément sur la parcelle d'essai et sur la parcelle en culture traditionnelle, à des intervalles réguliers d'environ vingt jours entre chaque sarclo-binage.

Mais les opérations de démariage et d'entretien des cultures n'ont pas été bien suivies par les paysans, comme nous le verrons plus loin.

### I.1.2. Méthodes d'étude

#### I.1.21. Profils culturaux

Nous avons réalisé, après le labour, un profil cultural par champ travaillé et dans quatre parcelles de l'antenne IRAT. Les profils ont été faits perpendiculairement au sens du labour et sur une distance d'environ deux mètres. En dégageant, à la main, sur quelques centimètres de largeur la terre remuée jusqu'à la limite du labour, nous avons effectué à la règle les mesures suivantes :

- . labour simple :
  - la profondeur du labour
  - la distance séparant les raies consécutives
- . labour en billon
  - l'écartement des billons
  - hauteur de la crête au fond du sillon
  - hauteur des bourrelets formés sur le sol non travaillé.

La grosseur des mottes de terre a été appréciée à partir d'une vue d'ensemble du labour.

#### I.1.22. Dynamique de l'enracinement

##### Dates de réalisation des profils racinaires

L'évolution de l'enracinement du mil et du sorgho a été appréciée à partir des profils racinaires réalisés au stade tallage-montaison et à la floraison. Simultanément, l'enracinement du niébé

a été étudié dans les champs où il a été cultivé en association avec les céréales. Nous n'avons pas réalisé de profil après le stade de floraison, car, à partir de cette phase, l'enracinement des céréales ne croît plus et tend plutôt à régresser. C'est à la floraison qu'il est maximum (6 ; 15).

#### Procédé de réalisation des profils racinaires

Sur chaque champ et sur deux parcelles de mil de l'antenne IRAT dont une parcelle témoin (T<sub>0</sub>, F<sub>0</sub>) et une parcelle de correction foncière (T<sub>1</sub>, F<sub>F</sub>), un profil racinaire a été réalisé chaque fois en choisissant, au hasard, un poquet représentatif de l'ensemble de la parcelle.

A l'aide d'une pelle, on creuse une fosse à 10 - 15 cm du poquet, puis on dégage la terre jusqu'à 2 cm du collet des plants avec un couteau fin, laissant apparaître les racines. La profondeur de la fosse s'arrête à la limite du front racinaire. On compte le nombre de racines par tranche de sol, puis on fait les mesures caractéristiques suivantes :

- . la profondeur maximale du front racinaire
- . la largeur maximale
- . la largeur moyenne du sol explorée par la majorité des racines dans chaque tranche de sol retenue pour le comptage.

Les différents renseignements recueillis sont portés sur des fiches d'observation, dont un exemplaire est donné en annexe I, page 123.

#### I.A.23. Dynamique de l'eau dans le sol

Des mesures d'humidité du sol ont permis d'évaluer l'efficacité des techniques culturales sur la dynamique de l'eau du sol.

##### Date des mesures

Ne disposant pas de tout le matériel nécessaire sur place, nous nous sommes limités à sept mesures de l'humidité du sol à des intervalles de temps d'environ vingt jours depuis les labours jusqu'à la récolte.

##### Procédé de mesure de l'humidité du sol

Des prélèvements de terre à la tarière et par tranches de 20 cm ont été faits en une seule répétition sur chaque champ ainsi que sur certaines parcelles d'expérimentation de l'IRAT. Nous nous limitons au front d'humectation ou à une profondeur d'un mètre

correspondant à la longueur totale de la tarière. L'échantillon de terre prélevé est homogénéisé dans un récipient, puis, une quantité d'environ deux cent grammes est mise dans une boîte de Nescafé. Ces boîtes hermétiquement fermées sont placées dans une caisse ou dans une glacière et transportées à Ouagadougou. Au laboratoire de l'I.S.P., le poids humide de chaque échantillon est mesuré. Ensuite, les boîtes contenant la terre sont mises à l'étuve à 102° C pendant neuf heures. Puis on mesure le poids sec de l'échantillon.

Si P1 est le poids en grammes de l'échantillon de terre humide et P2 le poids sec de ce même échantillon

P1 - P2 donne le poids de l'eau contenue dans l'échantillon de terre

et  $\frac{P1 - P2}{P2} \times 100$  donne l'humidité pondérale en pourcentage du poids sec de terre.

Un exemple de calcul de l'humidité du sol est donné en annexe I.

#### I.1.24. Développement végétatif des cultures

Trois séries d'observations et de mesures au champ auront permis d'évaluer l'efficacité des techniques culturales sur le développement des parties aériennes du mil et du sorgho.

Les observations ont été effectuées sur six placettes de 10 m<sup>2</sup> implantées au hasard quelques jours après la levée des cultures. Ces carrés de sondage ont été installés tant sur les parcelles d'essais que sur celles en culture traditionnelle servant de témoin.

##### Déroulement des opérations de suivi

- Comptage du nombre de poquets par placette. On a compté le nombre de poquets et le nombre de pieds des différentes cultures présentes sur les placettes, au moment du tallage.
- Mesure de la hauteur de la végétation. La hauteur de la végétation est appréciée à partir des mesures de hauteur faite sur dix poquets individualisés. Pour ce faire, on tend une ficelle sur la première diagonale de la placette en partant d'un sommet de départ matérialisé par deux piquets, puis on

.../...

prend pour premier poquet le plus proche de ce sommet de départ et situé à moins de vingt centimètres de part ou d'autre de la ficelle.

Ensuite, de la même façon, on détermine les dix poquets devant faire l'objet de mesure. Si, sur la première diagonale, on enregistre moins de dix poquets, on recommence l'opération sur la seconde diagonale en partant du petit côté sur lequel s'est terminé le comptage.

Dans chaque poquet retenu, on mesure la taille du plant le plus haut, en partant de la base du collet au dernier entre-noeud saillant.

Ces mêmes poquets feront l'objet des mesures respectivement à la floraison et à la maturité complète.

A partir de l'épiaison, on mesure la plante jusqu'au bout de l'épi ou de la panicule.

- Comptage du nombre de talles par pied. Ce comptage a été effectué sur les mêmes poquets que ceux retenus pour la mesure de hauteur et cela uniquement à la première observation. Les données des mesures sont récapitulées par champ ou par traitement. On trouvera en annexe I un exemplaire de chaque fiche d'observation.

#### I.1.25. Les rendements des cultures et leur structure

##### Evaluation

La dernière observation avait pour but de recueillir les informations relatives à la structure des rendements.

Ainsi, à cette observation, on a compté :

- le nombre de plants fertiles sur l'ensemble de la placette
- le nombre de plants sans épis (ou panicule)
- le nombre d'épis fertiles
- le nombre d'épis stériles

Après ces observations, on récolte les tiges et les épis sur l'ensemble de la placette. Les pesées des tiges et des épis effectuées sur place à Sabouna ont permis d'évaluer le rendement en paille et en épis. Ensuite, les grains obtenus sur l'ensemble des six placettes d'une même parcelle ont été pesés pour avoir les rendements en grains obtenus sur chaque champ ou traitement. De même, le poids de mille grains a été mesuré pour les grains provenant d'une même parcelle.

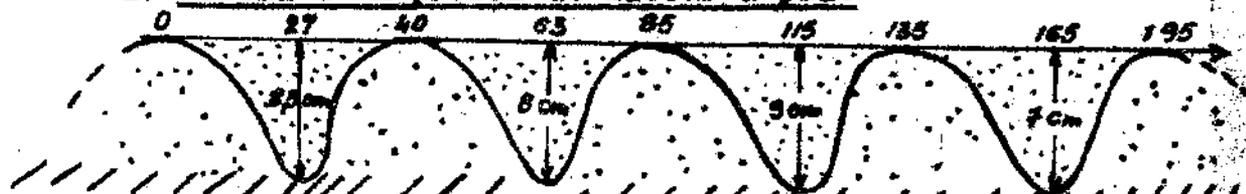
## I.2. Résultats et discussions

### I.2.1. Les profils culturaux

Les parcelles d'essais de l'IRAT ont été labourées par un beuvier du village. Nous n'avons pas trouvé de différence entre le labour réalisé dans les champs des paysans et celui des parcelles de l'IRAT. Ce qui nous amène à présenter des résultats globaux basés sur les moyennes de tous les profils culturaux.

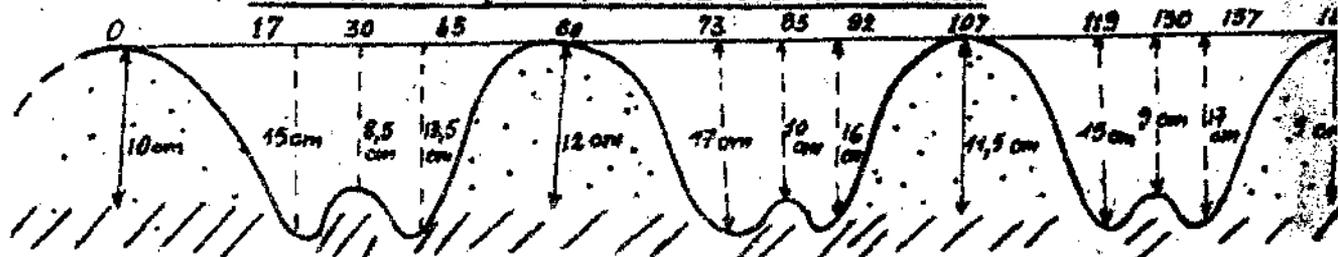
Signalons qu'il n'y a pas eu de labour en billon sur les parcelles IRAT, Les schémas ci-dessous illustrent le travail du sol tel qu'il est pratiqué par les paysans.

#### a) schéma d'un profil de labour à plat



Les mottes de terre ont en moyenne 2/3 cm de diamètre. La terre retournée est finement émietlée et forme une couche d'environ 2 à 3 cm.

#### b) schéma d'un profil de labour en billon



Les plus grosses mottes de terre ont environ 15 cm de diamètre.

Comme on peut le voir, le travail du sol est très irrégulier et superficiel. Cela pourrait être attribué à un manque d'encadrement des paysans, qui ne savent pas se servir de la charrue, qu'ils tiennent généralement penchée, disent-ils, pour ne pas fatiguer les bœufs d'attelage. De telles réflexions dénotent une incompréhension de l'utilisation du matériel disponible.

#### Problème de densité

Comme le montre le schéma, les billons sont écartés de 50 à 60 cm en moyenne, ce qui amène, au semis du mil, une densité plus forte que celle préconisée, à savoir des poquets écartés de 80 x 60 cm, et cela, sans compter le

nombre de plants par poquet sur lequel nous reviendrons plus

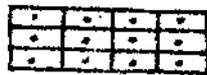
loin

## I.2.2. La dynamique de l'enracinement

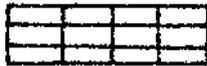
### I.2.21. L'enracinement des céréales (mil et sorgho)

Pour permettre de mieux visualiser l'évolution des profils racinaires, nous les avons représentés schématiquement dans les figures VIII à XI.

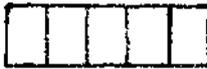
Les symboles suivants ont été utilisés pour la représentation :



le nombre de racines visibles  $x = 100$   
dans la tranche de sol considérée



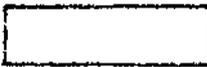
$60 < x \leq 100$



$30 < x \leq 60$



$10 < x \leq 30$



$x \leq 10$

#### Mil.

D'une façon générale, le travail du sol en association avec la correction foncière a eu un effet très positif sur le nombre de racines visibles dans les profils, tableau IX. En effet, sur tous les profils, le nombre de racines comptées sur la parcelle d'amélioration foncière est nettement supérieur à celui des parcelles en culture traditionnelle.

Nous n'avons pas effectué de profils sur une parcelle IRAT comportant pour seul traitement la fuzure vulgarisée (FV), car nous considérons surtout l'effet du labour et de la correction foncière, en vue d'établir des comparaisons avec les résultats des parcelles des paysans.

Nous n'avons pas observé une différence notable d'enracinement du mil sur les deux sites : parcelles des paysans et station IRAT, ce qui nous a amenés à calculer les moyennes sur toutes les parcelles. Il a été cependant tenu compte du type de travail du sol (labour à plat ou en billon) que nous comparons à ce qu'on observe sur les parcelles témoin, c'est à dire celles en culture traditionnelle.

# FIGURE VIII

## PROFILS RACINAIRES

Parcelle N°  
Culture mil

### AMELIORATION FONCIERE

Travail de sol : labour

rendement : 452,05 kg/ha

### Témoin:

rendement : 313,5 kg/ha

Stade : tallage

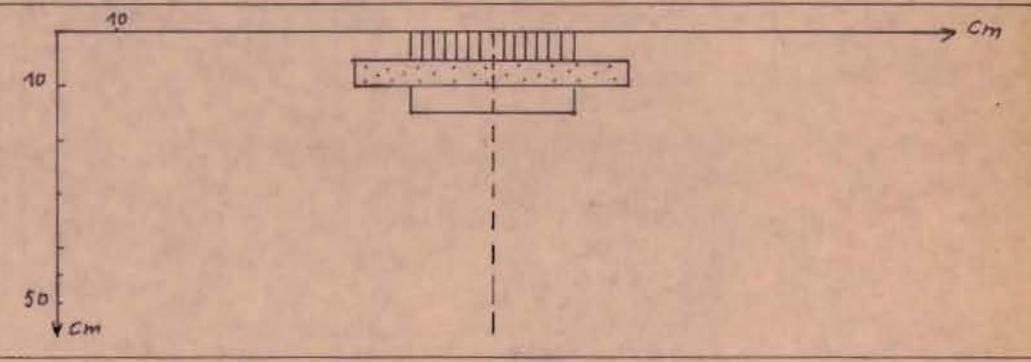
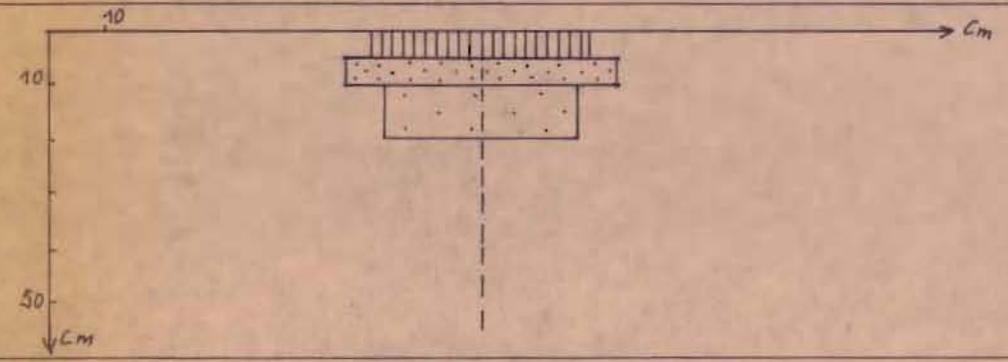
nombre de plants dans la touffe : 13

Hauteur : 20 cm

Stade : tallage

nombre de plants dans la touffe : 11

Hauteur : 12,2 cm



Stade : floraison

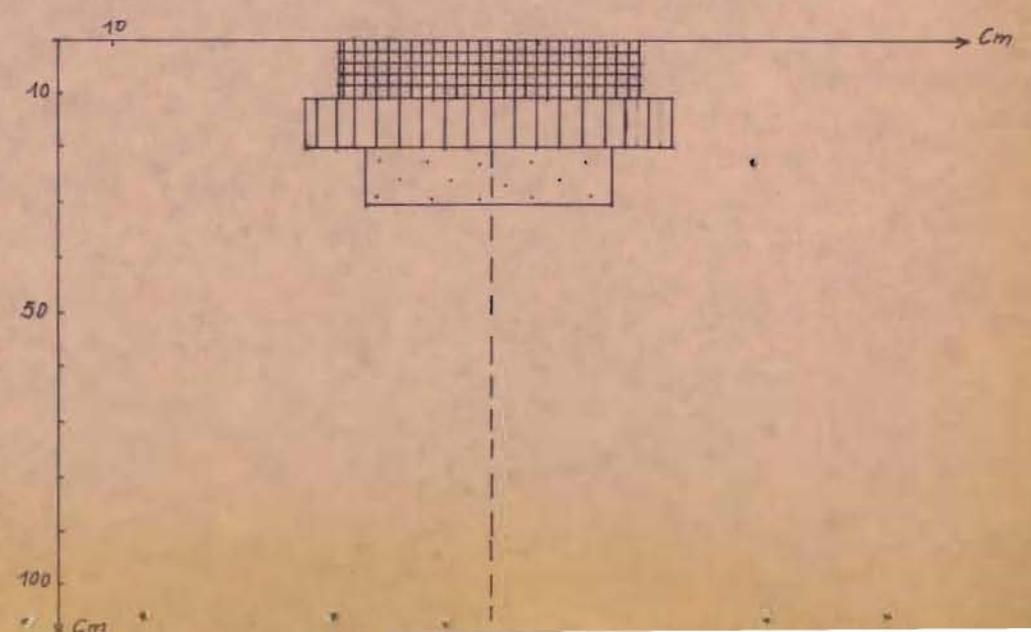
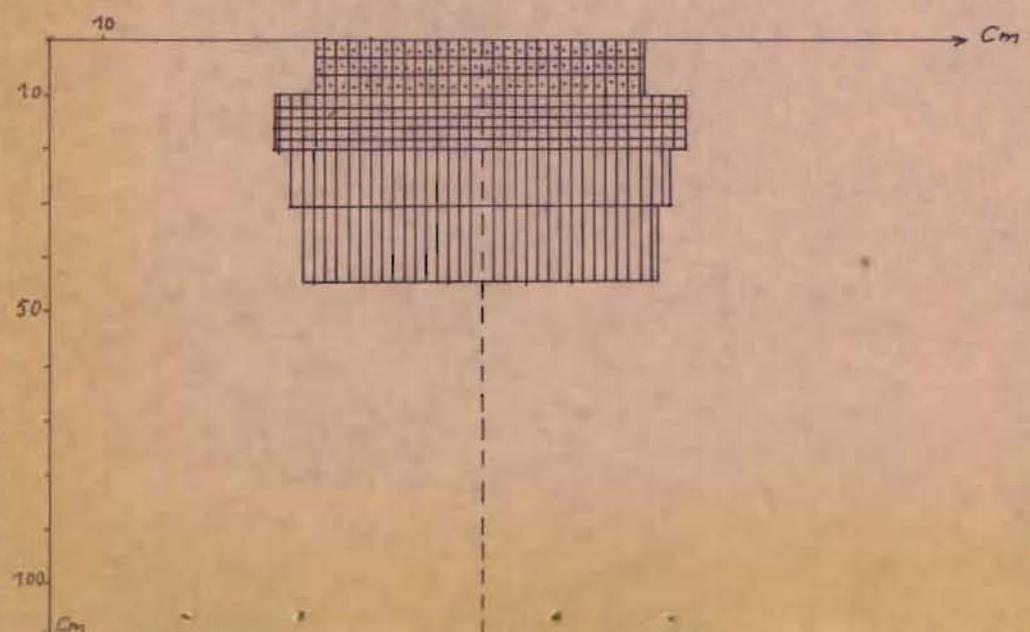
nombre de plants dans la touffe : 15

Hauteur : 160 cm

Stade : floraison

nombre de plants dans la touffe : 13

Hauteur : 130 cm



AMELIORATION FONCIERE

Travail de sol : billon

rendement : 452,05 kg/ha

Témoin :

rendement : 313,5 kg/ha

Stade : tallage

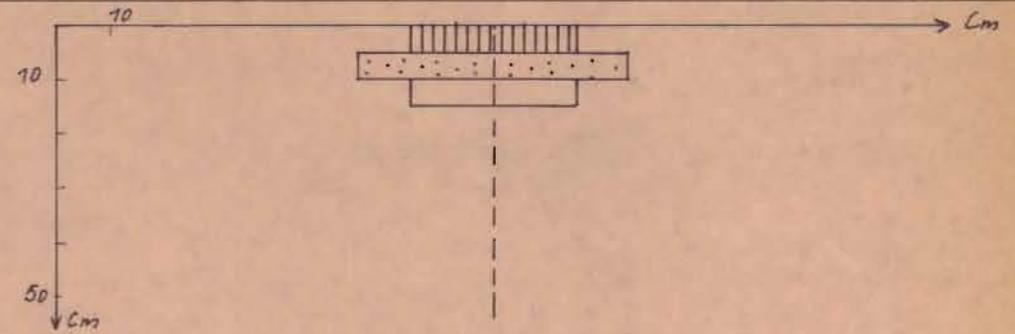
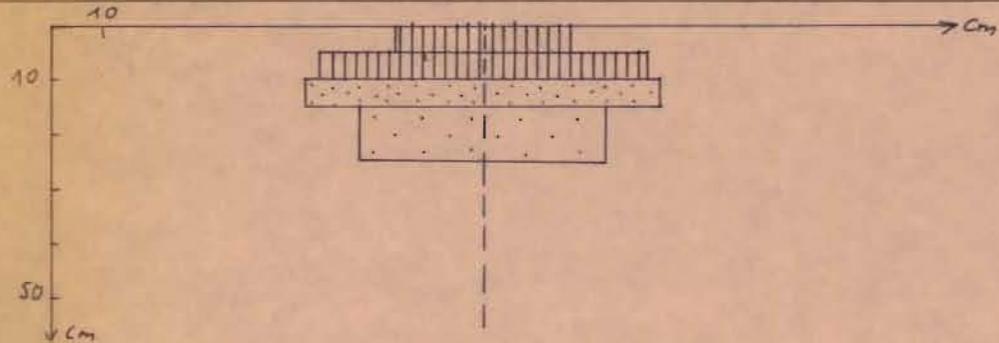
nombre de plants  
dans la touffe : 14

Hauteur : 30 cm

Stade : tallage

nombre de plants  
dans la touffe : 11

Hauteur : 12,2 cm



Stade : floraison

nombre de plants  
dans la touffe : 21

Hauteur : 190 cm

Stade : floraison

nombre de plants  
dans la touffe : 13

Hauteur : 130 cm

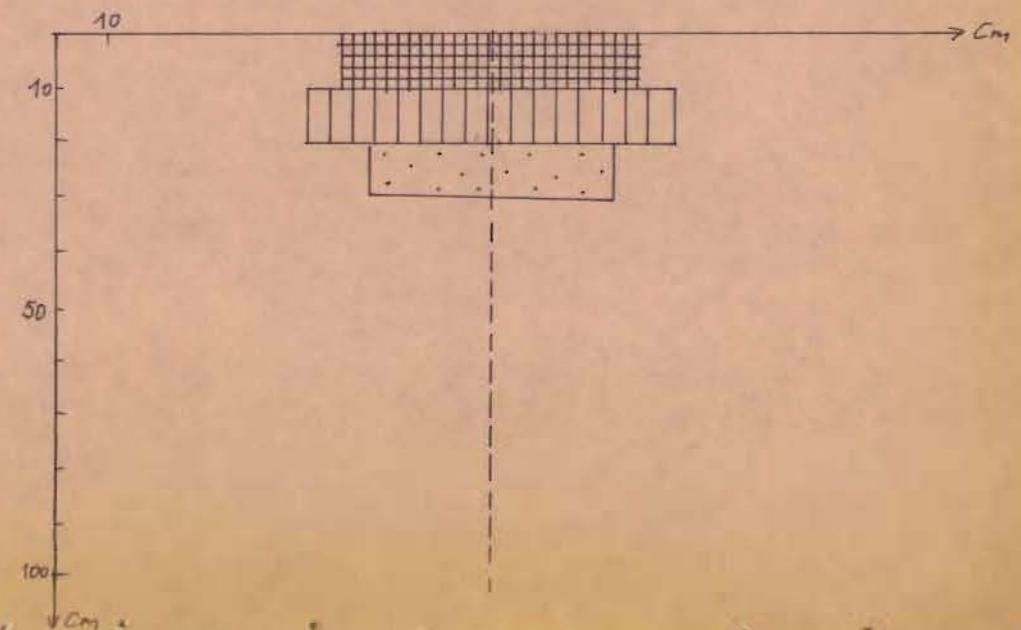
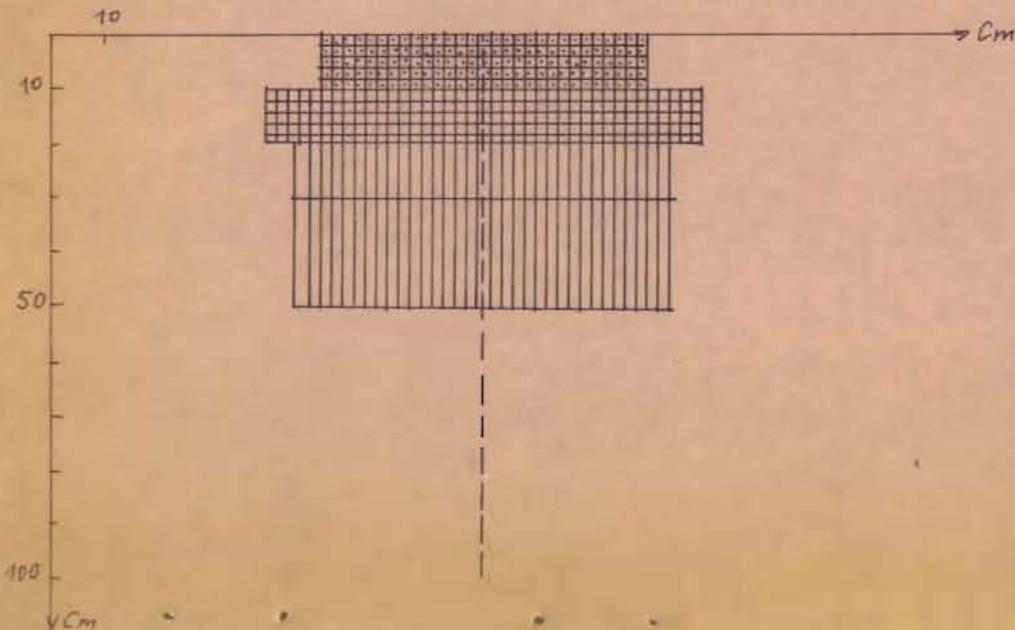


FIGURE X

PROFILS RACINAIRES

Parcelle N°

Culture Sorgho

AMELIORATION FONCIERE

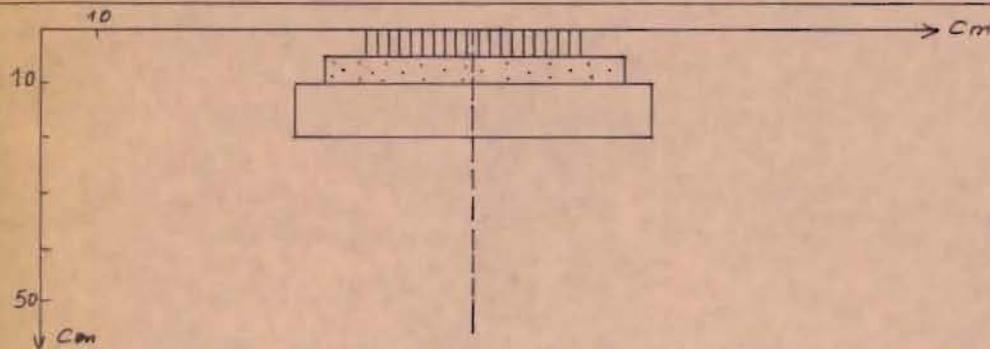
Travail de sol : labour

rendement : 1208,3k /ha

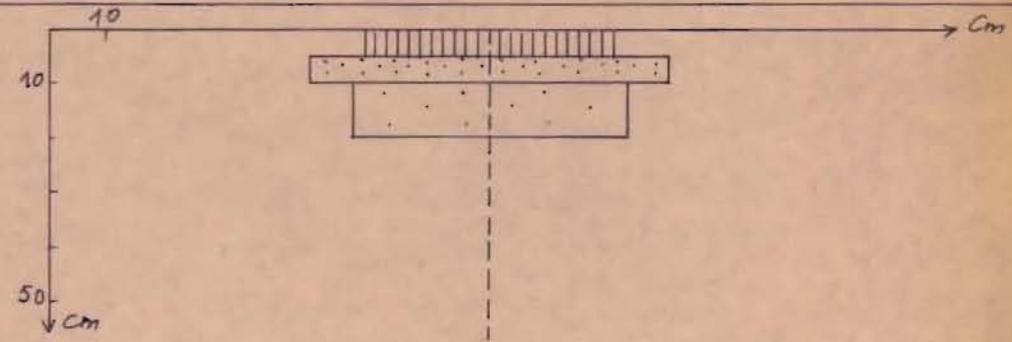
Témoin :

rendement : 1100 kg/ha

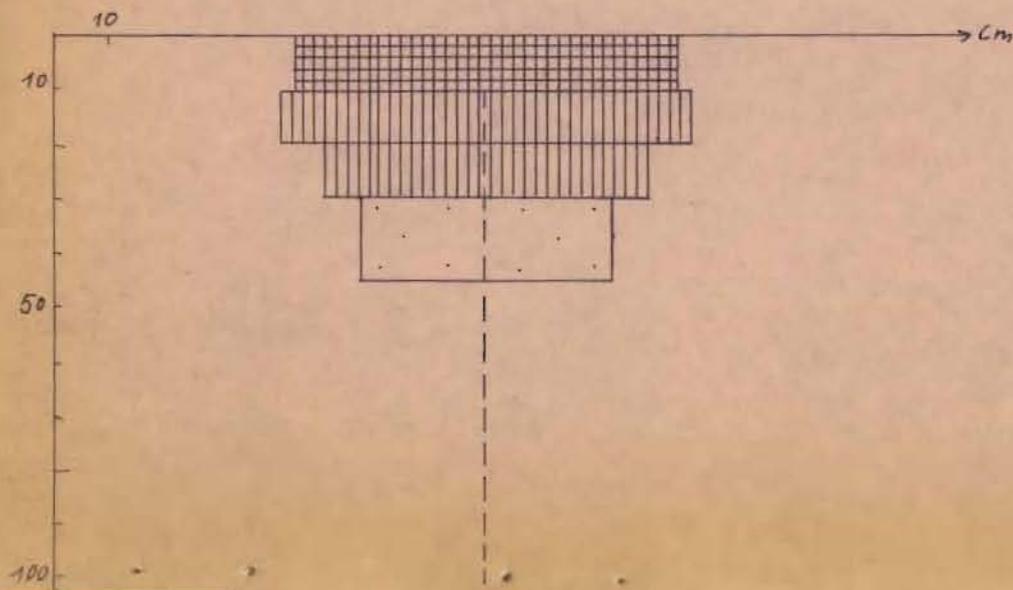
stade : tallage      nombre de plants dans la touffe : 5      Hauteur : 35 Cm



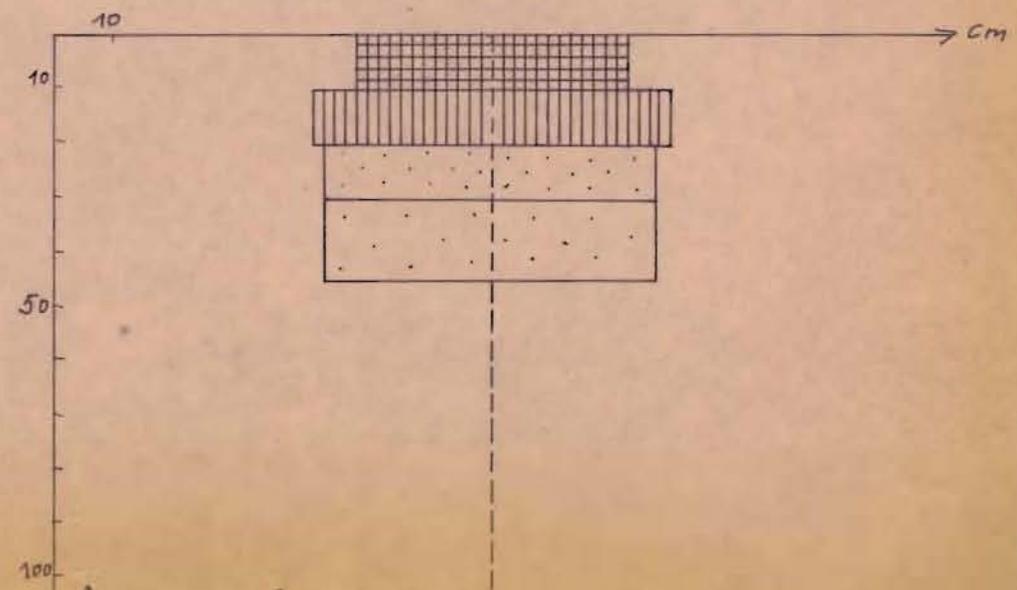
stade : tallage      nombre de plants dans la touffe : 7      Hauteur : 15 Cm



stade : floraison      nombre de plants dans la touffe : 6      Hauteur : 235 Cm



stade : floraison      nombre de plants dans la touffe : 13      Hauteur : 130 Cm



# FIGURE XI

## PROFILS RACINAIRES

Parcelle N°

Culture Sorgho

### AMELIORATION FONCIERE

Travail de sol : billon

rendement : 1208,3 kg/ha

### Témoin :

rendement : 1100 kg/ha

stade : tallage

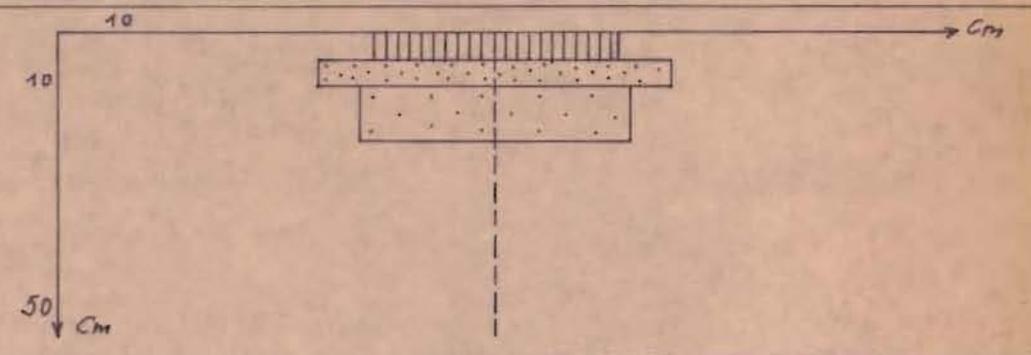
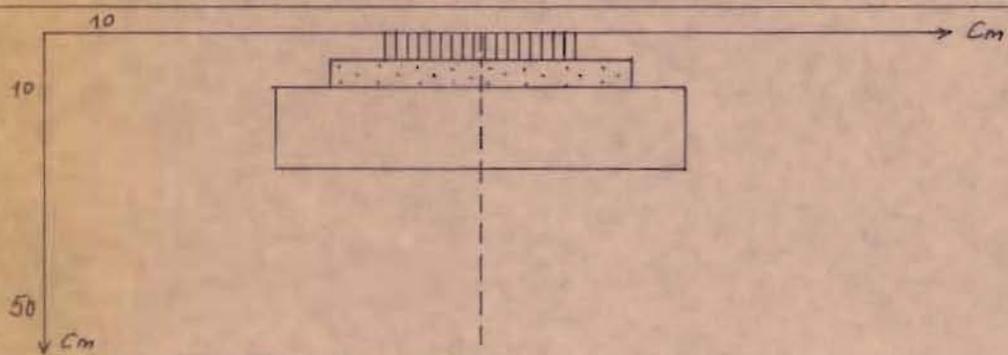
nombre de plants  
dans la touffe : 8

Hauteur : 45 cm

stade : tallage

nombre de plants  
dans la touffe : 7

Hauteur : 45 cm



stade : floraison

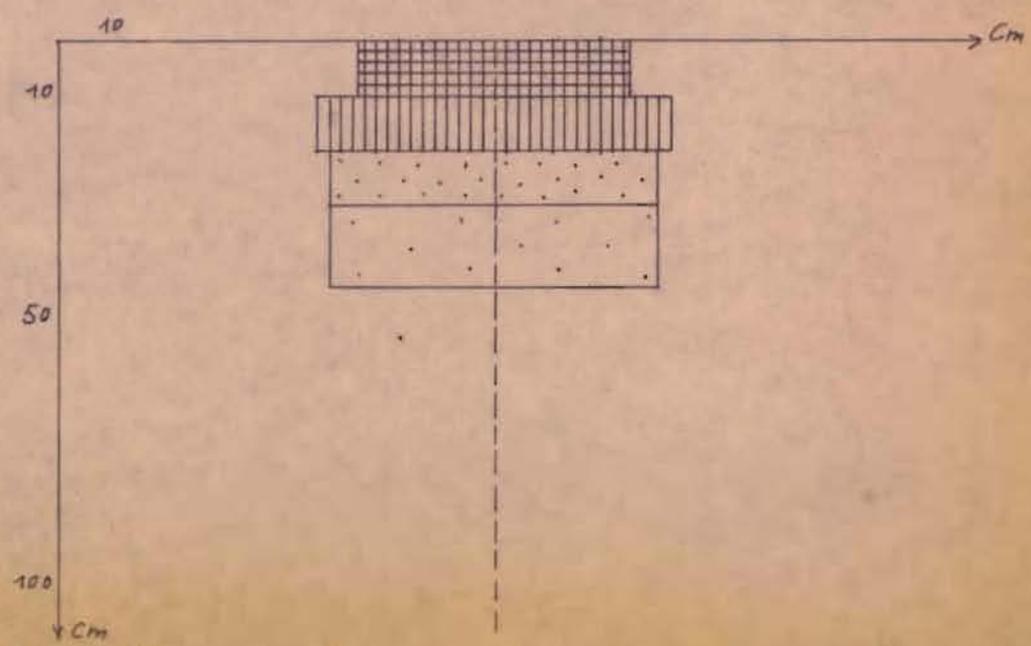
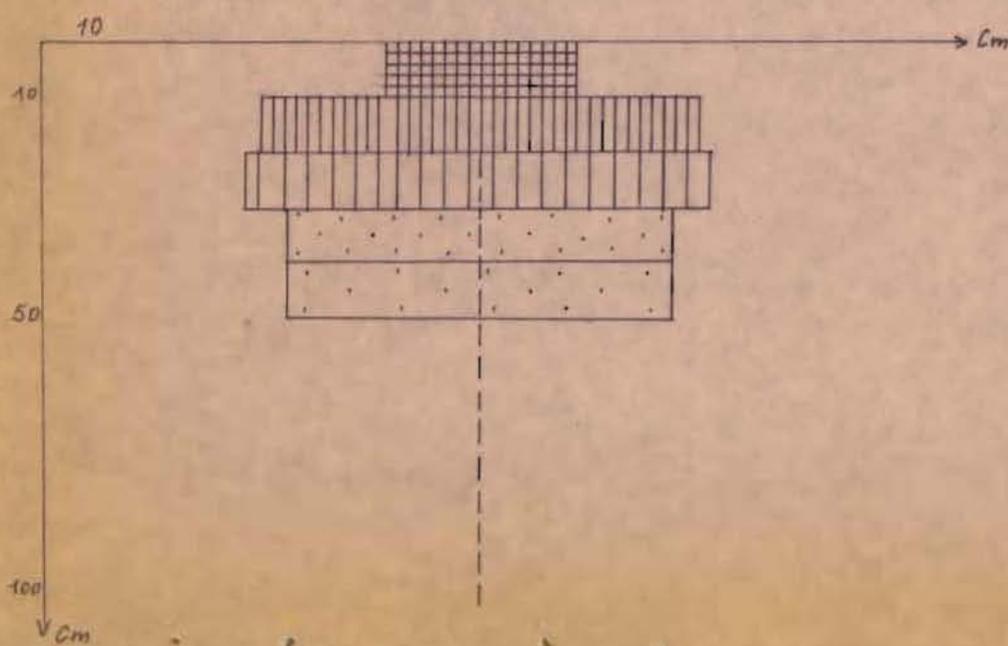
nombre de plants  
dans la touffe : 6

Hauteur : 190 cm

stade : floraison

nombre de plants  
dans la touffe : 13

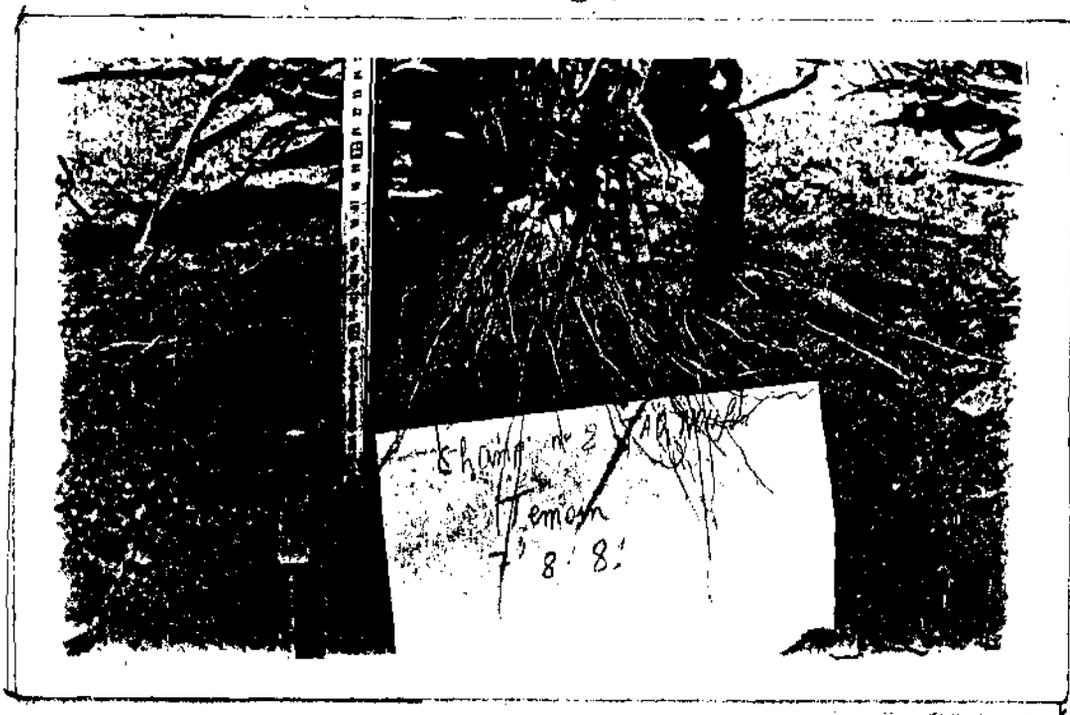
Hauteur : 130 cm



77  
Photo n°1 : Enracinement du mil sur le billon  
(Stade : tallage)



Photo n°2 : Enracinement du mil sur le témoin  
(Stade : tallage)



# SITE ANTIÉROSIF DE BAMBA

Plan reproduit à partir du plan initial établi à 1/200 000  
par l'ORD du Yatenga et réduit à environ 1/500 000

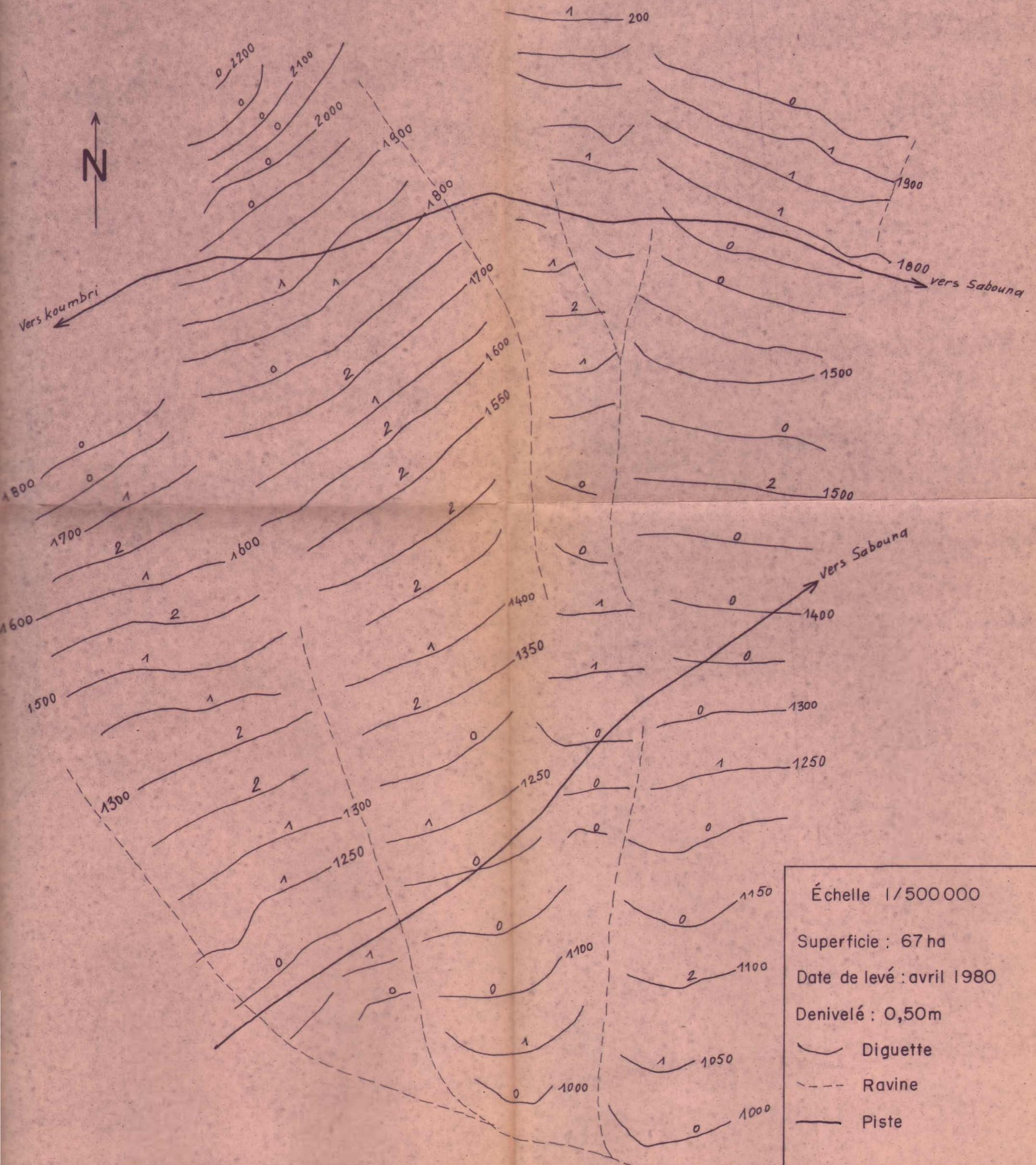


Tableau 9 : Nombre moyen de racines visibles de mil comptées par tranche de sol et pour des poquets comportant en moyenne dix plants

Tranches de sol	Stade tallage-montaison		
	amélioration foncière	témoin	plus value en % amélioration foncière
0 - 5 cm	45	42	+ 7 %
5 - 10 cm	32	27	+ 18,5 %
10 - 20 cm	28	14	+ 100 %
20 - 30 cm	12	7	+ 71 %
TOTAL	117	90	+ 30 %
	Stade floraison		
0 - 10 cm	93	76	+ 22 %
10 - 20 cm	90	57	+ 58 %
20 - 30 cm	40	42	- 5 %
30 - 40 cm	36	13	+ 117 %
40 - 60 cm	17	3	+ 466 %
TOTAL	276	191	+ 45 %

Le nombre de racines visibles, comptées par tranche de sol dans le profil, sert d'indice pour se rendre compte du nombre total de racines explorant la tranche de sol considérée, que nos moyens d'investigation ne permettent pas de mettre en évidence.

Néanmoins, on remarque que la majorité des racines explorent les couches superficielles du sol de 0 à 20 cm, mais aussi que, sur le labour entre 30 et 60 cm, on a trois fois plus de racines visibles que sur le témoin, à la floraison, donc un approfondissement certain de l'enracinement total qui expliquera, plus loin, l'évolution des profils hydriques.

En début de végétation, la bonne pluviométrie a permis un stock d'eau important, tant dans les couches superficielles qu'en profondeur du sol, comme nous le verrons plus loin dans l'examen des profils hydriques (figures XIV à XVI), si bien que le phénomène observé dans l'enracinement des céréales, en général, n'a pas porté préjudice à leur alimentation hydrique en ce moment. Ce phénomène a plutôt joué un rôle positif vis à vis des cultures, puisque les éléments nutritifs du sol sont, en général, en quantité plus importante dans ces couches superficielles. Mais, aux périodes de sécheresse, ce phénomène est alors défavorable à la nutrition hydrique des cultures.

#### Sorgho.

La dynamique de l'enracinement du sorgho a été étudiée sur un seul champ et son témoin. Le champ n° 8 situé au pied de la colline n'a pas été labouré à la charrue, car l'empierrement excessif rendait impossible la culture attelée, de même que la réalisation des profils racinaires de façon correcte. Alors, compte tenu du nombre très réduit des données, nous nous garderons de tirer des conclusions.

Les figures X et XI illustrent l'évolution de l'enracinement du sorgho entre la parcelle travaillée (labour et billon) et celle en culture traditionnelle.

#### Remarques générales sur l'enracinement des céréales

Nous avons remarqué que les racines du mil et du sorgho ont plutôt tendance à se développer dans l'aire remuée par le travail du sol qu'à percer la partie du sol non travaillée pour descendre en profondeur. Ce phénomène est plus marqué sur les billons comme le montre la photo n°1.

En effet, le système racinaire des céréales est du type fasciculé. Après la levée, la racine séminale avorte rapidement et est remplacée d'abord par ses ramifications, puis, au moment du tallage, par des racines nodales issues des premiers noeuds de chacun des talles (15). Ces nouvelles racines sont alors situées un peu plus haut sur la plante par rapport aux premières racines et se développent préférentiellement dans les premiers centimètres

du sol où il y a moins de résistance mécanique et aussi plus d'éléments nutritifs. Les périodes de sécheresse les obligent alors à descendre, par la suite, vers la profondeur, à la recherche de l'eau. Ce qui fait que l'ensemble des racines forme, en dessous du poquet, un cône à grand angle d'ouverture et, à l'intérieur, plus ou moins vide. En effet, il n'y a pratiquement pas de racine évoluant verticalement sous le poquet.

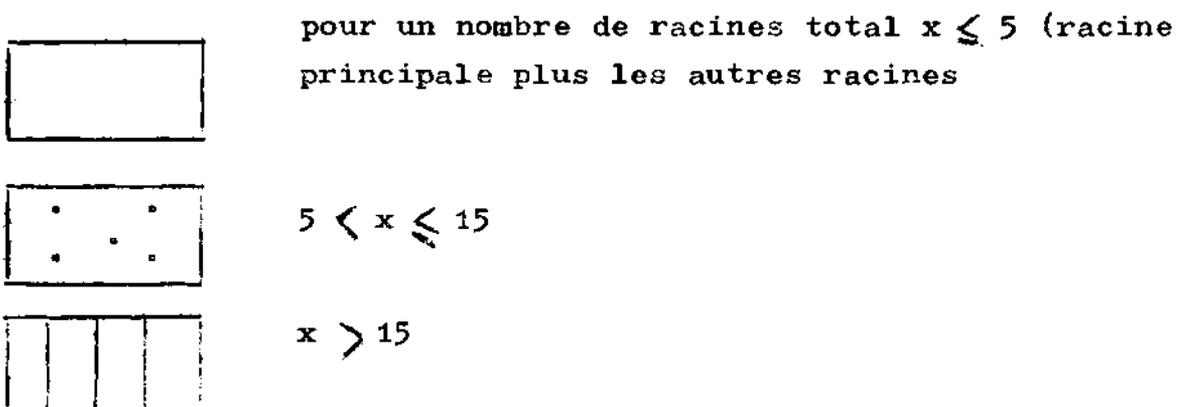
La densité racinaire et le degré de colonisation du sol par les racines sont aussi des caractéristiques importantes de l'enracinement, mais que nos moyens d'investigation n'ont pas permis de mettre en évidence. Cependant, le nombre de poils absorbants comptés sur environ un centimètre le long de plusieurs racines (voir annexe I) et les comptages effectués ont montré que le travail du sol a permis, malgré ses limites dues à sa réalisation, d'augmenter la surface de contact sol-racines et le volume de sol réellement utilisable par la plante.

Nous pensons que, compte tenu des moyens et de la méthode d'investigation utilisés, on ne saurait attendre des informations très élaborées de cette étude, mais plutôt une idée globale de l'effet des techniques culturales sur l'enracinement, facteur premier de l'alimentation hydrique et minérale des cultures.

#### I.2.22. L'enracinement du niébé

##### Représentations schématiques

Pour les racines du niébé, numériquement moins abondantes que celles des céréales, nous avons adopté la convention suivante dans la schématisation :

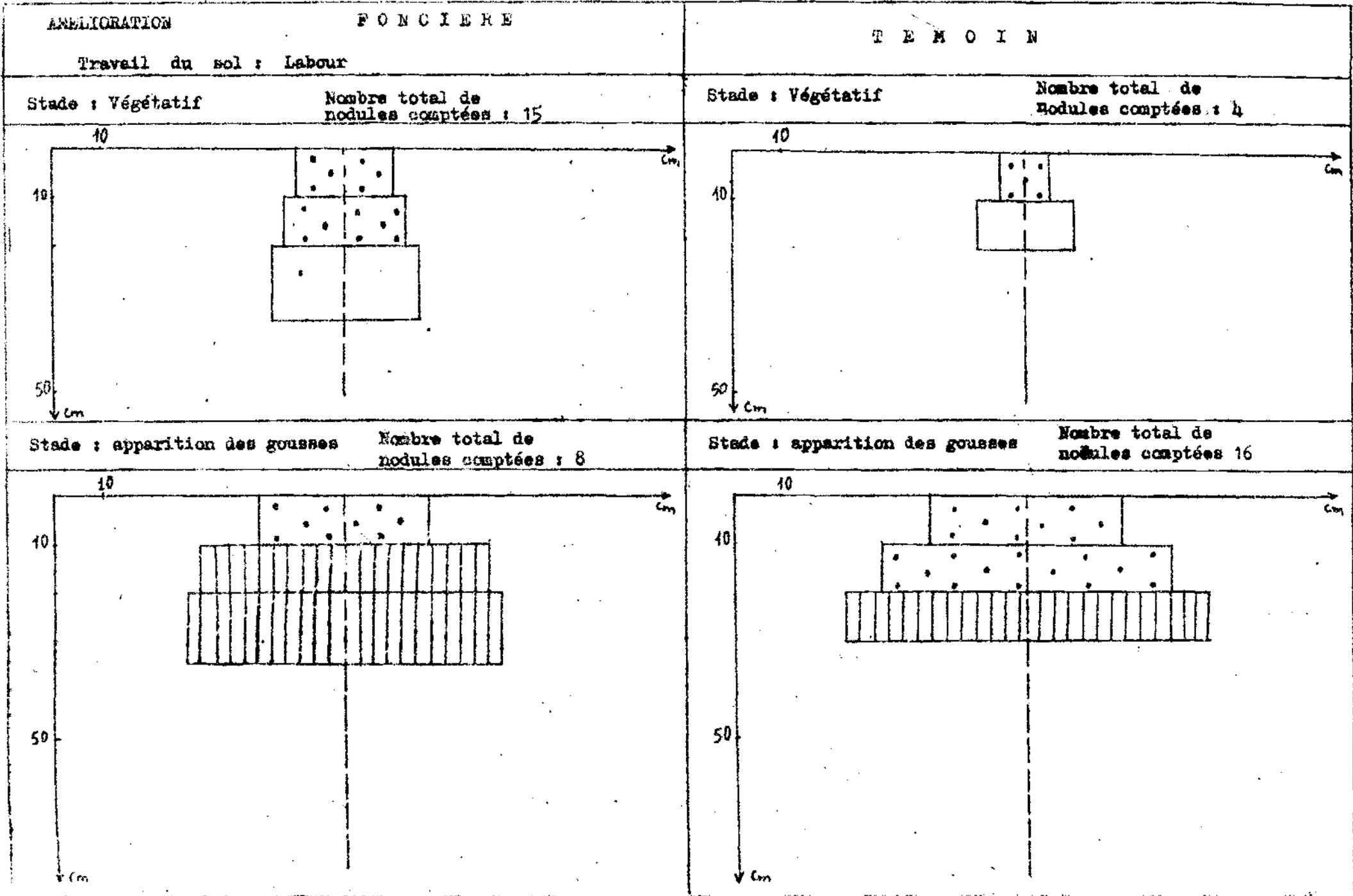


Les figures XII et XIII, ci-contre, illustrent l'évolution de l'enracinement du niébé.

.../...

FIGURE XII

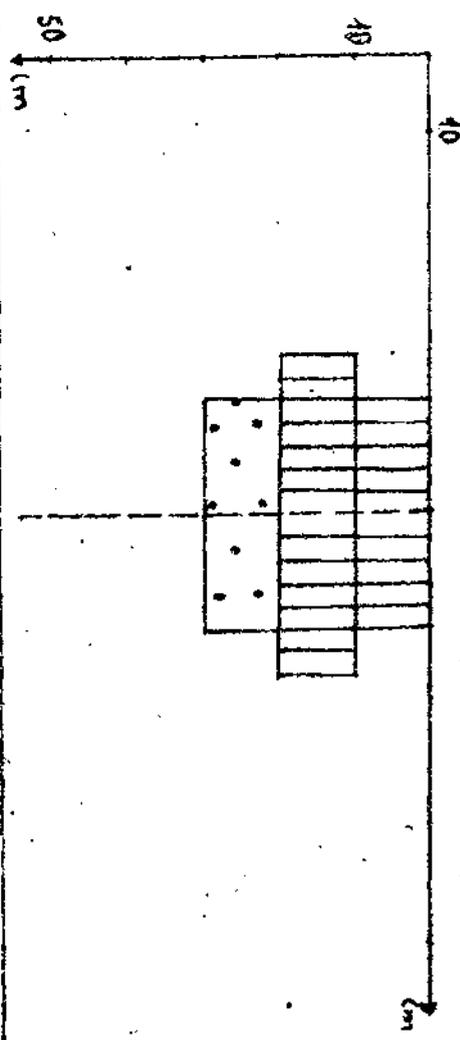
Profils racinaires au bleue



AMÉLIORATION PONDICRE

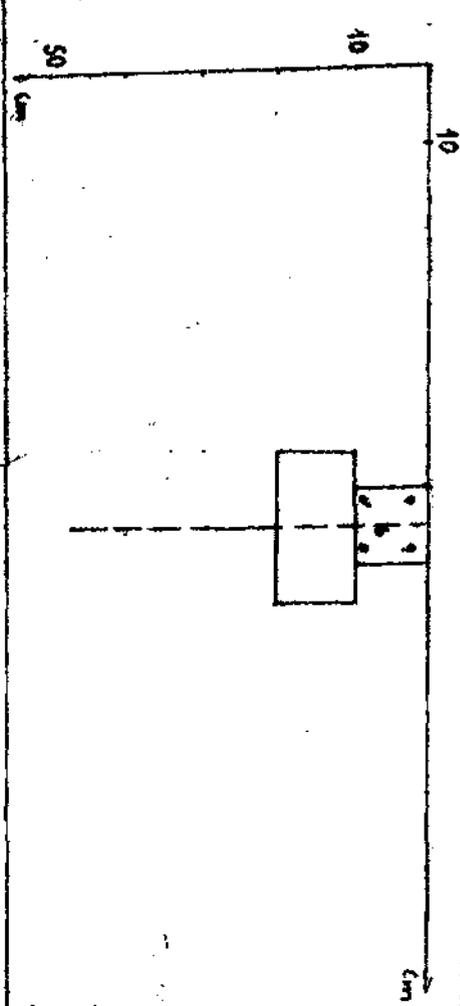
Travail du sol : BILLES

Stade : Végétatif  
 Nombre total de nodules comptés : 11

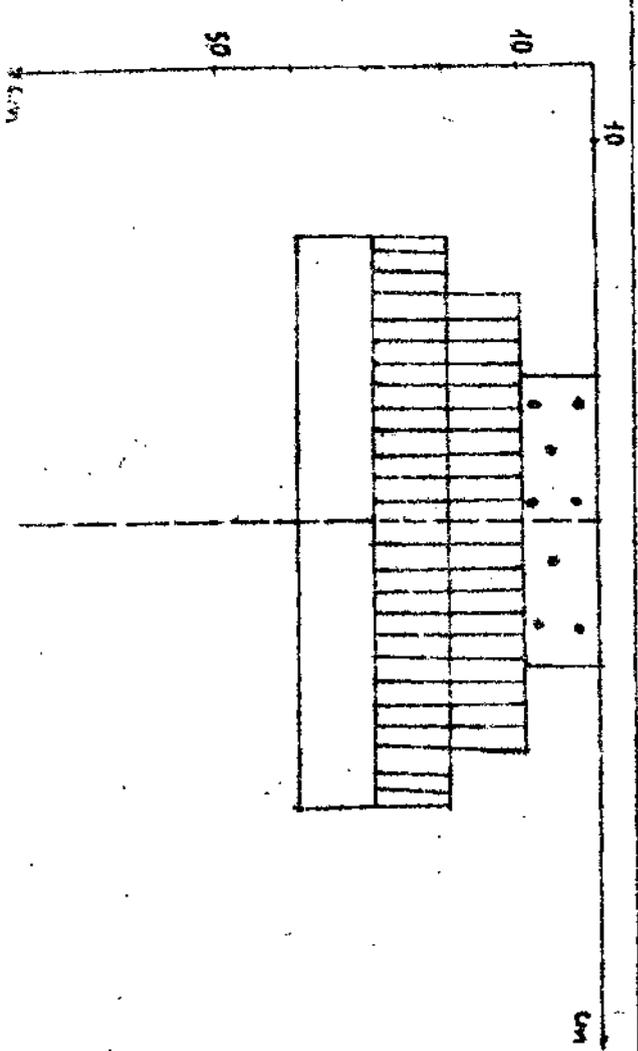


T N M O I N

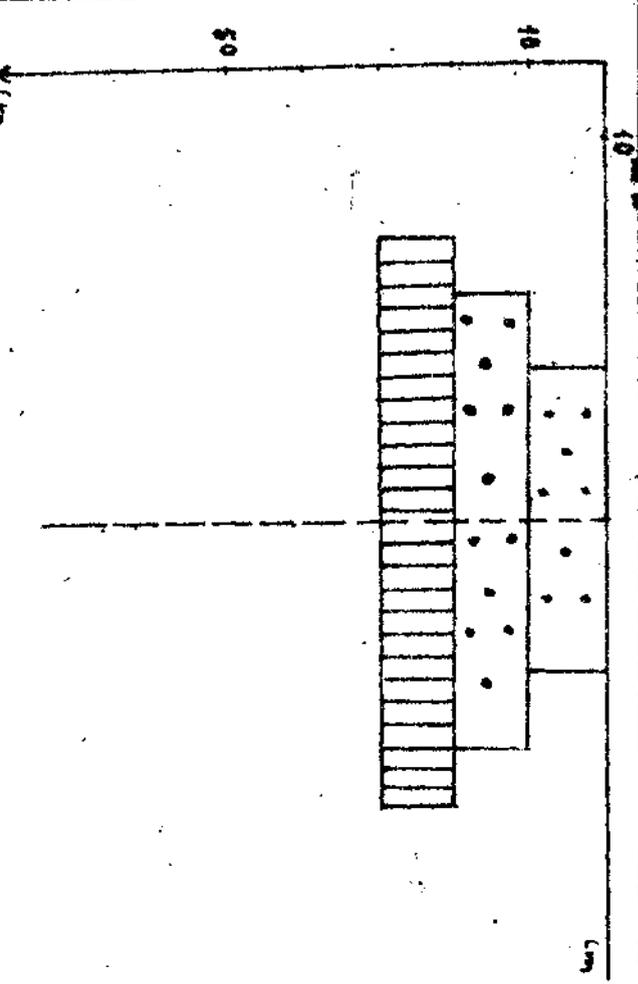
Stade : Végétatif  
 Nombre total de nodules comptés : 4



Stade : apparition des gousse  
 Nombre total de nodules comptés : 13



Stade : apparition des gousse  
 Nombre total de nodules comptés : 16



### Observations et discussions

On observe sur le niébé une grande vitesse d'accroissement du front racinaire, dès le début du cycle végétatif. Mais, environ trente à quarante jours après la levée, correspondant à peu près à la date de réalisation des premiers profils, le front racinaire avance nettement moins vite en profondeur, au profit d'une croissance en largeur et d'un développement plus grand des racines. En effet, des racines secondaires, tertiaires, et leurs ramifications, prennent naissance à partir de la racine principale et se développent beaucoup plus latéralement à la recherche des éléments nutritifs. La plupart de ces racines explorent, en effet, la tranche de sol 20 - 30 cm, aussi bien dans les parcelles d'amélioration foncière que sur les champs en culture traditionnelle.

Contrairement aux graminées, le niébé a un système racinaire pivotant. La racine primaire issue de la radicule de l'embryon séminal se développe rapidement en profondeur du sol, avec une vitesse d'autant plus grande qu'elle rencontre moins de résistance mécanique.

Nous avons pu observer aussi sur le labour mal fait, comme sur les parcelles non travaillées, que la racine primaire du niébé, présente une certaine courbure, à environ 8 - 10 cm avant de repiquer à peu près droit suivant la verticale. Cela n'a pas été observé sur six profils racinaires du niébé semé sur les billons. On pourrait attribuer ce phénomène à la résistance mécanique opposée par le sol non travaillé.

D'autre part, on observe que les racines du niébé portent plus de nodules dans les parcelles d'amélioration foncière que sur celles en culture traditionnelle. De même, les plantes sont nettement plus développées, ce qui amène à une meilleure efficacité dans l'enrichissement du sol en azote.

Mais, il faut signaler que le manque de résultats disponibles sur l'enracinement du niébé dans la bibliographie de la recherche agronomique aura été pour nous un handicap dans l'interprétation des observations faites au champ.

../...

En effet, les données bibliographiques relatives à l'enracinement des légumineuses concernent, en général, l'arachide (notamment les résultats acquis au Sénégal). Quant au niébé (Vigna unguiculata), nous n'avons pratiquement pas eu, à notre disposition, des résultats pouvant servir de référence.

### I.2.3. La dynamique de l'eau du sol

#### I.2.31. Les profils hydriques obtenus sur les parcelles d'expérimentation de l'IRAT

A la différence des champs de paysans, les parcelles de l'IRAT sont situées sur un même type de sol argilo-sableux. Les différences d'humidité observées d'une parcelle à l'autre pour un même traitement sont négligeables et imputables à l'hétérogénéité du relief (micro-relief). La figure XIV schématise l'évolution des profils obtenus à partir des moyennes des humidités pondérales.

L'examen de ces profils montre, dès la première mesure, une nette différence entre l'eau stockée grâce au labour et celle retenue par la parcelle non travaillée. Au troisième prélèvement, correspondant à la phase de la montaison du mil, les parcelles labourées, ainsi que le témoin, accusent une baisse sensible du stock d'eau sur quarante centimètres. Cette baisse reflète l'intensité du pompage de l'eau par les racines du mil qui, à ce stade de croissance, se développent en majorité dans cette tranche de sol.

Les pluies de 42,5 mm de la deuxième décade du mois d'août ont augmenté le stock d'eau du sol.

L'arachide, bien développée en ce moment, a accusé une consommation importante sur environ 60 cm, comme le montrent les profils du 25 août (figure XIV). En effet, à ce stade de développement de l'arachide, ses coefficients culturaux KC, facteurs de l'évapotranspiration maximale ETM (voir § II.1.14. de la première partie, page 17) varient de 0,9 à 1,04, tandis que ceux du mil varient de 0,68 à 1,02 (7). Cette baisse du stock d'eau sous la culture de l'arachide traduit alors un besoin d'eau plus accentué de l'arachide par rapport au mil. Sur les parcelles de mil, le labour conserve toujours son avantage sur la parcelle non travaillée (fig. XIV).

FIGURE XIV

EVOLUTION des Profils hydriques

Antenne d'expérimentation de l'IRAT

Culture : mil

humidités pondérales moyennes

- Labour + Fumure
- - - Sans labour + Fumure
- ... parcelle d'arachide labourée

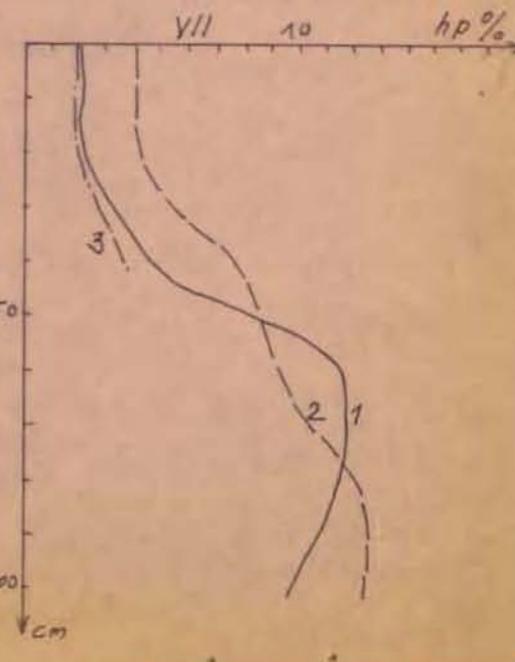
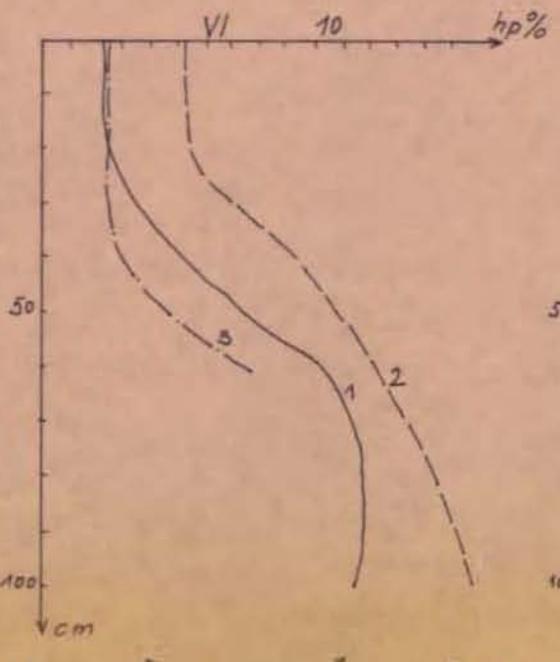
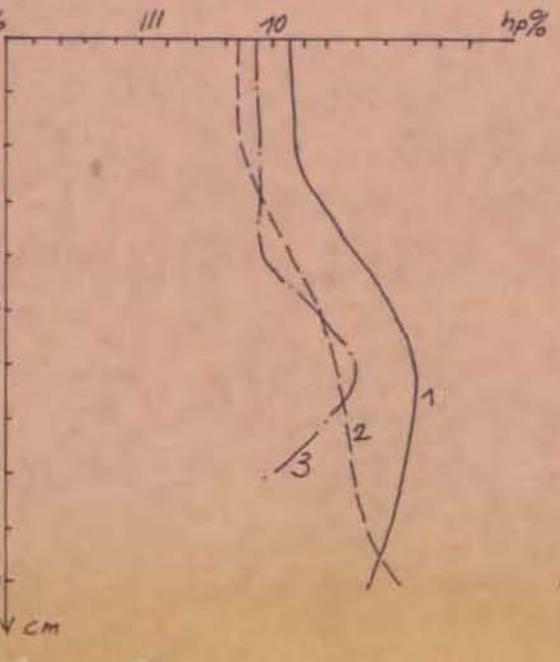
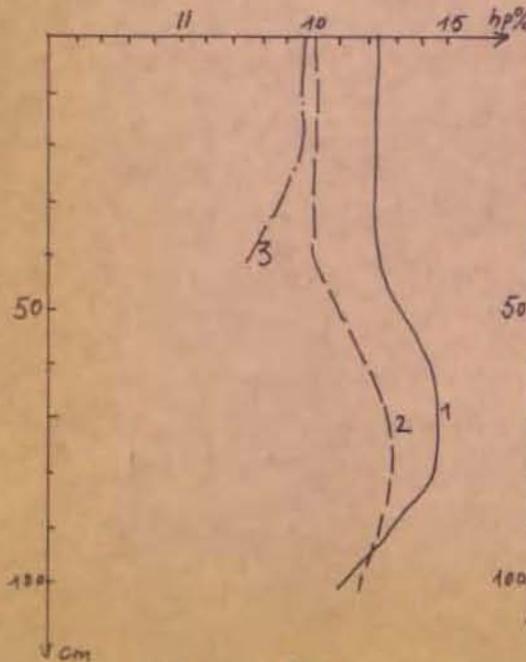
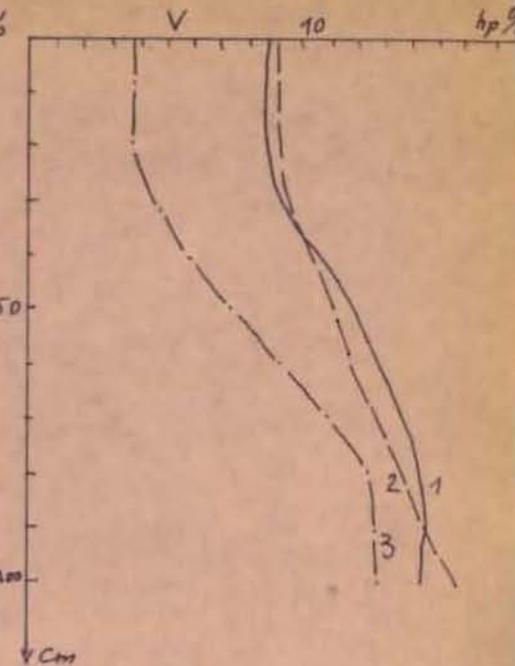
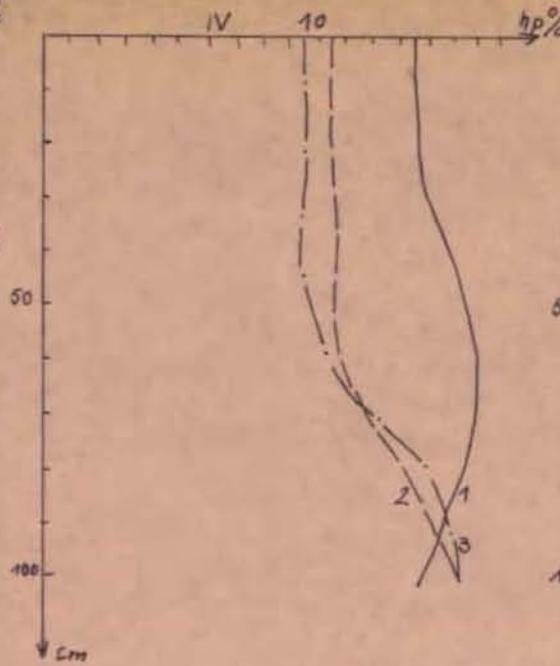
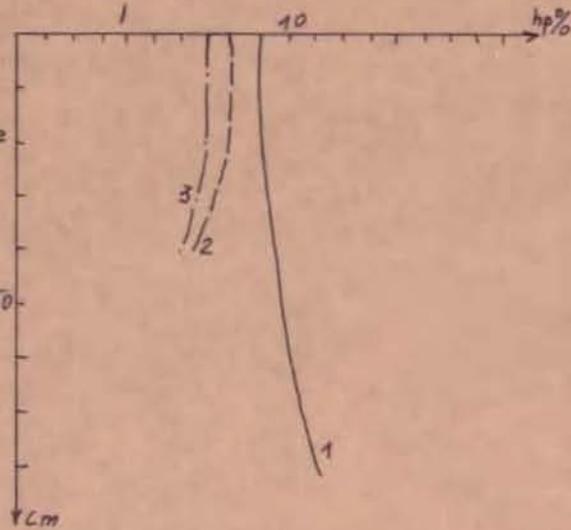
Dates des prélèvements:

I 25-6-81 V 18-9-81

II 15-7-81 VI 3-10-81

III 5-8-81 VII 9-8-10-81

IV 25-8-81



La dernière pluie a eu lieu le 10 septembre.

Le cinquième prélèvement, effectué huit jours après, accuse une consommation hydrique importante sur environ 60 cm. Le profil du labour devient moins important que celui du témoin, traduisant une consommation plus grande due à un meilleur développement végétatif des cultures. Néanmoins, cette consommation reste inférieure à celle exercée par l'arachide. Les deux derniers profils confirment nettement ce phénomène. Cependant, le "ventre" observé sur le profil hydrique du labour au dernier prélèvement est difficilement expliquable sans des informations précises sur la composition texturale de ces sols. En effet, il (le ventre) pourrait traduire une plus forte teneur en argile du sol, dans les horizons profonds.

#### 1.2.32. Les profils hydriques obtenus dans les champs des paysans

Les informations fournies par la figure XV sont plus fiables, car elles reposent sur des moyennes d'au moins quatre à six champs, tandis que les profils hydriques réalisés sous la culture du sorgho proviennent d'un seul champ.

L'examen de la figure XV montre l'effet positif du travail du sol comme précédemment sur les parcelles IRAT. Les billons ont favorisé un stockage d'eau légèrement plus important que le labour. Cette supériorité peut s'expliquer par son effet sur la réduction du ruissellement.

Après le développement des cultures, les profils resteront pratiquement identiques, traduisant des pertes en eau plus ou moins semblables. En effet, la forte densité de semis, tant sur les parcelles d'amélioration foncière que sur les parcelles de culture traditionnelle, ajoutée à un entretien des cultures pas bien maîtrisé, peut contribuer à expliquer le phénomène.

On peut dire que, du point de vue de la dynamique de l'eau du sol, les billons, tels qu'ils ont été faits, n'ont pas de différence significative avec le labour à plat, surtout après la montaison du mil. Néanmoins, sous le billon, la consommation en eau est légèrement plus grande, ce qui est imputable à un semis généralement plus dense et au fait que les billons sont serrés, comme l'a montré le schéma du profil cultural plus haut.

FIGURE XV

EVOLUTION des Profils hydriques

Culture : mil

humidités pondérales moyennes

- 1 Labour + AF
- - - 2 inter billon + AF
- o - 3 dessous billon + AF
- - - 4 Témoin

Dates des prélèvements

- |            |              |
|------------|--------------|
| I 25-6-81  | N 25-8-81    |
| II 15-7-81 | V 18-9-81    |
| III 5-8-81 | VI 3-10-81   |
|            | VII 28-10-81 |

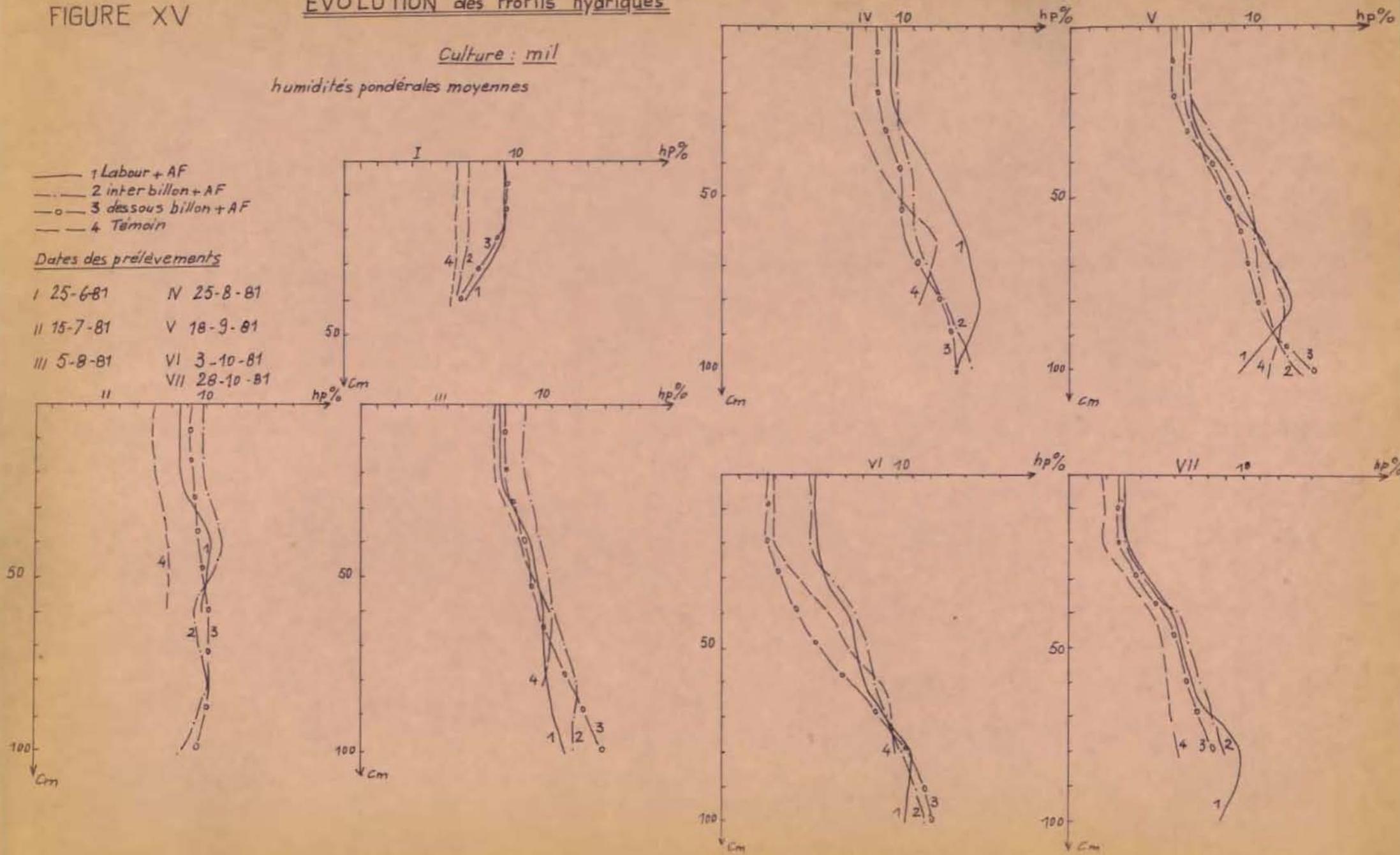


FIGURE XVI

EVOLUTION des Profils hydriques

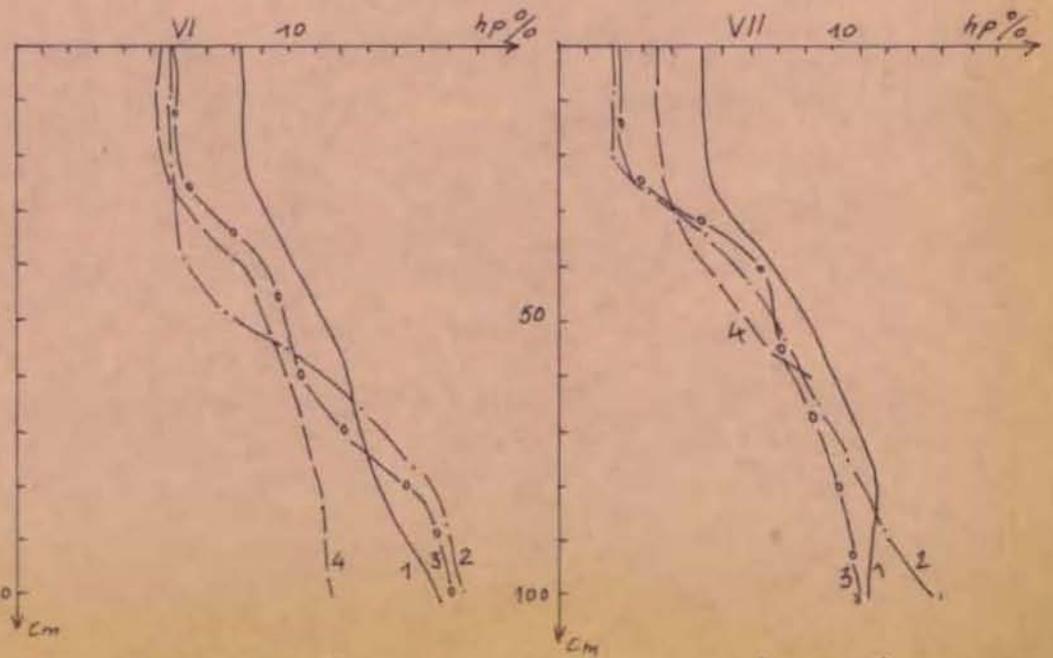
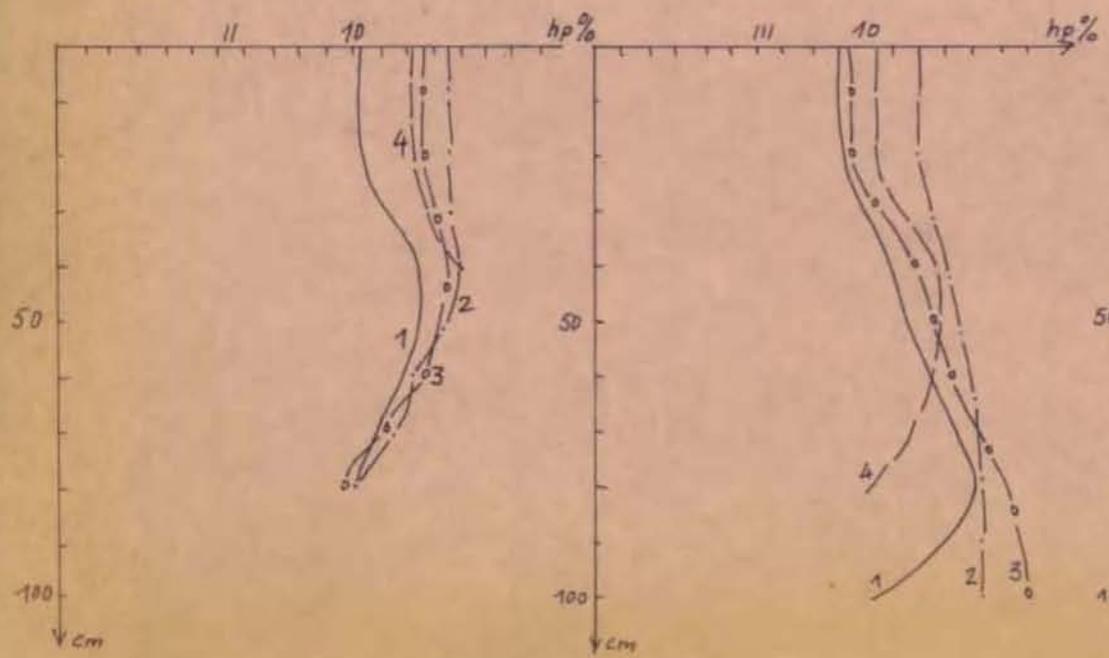
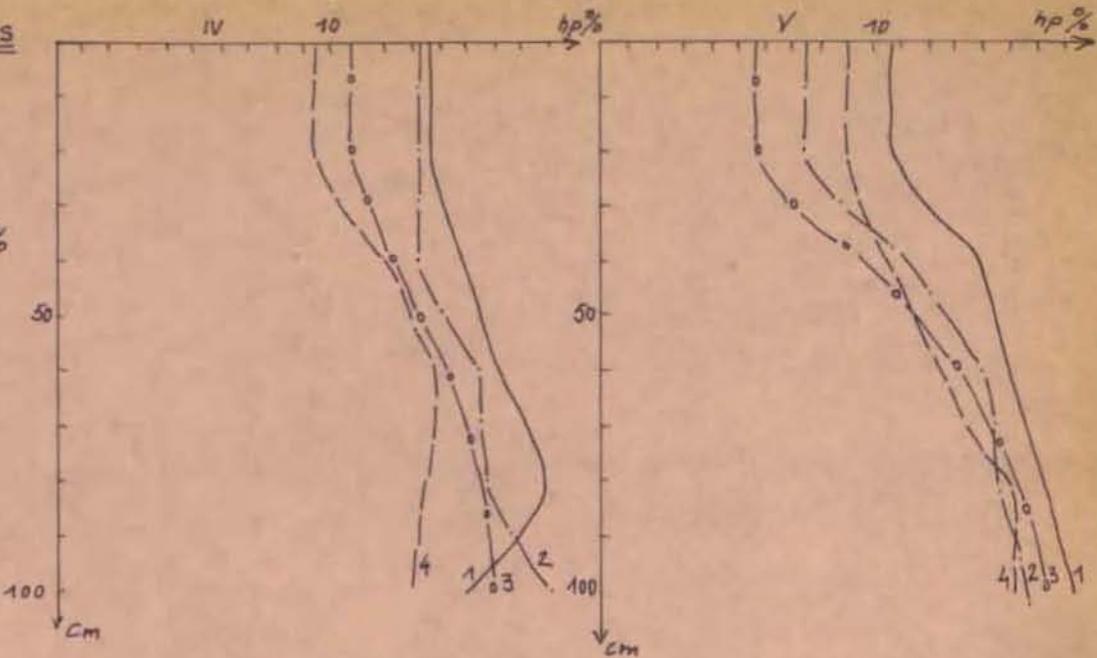
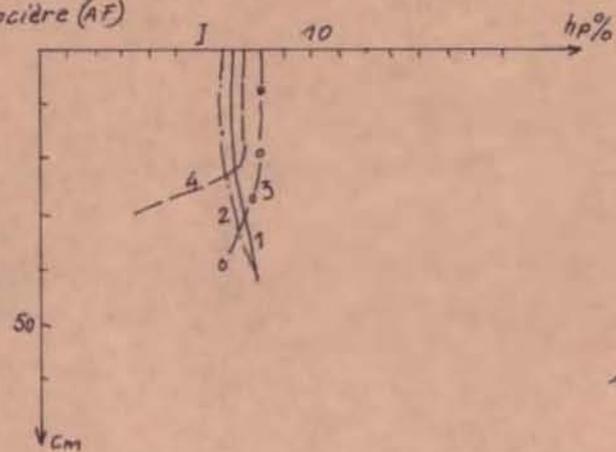
Culture : sorgho

humidités pondérales moyennes

- 1 Labour + Amélioration forcée (AF)
- - - 2 inter billon + AF
- o - 3 dessous billon + AF
- - - 4 témoin

dates des prélèvements

- I 25-6-81
- II 15-7-81
- III 5-8-81
- IV 25-8-81
- V 18-9-81
- VI 3-10-81
- VII 28-10-81



Après l'arrêt des pluies, on note un dessèchement très rapide du sol conduisant à des humidités avoisinant le point de flétrissement dans les quarante premiers centimètres du sol. En effet, à ce moment, on a une reprise en masse du sol le rendant très compact et difficilement pénétrable par la tarière. Alors, seules les racines explorant au delà de cette tranche de sol continuent à alimenter la plante, d'où l'importance d'appliquer des techniques culturales permettant un meilleur enracinement des cultures.

### I.2.33. Comparaison entre les champs des paysans et les parcelles IRAT

Disons tout de suite que pour des comparaisons plus précises, il aurait fallu prendre une parcelle paysanne adjacente à une parcelle IRAT, présentant les mêmes caractéristiques. Tel n'est pas notre objectif principal. Notre souci est d'expliquer, à partir des résultats de l'antenne expérimentale considérée comme une référence, les résultats obtenus sur les parcelles d'extension.

En effet, tandis que les parcelles IRAT disposaient encore d'un stock d'eau assez important après l'arrêt des pluies, à partir du stade formation du produit au niveau des cultures (profil V), les champs des paysans se sont beaucoup asséchés à ce moment sur quarante centimètres de profondeur. Cela a alors réduit l'alimentation hydrique du mil, conduisant ainsi à l'échaudage des grains.

Cette différence importante qui se traduira sur les rendements, comme nous le verrons plus loin, peut, à notre avis, s'expliquer par une différence dans l'application des techniques de démarriage, de semis et d'entretien des cultures. Dans les champs de l'IRAT, elles sont appliquées avec beaucoup de rigueur, tandis que chez les paysans, c'est très irrégulier.

La comparaison démontre donc l'importance à accorder à une bonne application de ces techniques sur l'économie de l'eau.

../...

#### I.2.4. Le développement végétatif des cultures

##### I.2.41. Le mil

L'effet des techniques culturales sur le développement végétatif du mil est spectaculaire, malgré un semis assez dense de vingt cinq poquets par placette. Le comptage du nombre de plants au tallage a révélé une moyenne de huit à dix plants par poquet. Mais, comme à ce moment, la pluviosité a été assez régulière, cette forte densité n'a pas gêné le développement des cultures, comme l'a montré la simulation du bilan hydrique, page 20. La figure XVII, ainsi que les photos n° 3 et 4 traduisent l'état de la végétation qui, malheureusement, n'a pas donné les rendements qu'on pouvait attendre.

Le tableau 10, établi à partir des moyennes des mesures effectuées tant dans les parcelles IRAT que dans les champs des paysans, montre la différence entre l'amélioration foncière et le témoin. Le travail du sol associé à la fumure, de par sa modification de certaines caractéristiques du sol et de la dynamique de l'enracinement, a permis une meilleure alimentation hydrique et minérale des cultures. Ce qui explique les résultats obtenus sur leur croissance.

##### I.2.45. Le sorgho

La différence de végétation du sorgho entre les parcelles d'amélioration foncière et les parcelles témoins est moins spectaculaire (figure XVIII, photos n° 5 et 6).

Il faut rappeler que les meilleurs sols pourvus d'éléments nutritifs sont réservés à la culture du sorgho. Cela peut expliquer l'absence de l'effet des techniques culturales. Il en est de même au niveau des rendements obtenus, comme nous le verrons plus loin.

.../...

Tableau 10 : Effet de l'amélioration foncière sur la croissance du mil et du sorgho (hauteur en cm)

Cultures	Stade : Tallage			
	Amélioration foncière		Témoin	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
Mil	16,2	5,6	10,9	4,5
Sorgho	32,7	7,6	25,7	3,6
	Stade : Floraison			
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
	Mil	118	21,6	89,6
Sorgho	169,1	30,6	169,9	17,4
	Stade : Maturité			
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
	Mil	153,5	15,5	128,5
Sorgho	292,8	15,3	255,3	12,5

FIGURE XVII : Hauteur du mil à différents stades de son cycle

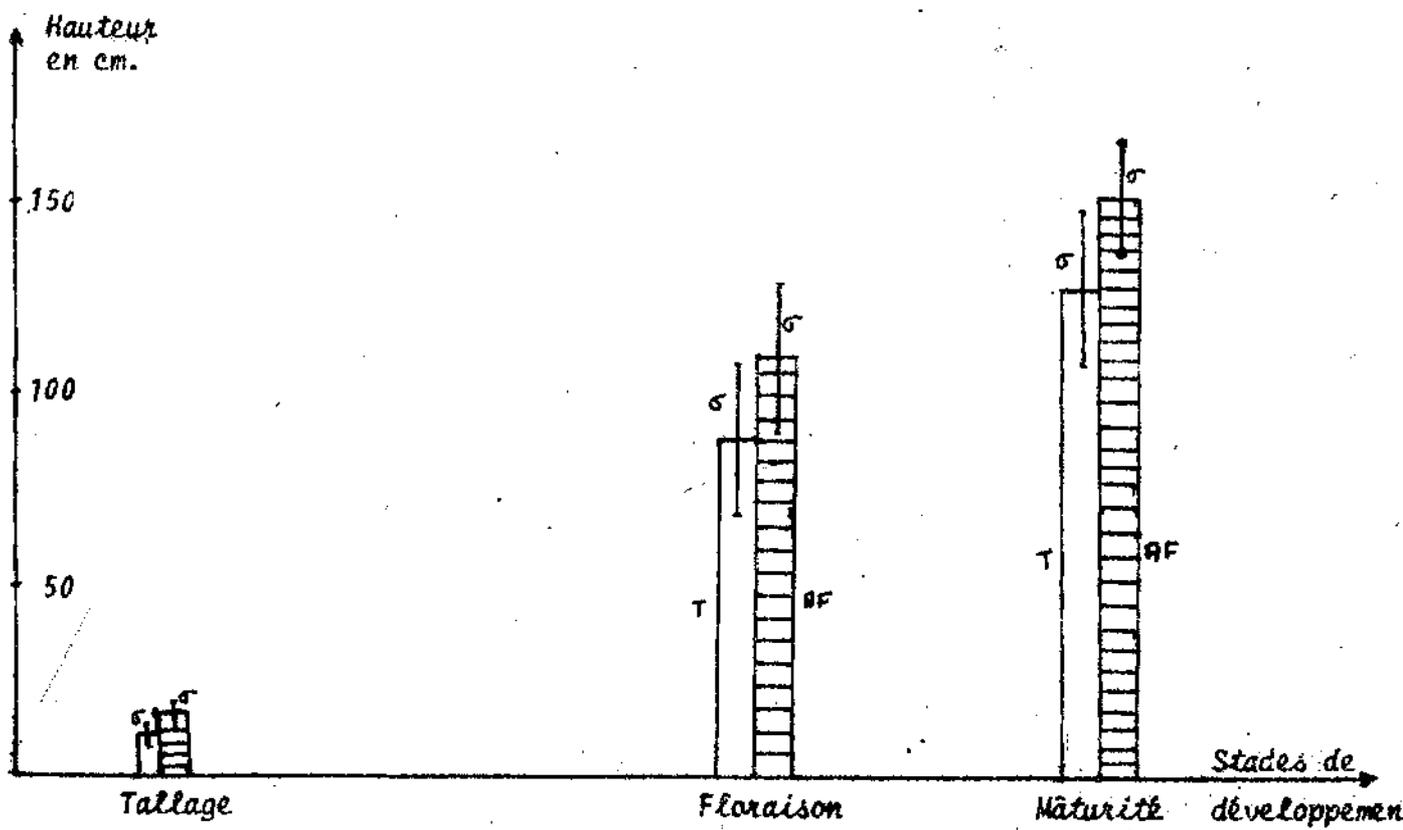


FIGURE XVIII : Hauteur du sorgho à différents stades de son cycle.

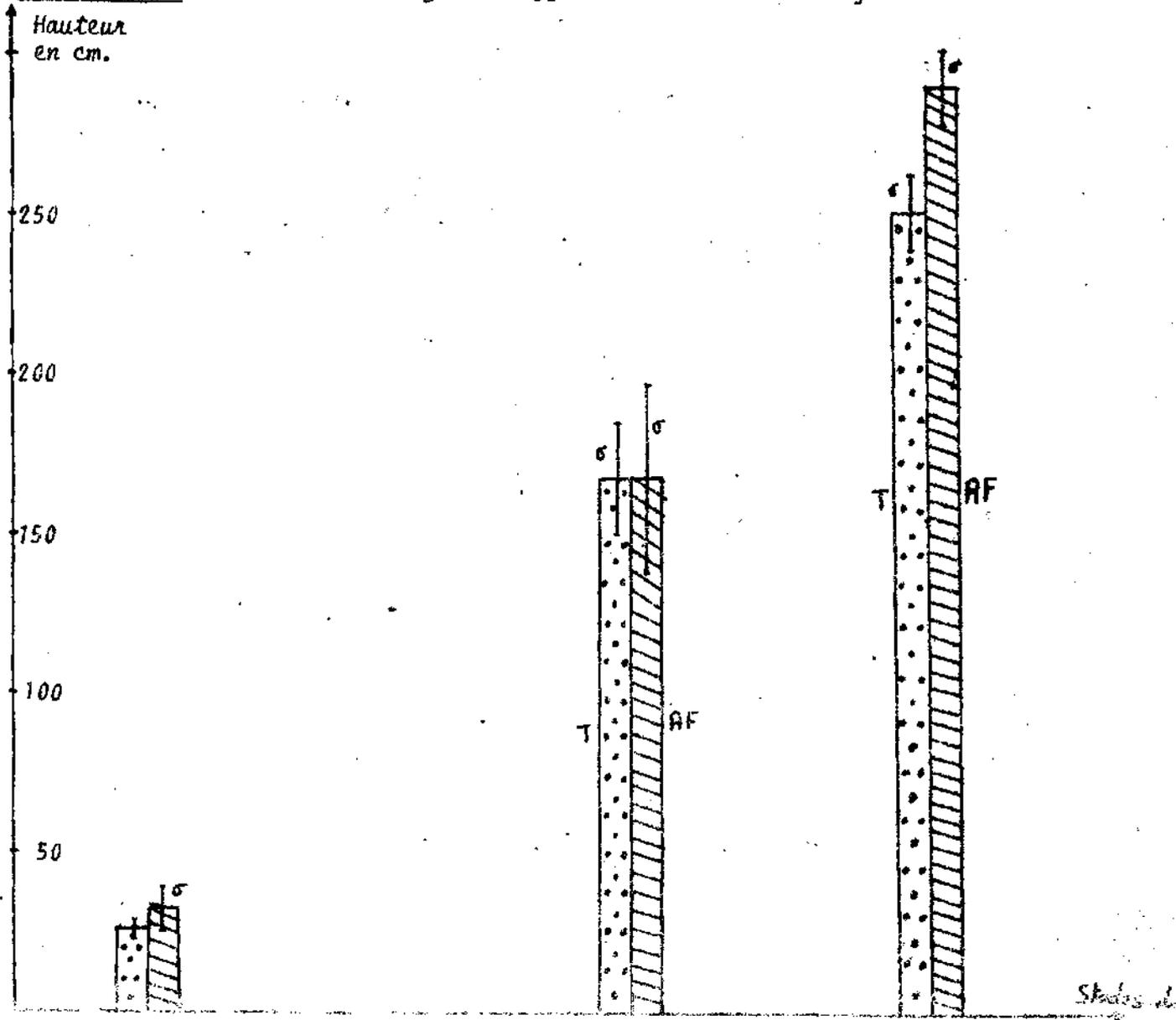


Photo n°3 : Culture du mil en début de montaison  
sur un champ d'amélioration foncière (AF)



Photo n°4 : Culture du mil en début de montaison  
sur le témoin sans l'amélioration foncière (SAF)



Photo n° 5 : Culture de sorgho en début de montaison  
sur un champ d'amélioration foncière (AF)

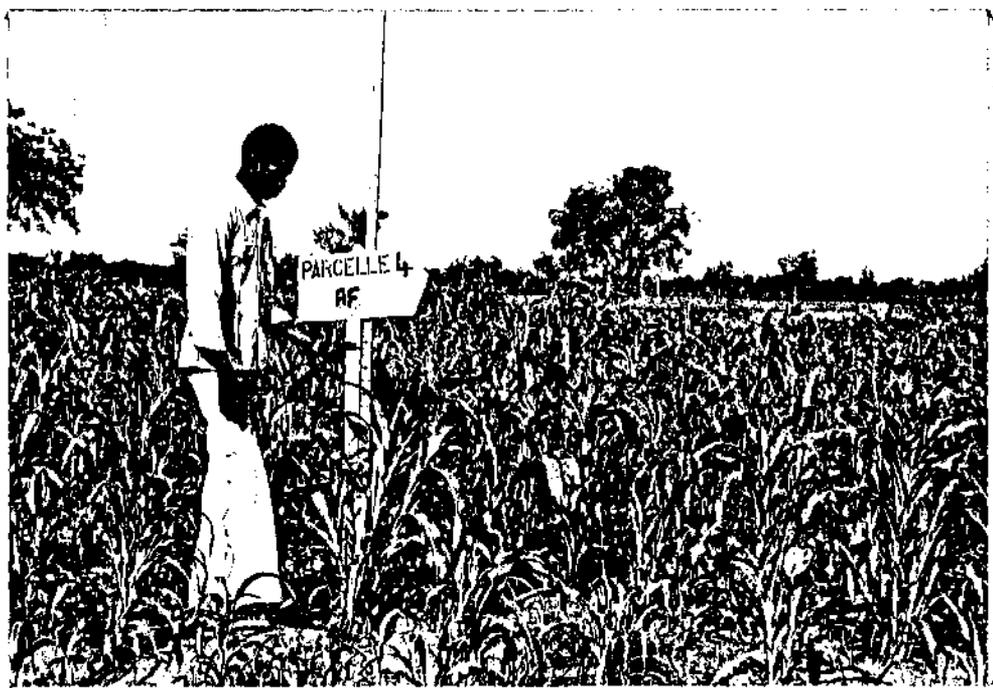


Photo n° 6 : Culture de sorgho en début de montaison  
sur le témoin sans amélioration foncière (SAF)



L'examen des figures XVII et XVIII montre que le mil et le sorgho ont eu une bonne croissance, malgré le stress hydrique observé à la montaison, comme l'ont prouvé les résultats de la simulation du bilan hydrique.

### I.2.5. Les rendements des cultures

#### I.2.51. Résultats obtenus sur les parcelles IRAT

Nous nous limiterons aux rendements du mil obtenus sur la station semi-contrôlée de l'IRAT. Puis, nous ferons la comparaison avec ceux obtenus des parcelles d'extension chez les paysans. Pour cette première année d'application des techniques culturales (labour + fumure) sur un champ longtemps traditionnellement exploité pour la culture du mil et sorgho, les résultats obtenus sont très probants (tableau 11). Les valeurs rapportées dans ce tableau sont les moyennes des rendements obtenus des parcelles d'essai, décrites au paragraphe I.1.11.

Tableau 11 : Moyennes des rendements du mil par traitement (kg/ha)

Traitement	Sans engrais		Fumure vulgarisée		Amélioration foncière + FV	
	grain	paille	grain	paille	grain	paille
Pas de travail du sol	307,5	735	626,5	1 495	715	1 997,5
Labour	627	1 807,5	824	2 207,5	886	2 546

On remarque directement l'effet bénéfique du labour et de la fumure sur les rendements obtenus. Même sans engrais, on note une différence importante entre le labour et le témoin absolu (+ 103,9 %). Une différence similaire est obtenue avec l'application simple de la fumure vulgarisée. L'effet de la fumure est encore plus marqué si on y ajoute la matière organique et le phosphate. Mais les deux types de fertilisation sont nettement valorisés par le travail du sol.

### Structures du rendement

Les observations et mesures effectuées à la maturité avaient pour but de fournir les informations nécessaires sur la structure du rendement. Ainsi le poids moyen des épis sur les parcelles d'essai de l'IRAT varie de 0,7 à 2,6 kg/placette. Sur ces essais, on a un rapport grain/paille variant de 0,34 à 0,45, selon les traitements. Le poids des mille grains n'a pas été mesuré.

L'examen du tableau 11 appelle deux remarques :

- d'abord le manque d'éléments nutritifs, notamment l'azote et le phosphore, fréquents dans ces sols et corollaires d'une exploitation continue, sans jachère ni restitution organique (ou très peu), depuis la mise en culture du champ. (une trentaine d'années en moyenne (17)).
- ensuite le problème d'infiltration de l'eau, résultant de la perte de structure des sols qui se compactent, limitant ainsi l'enracinement. L'effet du labour simple a mis cet aspect en évidence.

Mais, on retiendra surtout que les possibilités d'accroissement du rendement du mil sur ces sols sont assez élevées au regard des résultats de cette première année d'essais.

### I.2.52. Résultats des parcelles des paysans

#### Mil

Nous mettrons l'accent sur les rendements du mil, afin de pouvoir les comparer avec les rendements de l'antenne IRAT. La collecte des données sur les rendements en grains et en paille a été faite à partir de la récolte de chaque placette faisant l'objet des observations phénologiques au cours du cycle de la culture (annexe I). Certains paysans ont malheureusement récolté leurs champs avant les mesures. Les rendements moyens par champ sont enregistrés dans le tableau 12.

../...

87.  
 Tableau 12 : Rendements moyens du mil par champ, kg/ha

N° du champ	Poids des pailles		Rendement grain		Plus-value AF en %
	Amél. fonc.	témoin	Amél. fonc.	Témoin	
1	1970	1790	495	335	+ 47,7 %
2	1890	-	420	-	
3	1490	960	466	295	+ 57,9 %
5	2440	-	626	-	
6	1450	630	313	153	+104,5 %
7	1750	-	245	-	
9	-	-	355	-	
10	1050	1370	556	279	+ 99 %
	1720 <sub>+411</sub>	1187 <sub>+435</sub>	434,5 <sub>+119</sub>	265,5 <sub>+68</sub>	+ 63,6 %

Les rendements en grains sur les parcelles d'amélioration foncière sont faibles en moyenne, mais toujours supérieurs au témoin. Les rendements en paille confirment le bon développement végétatif des cultures :

#### Structures du rendement

Le tableau 13, établi à partir des observations faites avant la récolte, récapitule les données de la structure du rendement. Le labour s'est manifesté surtout sur le nombre des épis produits, qui est à peu près le même compté en moyenne sur les parcelles de l'IRAT que sur les champs des paysans.

.../...

Tableau 13 : Observations phénologiques par placette

Champ n°		1	2	3	5	6	7	9	10	Moyenne par plac.
Observations										
Nombre de plants fertiles	AF	48	75	56	70	42	44	44	41	54
	T	40	-	39	-	26	-	-	64	42
Nombre de plants stériles	AF	38	36	8	23	9	16	17	14	20
	T	17	-	10	-	8	-	-	21	14
Nombre d'épis fertiles	AF	33	52	50	52	24	44	31	30	39
	T	19	-	29	-	16	-	-	44	27
Nombre d'épis stériles	AF	20	27	8	21	18	14	16	23	18
	T	24	-	9	-	16	-	-	29	19
Poids des épis	AF	0,8	0,7	0,5	1,04	0,48	0,4	0,59	0,55	0,6
	T	0,5	-	0,58	-	0,25	-	-	0,46	0,4
Poids de 1000 grains	AF	9,38	6,73	8,67	7,9	6,76	7,46	-	6,73	7,69
	T	7,69	-	8,63	-	7,86	-	-	7,0	7,7

La comparaison des tableaux 12 et 13 révèle que les meilleurs rendements sont obtenus des champs accusant un nombre plus élevé d'épis fertiles par placette. Le poids moyen des épis est aussi plus élevé dans ces champs. C'est le cas du champ n° 5 où le poids moyen des épis de 1,04 a un rendement de 626 kg/ha. Signalons enfin que le rapport grain/paille est très faible. Il varie, en effet, de 0,14 à 0,3. Par contre, il n'y a pas de différence du poids de 1000 grains entre les champs d'amélioration foncière et les parcelles en culture traditionnelle.

### Sorgho

Les rendements sur les deux champs de sorgho sont assez satisfaisants. Ils sont de une tonne à 1,5 tonne pour le témoin et les parcelles d'amélioration foncière. Le sorgho étant cultivé sur les sols les plus riches du terroir (sols bruns eutrophes par exemple), il n'est pas étonnant que l'effet de l'amélioration foncière soit moins spectaculaire par rapport à la culture traditionnelle.

.../...

### I.2.53. Comparaison des rendements obtenus sur l'antenne d'expérimentation et sur les parcelles d'extension

A la lumière des informations fournies par les tableaux 11 et 12 ci-dessus, on peut faire les constatations suivantes : Toutes choses égales, les rendements en paille sont identiques sur les deux sites. Toutefois, on observe des différences importantes au niveau des rendements en grains et en poids des épis de mil. Le faible rendement du mil sur les champs des paysans est dû à une alimentation hydrique déficitaire, surtout à partir du stade floraison-maturation (Cf. profils hydriques et résultats de la simulation du bilan hydrique). Ce déficit hydrique, plus accentué sur les parcelles des paysans que sur celles de l'IRAT, malgré les conditions pluviométriques et pédologiques identiques, résulte de la non maîtrise des techniques culturales par les paysans, comme nous l'avons signalé au paragraphe I.2.33.

De surcroît, une infestation importante du Striga a aussi affecté les rendements obtenus sur les champs des paysans. Le faible rendement peut être aussi attribué à une alimentation minérale déficiente. En atteste la différence de rendements obtenus des parcelles labourées non fertilisées et des parcelles labourées fertilisées de l'essai de l'IRAT.

En effet, comme le labour est mal fait, le fumier et le phosphate ne sont pas bien enfouis. Alors que, dans le cas de ces sols pauvres en azote minérale, les cultures ne peuvent bénéficier que de l'azote provenant de la faible minéralisation de la matière organique dont l'efficacité n'est assurée que par un bon enfouissement.

### I.3. Contraintes de réalisation des techniques culturales

Si l'efficacité des techniques culturales proposées est indéniable, tant sur la dynamique de l'eau du sol que sur la croissance et le développement des cultures et, par voie de conséquence, sur leurs rendements, un problème persiste cependant : celui des contraintes de réalisation des travaux. Ces contraintes sont essentiellement d'ordre technique et socio-économique.

.../...

### I.3.1. Les labours et les semis

Les enquêtes de terrain ont révélé que, dans la région, un actif cultive environ 0,3 ha et qu'il existe une corrélation positive entre l'augmentation du rapport superficie cultivée/actif et les rendements obtenus (16, 17). De plus, la disponibilité en force de travail et en bétail (capacité de fumure) varie énormément. En effet, sur trente deux exploitations enquêtées, seulement trois exploitations n'ont pas de limitations en force de travail et en bétail ; les 2/3 environ n'ont quasiment aucune ressource organique ; enfin, pour une exploitation sur dix, les conditions sont très mauvaises et pour la force de travail et pour le bétail. Le manque de main d'oeuvre est dû essentiellement au fort taux d'émigration enregistré dans la région (17). Cette carence en main-d'oeuvre rend difficile l'augmentation du rapport superficie cultivée/actif, même si la terre était encore disponible. De plus, l'analyse de l'évolution pluviométrique de la saison des pluies dans la région, réalisée durant la campagne 1980 (10) a démontré clairement que les labours et les semis ne peuvent se faire huit années sur dix dans de bonnes conditions qu'à la troisième décade de juin.

Alors que, déjà à la deuxième décade de juillet, il faut effectuer les démarrages et les premiers sarclages, ce qui exige une concentration de travail dans un laps de temps assez court, rendant ainsi difficile l'exécution des labours et des semis de façon correcte.

Face à cette situation, une solution à envisager est l'efficacité d'un labour tous les deux ans.

Compte tenu aussi de la réticence des agriculteurs à réaliser des billons, il serait bon de proposer un semis direct en ligne et effectuer un sarclo-battage au stade de montaison des cultures. Cela contribuera à alléger la contrainte, temps restreint d'exécution des travaux au début de la saison des pluies. Il est à souhaiter qu'une telle pratique garantisse la même efficacité que les billons.

.../...

### I.3.2. L'entretien des cultures

L'entretien des cultures se fait manuellement, ce qui en constitue la principale contrainte. On avait proposé un sarclo-binage tous les vingt jours environ. Mais, pratiquement, aucune parcelle paysanne n'a été sarclée aux dates prévues.

En général, les paysans ont fait deux sarclo-binages, le premier dans la troisième décennie de juillet et le dernier, après la deuxième décennie d'août. Par moments, on pouvait avoir un enherbement assez important, mais la méthode d'évaluation des mauvaises herbes, définie en annexe I, que nous avons utilisée, ne pouvait pas révéler les moments de fort enherbement.

En effet, les comptages des adventices se sont déroulés de façon ponctuelle, conformément au calendrier des observations agrophénologiques et ne traduisent pas l'état des champs entre deux séries d'observations.

Cependant, on a observé une infestation massive des champs de mil par le Striga, à partir du stade de floraison. De l'avis même des paysans, c'est un phénomène devenu habituel, débuté avec le processus de la dégradation des sols. Tous les champs de mil ont été infestés à des degrés variables allant de dix à plus de cinquante pieds par 10 m<sup>2</sup>. Le suivi rigoureux des cultures sur les parcelles d'essai de l'IRAT ont empêché l'apparition du Striga.

La méthode mécanique de lutte contre le Striga consistant en l'arrachage systématique du parasite dès son apparition impose encore plus de contraintes dans le calendrier cultural.

Si le paysan est équipé en charrue et en houe manga, il peut, avec un minimum de trois à quatre actifs par exploitation, arriver à résoudre la contrainte temps de travaux du début de la campagne, tandis que l'établissement d'une étable fumière, même pour une paire de boeufs seulement, en stabulation chaque nuit, peut contribuer à résoudre le problème de la fumure organique (17).

On peut alors penser que progressivement les contraintes pesant sur l'application des techniques culturales au niveau des paysans seront réduites, grâce à l'appui et à l'encadrement de l'ORD.

#### I.4. Conclusion

À la lumière de tout ce qui précède, la conclusion devient une évidence. Pour que les techniques culturales préconisées pour une meilleure gestion de l'eau de pluie, en vue d'augmenter la production des cultures vivrières, paient à l'exploitant qui les adopte, il faut que certaines conditions soient réunies. En effet, il faut que l'exploitant maîtrise bien l'exécution des labours, ensuite qu'il suive les autres pratiques culturales, à savoir : un semis pas trop dense, un démarrage précoce laissant trois plants dans les poquets, la réalisation des sarclo-binages de façon régulière et non seulement quand le champ est très enherbé.

On peut appliquer, dans la mesure du possible, de l'urée à la montaison du mil.

Pour ce faire, le paysan doit tout mettre en oeuvre pour lever au mieux les contraintes limitant leur exécution.

Cela demeure un objectif que le paysan devra comprendre et viser à atteindre progressivement, grâce à l'encadrement qu'il reçoit.

## CHAPITRE II - LES AMENAGEMENTS ANTI EROSIFS

Ce volet de notre étude vise à évaluer l'efficacité des ouvrages de lutte contre le ruissellement et l'érosion dont l'importance dans la dégradation du milieu a été mise en relief au paragraphe 1.3. de la deuxième partie.

Compte tenu des moyens d'investigation utilisés, les résultats obtenus seront pris à titre indicatif pour apprécier la réalité du terrain.

### II.1. Evaluation des aménagements de lutte contre le ruisselle- ment

L'importance du phénomène de ruissellement et son impact sur la production agricole ont largement été démontrés antérieurement (Cf. résultats de la simulation du bilan hydrique, page 20 et le tableau 6), ce qui implique la nécessité impérieuse d'établir des sites anti-érosifs.

Les paysans eux-mêmes, conscients du phénomène, confectionnent généralement des diguettes en pierres qui sont pratiquement inefficaces. En effet, ces cordons de pierres ralentissant la vitesse d'écoulement de l'eau n'en permettent pas une meilleure infiltration dans le sol (10).

La nécessité de conserver les eaux et les sols n'a pas échappé au GERES, qui a réalisé à grand renfort de moyens plusieurs sites anti-érosifs. Mais, depuis la fin de cette intervention en 1964, ces ouvrages se sont dégradés progressivement, faute de suivi, comme nous l'avons souligné au paragraphe II.1. deuxième partie.

L'ORD, avec le concours du FDR, a réalisé durant la campagne de 1979, un réseau de diguettes de diversion aux alentours du village, couvrant une superficie de 103,16 ha, d'après le plan établi par le Service Aménagement de l'Espace Rural (AER) de l'ORD. Puis, en 1980, à Bamba, sur la route menant à Koumbri, il a établi un deuxième site de 67 ha. Ces deux réseaux de diguettes ont fait l'objet de notre étude.

../...

### II.1.1. Méthode d'évaluation

Munis des copies des plans topographiques de l'ORD, nous avons sur le terrain inspecté les diguettes, au cours de la campagne, en début de saison des pluies, puis en septembre. Les critères d'évaluation retenus au niveau de chaque diguette ont été :

- hauteur, largeur, enherbement
- présence de brèche.

Les évaluations se faisaient sur des bases numériques, à savoir

- . bon état = 2. On définit bon état : diguettes ayant conservé plus ou moins leur hauteur initiale (40 à 50 cm) ne présentant pas de brèches et recouvertes d'herbes

- . état moyen = 1. Diguette affaissée, mais accusant moins de trois brèches et moyennement couverte d'herbes

- . mauvais état = 0. Diguette comportant de nombreuses brèches ou détruite

Les critères sont purement déductifs. Néanmoins, les résultats permettent d'obtenir une évaluation quantitative des aménagements réalisés.

### II.1.2. Résultats

Sur le site aménagé en 1979 : 124 diguettes ont été recensées dont 7 sont en bon état, 40 ont un état moyen et 77 jugées inefficaces.

Sur le site de Bamba, réalisé en 1980 : 80 diguettes ont été comptées dont 13 sont encore en bon état, 27 en état moyen et 40 jugées inefficaces.

Comme on peut le voir, la dégradation du réseau croît avec la durée de mise en place. La cause essentielle de la dégradation est le manque d'entretien du réseau

### II.1.3. Problèmes posés pour l'entretien des aménagements

Si le réseau de diguettes est dans un tel état, cela tient essentiellement à deux raisons : techniques et sociologiques.

### II.1.31. Problèmes techniques

L'implantation des diguettes se déroule de la façon suivante : d'abord, on matérialise par piquetage, les différents points isohypses, révélés par le levé topographique sur le terrain. Puis, un tractoriste délimite chaque emplacement de diguette en suivant les courbes du niveau. La distance entre les diguettes est d'environ 50 m et un passage d'eau est ménagé entre les bocs de diguettes. Les paysans, à l'aide de pelles et de pioches, confectionnent des bourrelets de terre, qu'ils dament par couches de 10 cm. La hauteur de la diguette achevée est d'environ 50 cm. L'encadreur de l'ORD supervise les travaux que réalisent les membres du groupement villageois sous forme d'investissement humain.

Pour des raisons de disponibilité en main-d'oeuvre, les diguettes sont montées généralement en saison sèche. Le sol nu et sec, à ce moment, ne permet pas un bon damage. On a pu observer des zones où l'eau stagne pendant deux ou trois jours après des pluies assez importantes. Le paysan est lui-même souvent obligé de faire une brèche dans la diguette pour évacuer l'excès d'eau retenue. Mais, en refermant la brèche, le damage qui est nécessairement moins bien fait, expose la diguette à la dégradation. C'est pour cela que, dès la première année d'implantation des diguettes, on conseille de les enherber avec des Andropogons. De même, des rangées d'arbres ou d'arbustes seront établies en amont de chaque diguette pour, entre autres, lui permettre une meilleure fixation.

Mais, dans le cas des sites de Sabouna, cela ne s'est jamais réalisé de façon systématique.

Quelques paysans seulement ont planté les Andropogons sur les diguettes de leurs exploitations.

Les opérations de plantation devant se dérouler durant la saison des pluies, certes, le problème de temps se pose. Mais ce problème, à lui seul, ne justifie pas le non entretien du réseau.

.../...

### II.1.32. Problèmes sociologiques

Des problèmes sociologiques se posant au niveau du groupement villageois de Sabouna expliquent, sans doute, la détérioration des réseaux anti-érosifs.

En effet, le paysan, membre du groupement villageois ou non, qui n'a pas de diguettes dans son champs, justifie mal sa contribution à l'entretien du réseau dont il ne perçoit pas bien l'impact sur son champ situé en aval.

De plus, le groupement villageois, sur lequel les responsables du projet comptent pour l'entretien du réseau, traverse actuellement une crise sociale. La conséquence en est que les activités communautaires se déroulent généralement mal et par voie de conséquence, les opérations d'entretien du réseau de diguettes en pâtissent.

Il faudrait alors redynamiser le groupement, responsabiliser et conscientiser individuellement et collectivement les paysans sur le problème d'entretien des diguettes. Car, rappelons, à toutes fins utiles, que l'aménagement d'un hectare de site anti-érosif revient en moyenne à 32 000 F CFA, toutes charges comprises, sans compter le coût de l'investissement humain.

### II.2. Evaluation de l'importance du ravinement

A partir des photos aériennes prises en 1952 et 1973 par l'Institut Géographique National (IGN) de Paris, nous avons par interprétation, reconstitué l'avancement et le développement des ravines dans le terroir. Cela a été complété par un inventaire des différents ravins, réalisé par M. BARRO Etienne, durant la campagne 1981, dans le cadre de son mémoire de DEA.

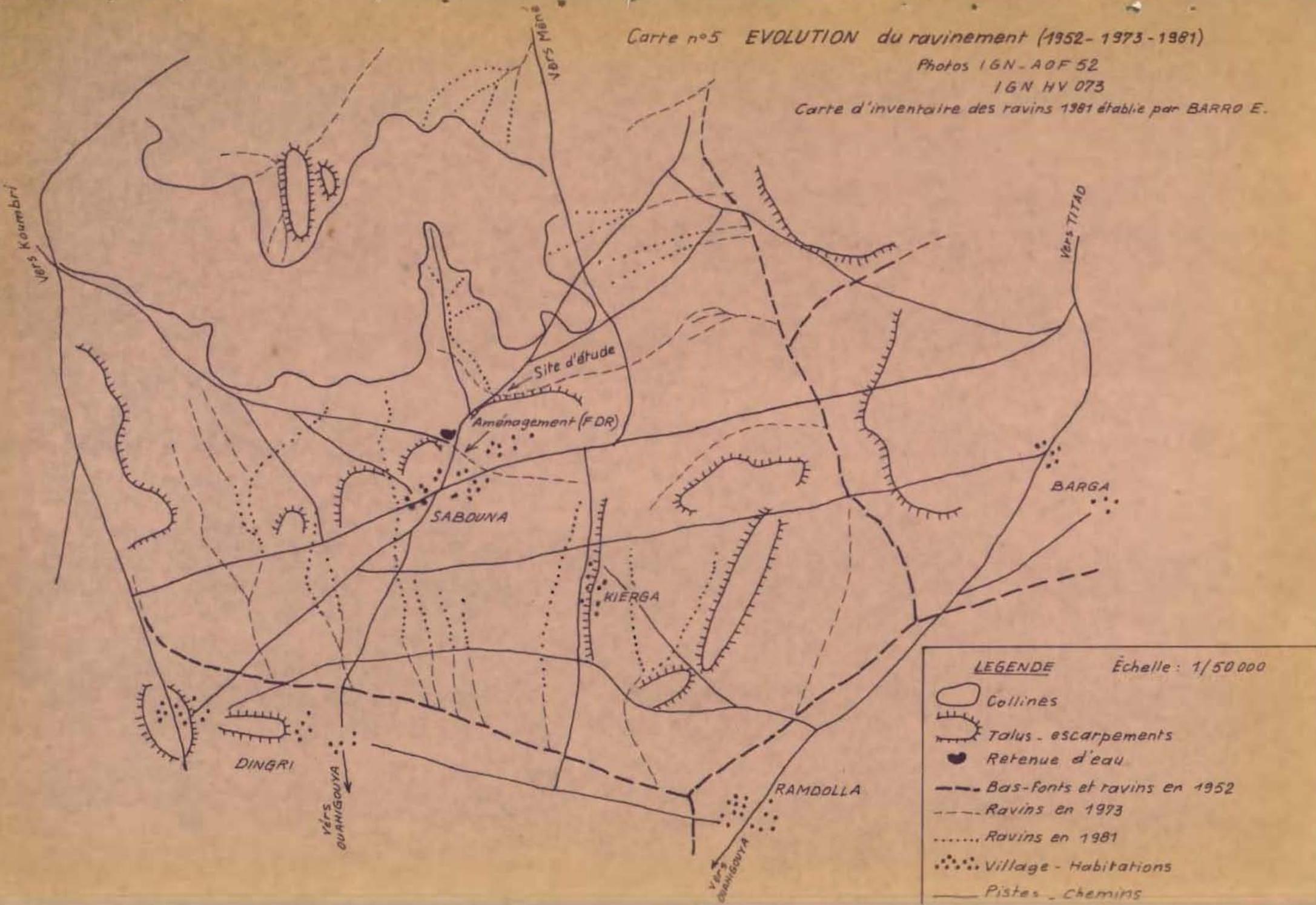
La synthèse de ces différentes informations donne une idée de la vitesse d'évolution du ravinement dans le terroir, dans l'espace d'une trentaine d'années seulement (voir carte n° 5). En mai 1981, l'ORD, grâce à un financement du FDR, a entrepris le traitement d'une des ravines, située dans le village par la construction de gabions. Les sites anti-érosifs, notamment le système de diversion pouvant engendrer, à terme, le ravinement au niveau des passages d'eau non-entretenus, le projet du FDR prévoit un volet portant sur le traitement de ces éventuelles ravines. Le cas de Sabouna est pratiquement le premier test d'après les responsables de ce projet.

Carte n°5 EVOLUTION du ravinement (1952-1973-1981)

Photos IGN-AOF 52

IGN HV 073

Carte d'inventaire des ravins 1981 établie par BARRO E.



LEGENDE Échelle: 1/50 000

-  Collines
-  Talus - escarpements
-  Retenue d'eau
-  Bas-fonds et ravins en 1952
-  Ravins en 1973
-  Ravins en 1981
-  Village - Habitations
-  Pistes - Chemins

Nous avons essayé d'évaluer l'efficacité de ce traitement sur l'avancement du ravinement, d'une part, et le volume de terre perdu sur environ 200 m d'amont en aval d'un grand ravin situé au nord est du village, d'autre part.

### II.2.1. Dispositif et méthodes d'évaluation

#### II.2.11. Le grand ravin

Sur le grand ravin non traité, nous avons effectué des levés topographiques (coupes transversales) tous les vingt mètres et sur une distance de 200 mètres en partant du début de la ravine. A l'aide de piquets, nous avons délimité chaque emplacement. En novembre, un deuxième levé topo a été effectué, à peu près aux mêmes endroits, grâce aux piquets de référence. De même, un profil en long sur la même distance (200 m) a aussi été fait à chaque levé (fig. XIX).

Ces différentes coupes reportées sur les mêmes graphiques donnent une idée de l'évolution du ravinement (Cf. fig. XX). En remontant ce même axe de drainage, nous avons constaté un aménagement de type traditionnel réalisé par un paysan pour lutter contre le phénomène. Il s'agit de deux cordons de pierres distants d'environ 100 m. Ces diguettes de pierres ont environ 30 cm de haut sur 50 cm de largeur et traversent la ravine plus ou moins perpendiculairement sur une distance de 10 Mètres. Nous avons alors effectué des levés topographiques comme précédemment sur 30 mètres en amont de la première diguette et 30 mètres en aval de la deuxième. Un profil en long a été réalisé entre les deux aménagements grâce à un levé tous les dix mètres. Les figures XXI et XXII schématisent l'évolution de cette petite ravine entre les diguettes traditionnelles.

#### II.2.12. Le ravin aménagé dans le cadre du projet ORD/FDR

La figure XXIII situe le ravin par rapport au village. Pour essayer de freiner le ravinement, deux gabions ont été placés comme indiqué sur le plan.

.../...

▲ cote (dm)

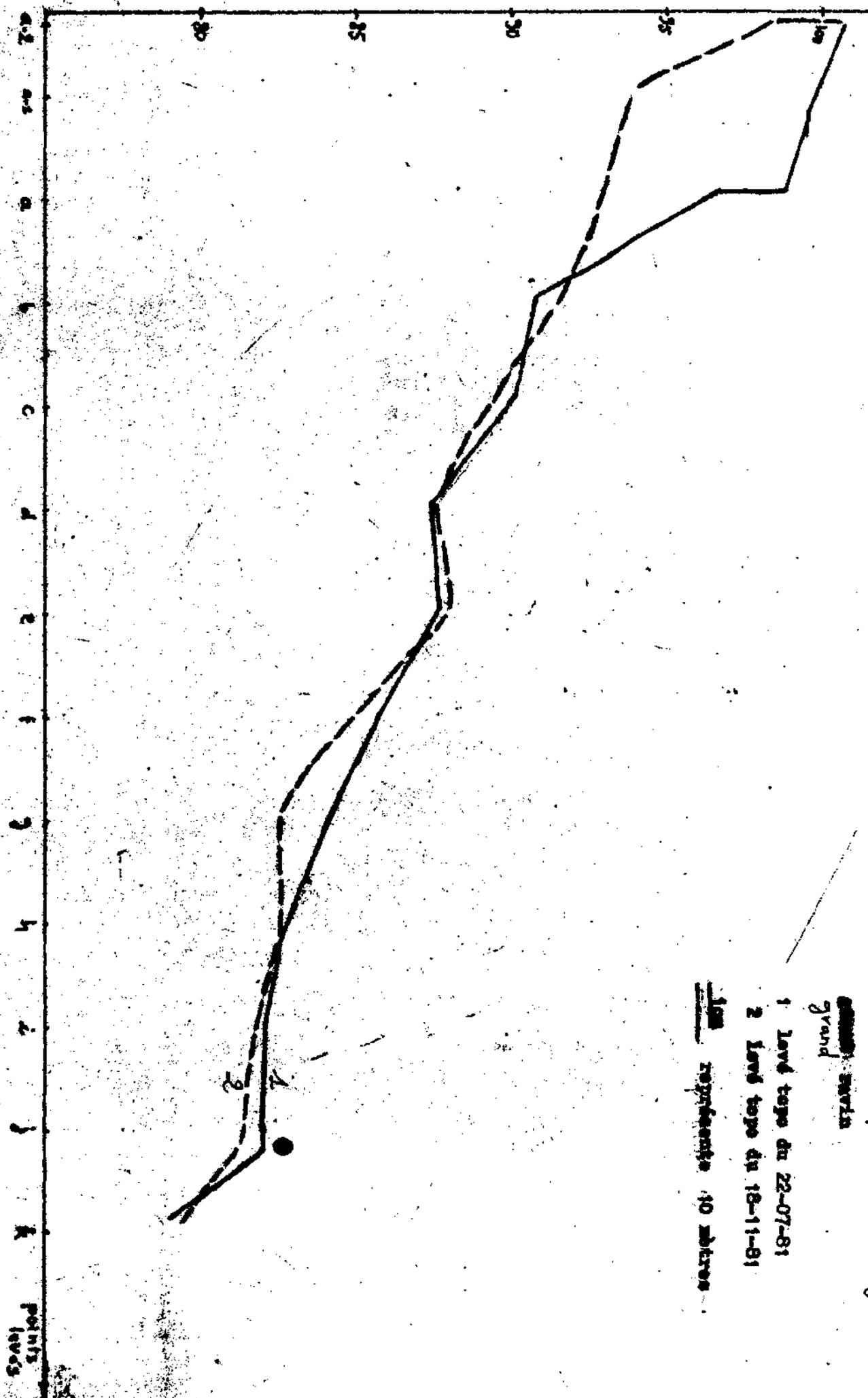


FIGURE XIX Evolution du profil en long du

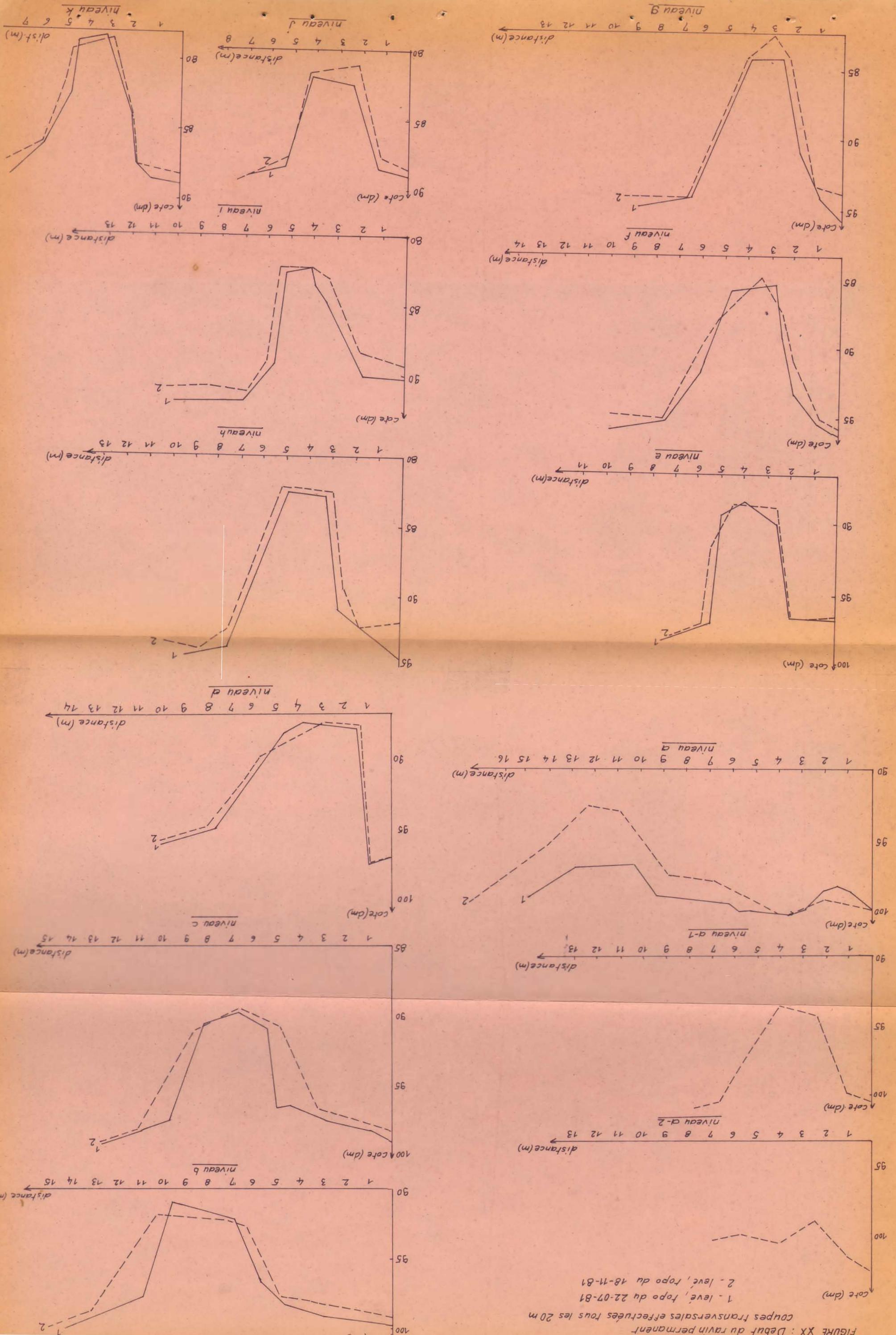
canal sur la grand

- 1 Levé topo du 22-07-81
- 2 Levé topo du 18-11-81

10m représente 10 mètres

points levés

FIGURE XX : Début du ravin permanent  
 coupes transversales effectuées tous les 20 m  
 1 - levé, topo du 22-07-81  
 2 - levé, topo du 18-11-81



**FIGURE XI** Evolution du profil en long entre les deux dignettes traditionnelles

- 1 levé topo du 13-07-01
- 2 levé topo du 10-11-01

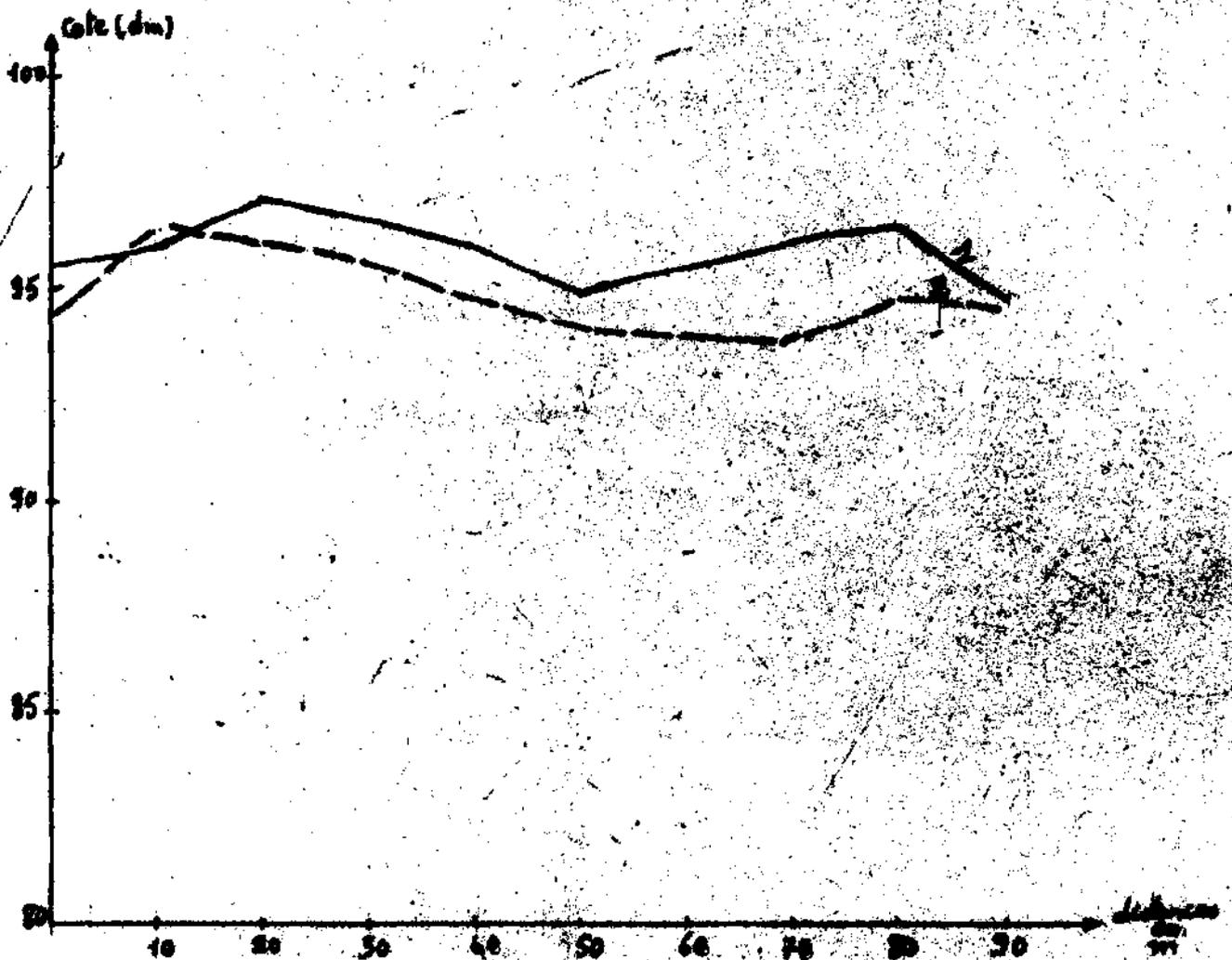
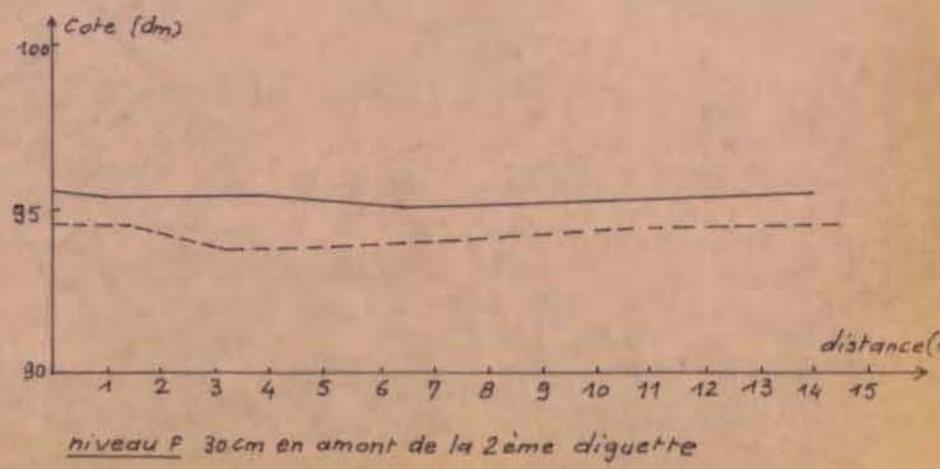
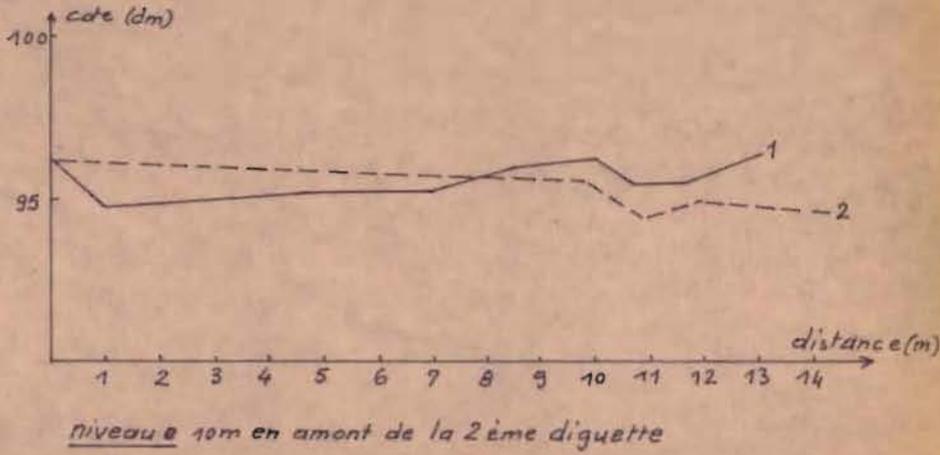
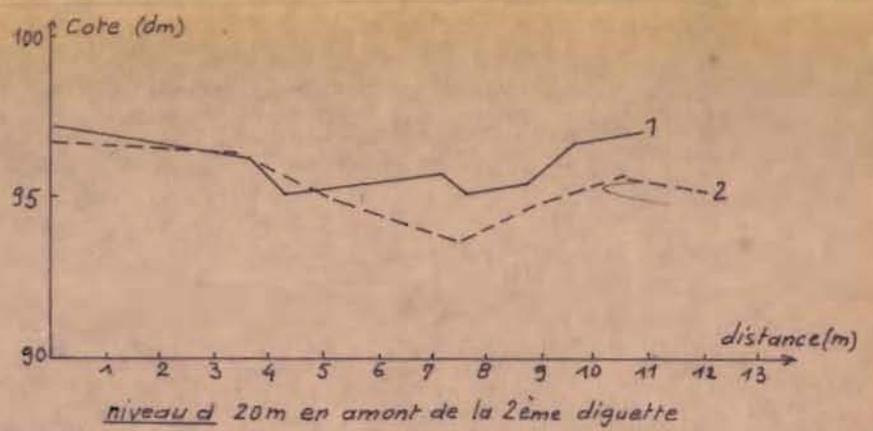
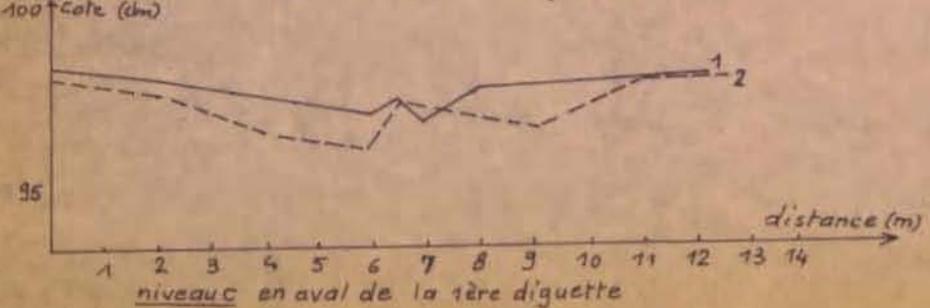
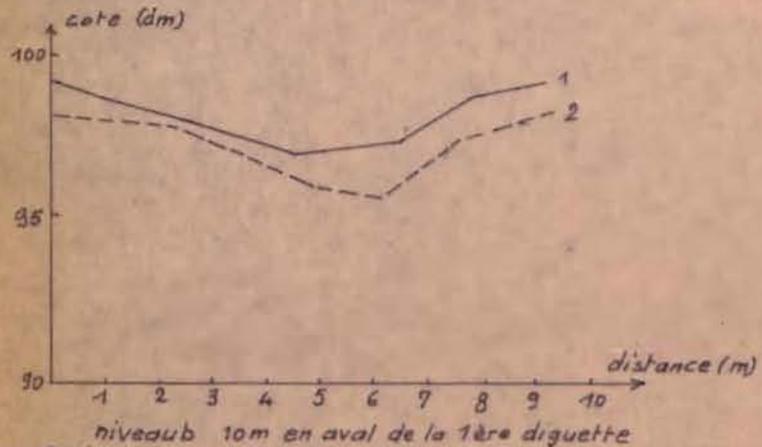
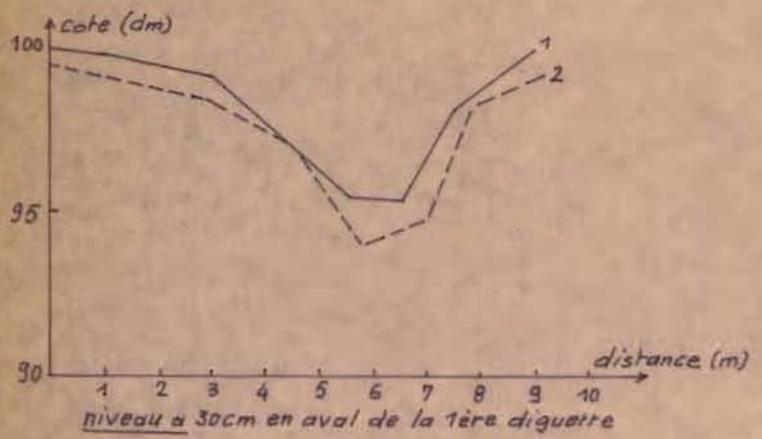


FIGURE:XXII Coupes transversales effectuées entre deux diguettes traditionnelles en amont du grand ravin

1 levé topo du 23-07-81  
2 levé topo du 18-11-81



Le gabion est, en fait, des cordons de pierres entassées et recouvertes de grillage. Il comporte deux niveaux de hauteur différente dont le plus bas correspond à peu près à la surface du lit du ravin. Le gabion est bien fixé dans une fosse creusée perpendiculairement au sens d'écoulement. En aval, on place des cailloux pour empêcher l'érosion due à la chute de l'eau. Les gabions mesurent environ 30 mètres sur un mètre de largeur. Deux profils en long ont été réalisés sur ce ravin, comme précédemment (figures XXIV et XXV).

Au niveau du premier gabion, une surface de 16 x 10 m<sup>2</sup> a été quadrillée en amont et de 16 x 6 m<sup>2</sup> en aval. A partir des levés, nous avons pu suivre l'évolution des différentes courbes de niveau. Il en est de même au niveau du deuxième gabion. Mais la surface d'investigation est de 18 x 6 m<sup>2</sup> de part et d'autre de l'ouvrage. Nous exposons en annexe II les détails sur la méthode de l'étude, établie d'après le protocole. Les figures XXVI et XXVII donnent l'évolution du terrain autour des ouvrages durant cette première campagne.

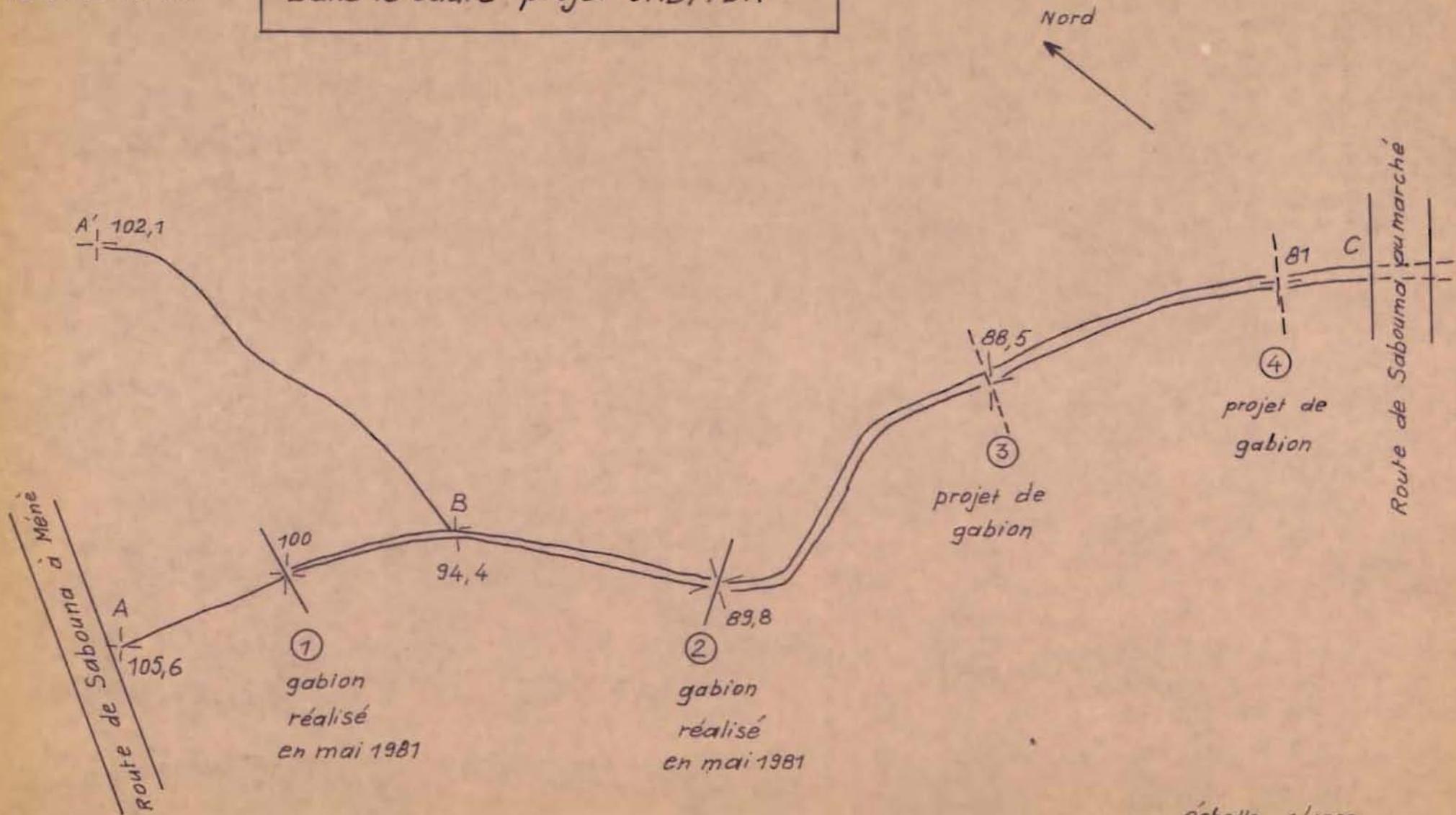
## II.2.2. Résultats de l'évaluation

### II.2.2.1. Grand ravin

Les résultats sont à ce niveau assez spectaculaires. Entre juillet 1981 et la fin des pluies en septembre, ce ravin a avancé de 34 m en amont sur une largeur moyenne de 2,5 à 3 m et une profondeur de 40 à 60 cm (fig. XIX et XX). A partir des coupes topographiques, nous avons évalué le volume de terre érodée, sur la distance d'investigation qui est maintenant de 234 m (voir en annexe II les calculs d'évaluation). Un volume d'environ 142 m<sup>3</sup> de terre a été arraché et charrié par l'eau durant la saison des pluies, soit environ 0,6 m<sup>3</sup> par mètre linéaire. A titre indicatif, si nous prenions une densité réelle de 1,8, généralement mesurée sur ces types de sol en Afrique de l'Ouest (14), nous arriverions à une masse de terre perdue d'environ une tonne/m linéaire. Quand on sait que ce ravin s'étend sur plusieurs kilomètres et, même si, en aval, il a atteint une profondeur limitée plus ou moins par la cuirasse et, de ce fait, plus soumise à l'érosion latérale qu'au creusement du fond du lit, on peut se faire une idée globale de l'importance du phénomène.

FIGURE XXIII

PLAN DE LA RAVINE TRAITÉE  
Dans le cadre projet ORD/FDR



échelle 1/1000  
Levé effectué le 30-7-81

FIGURE XXIV

PROFIL EN LONG DE LA RAVINE TRAITÉE (projet ORD/FDR)

Coupe A B C

- 1 - Levé du 30-7-81
- 2 - Levé du 19-11-81

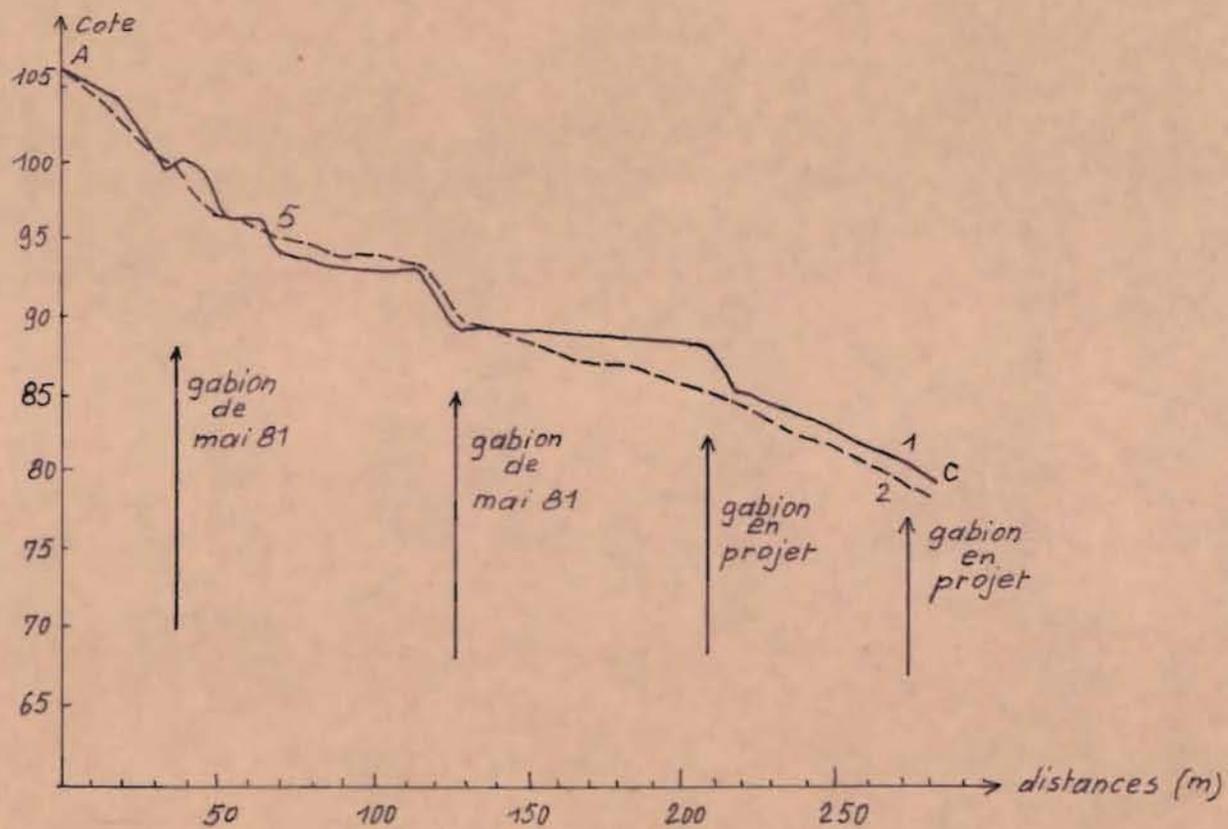


FIGURE XXV

PROFIL EN LONG DE LA RAVINE TRAITEE projet ORD/FDR

Coupe A'B C

1 Levé du 30-7-81

2 Levé du 19-11-81

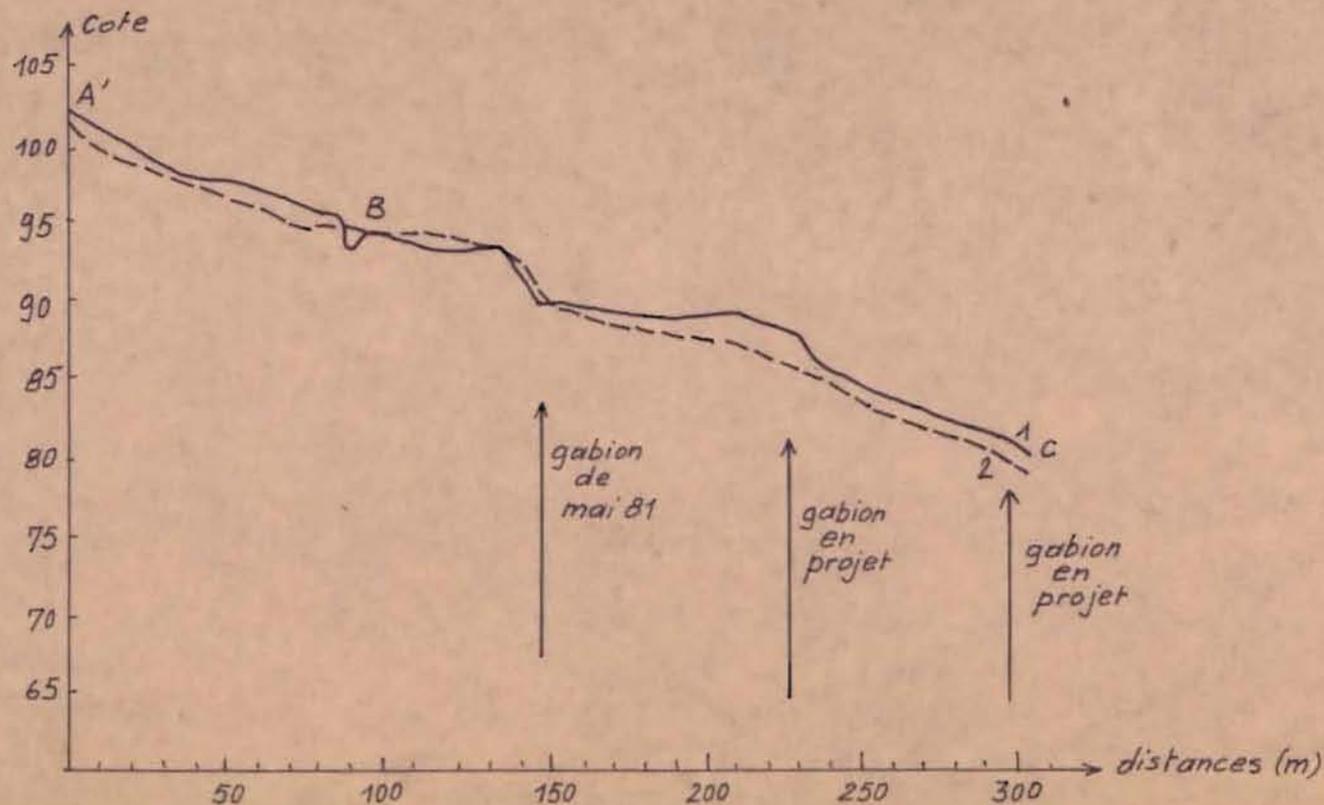
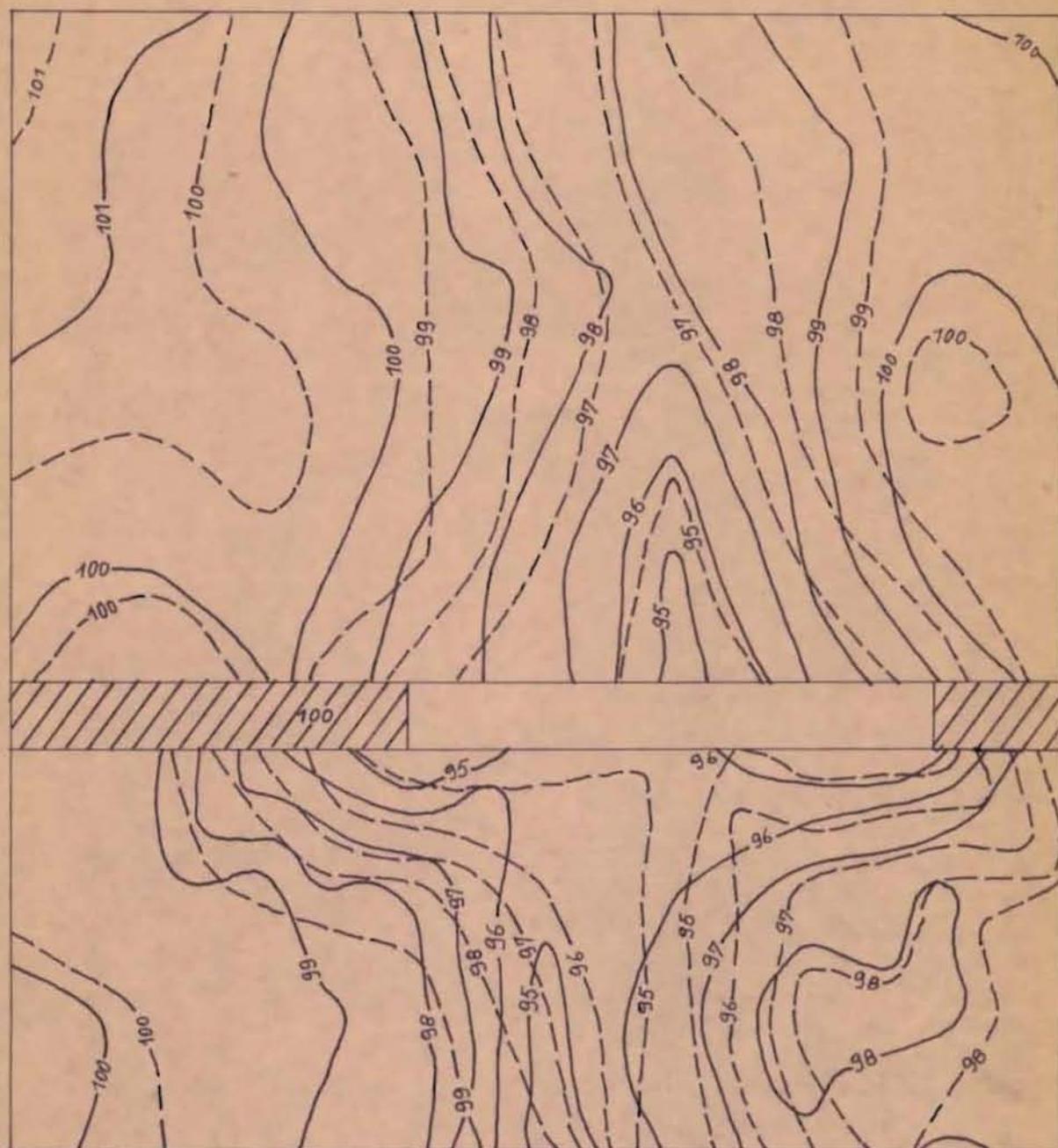


FIGURE XXVI Evolution du terrain au niveau du 1<sup>er</sup> gabion

— Levé topo du 24-7-81  
- - - Levé topo du 19-11-81



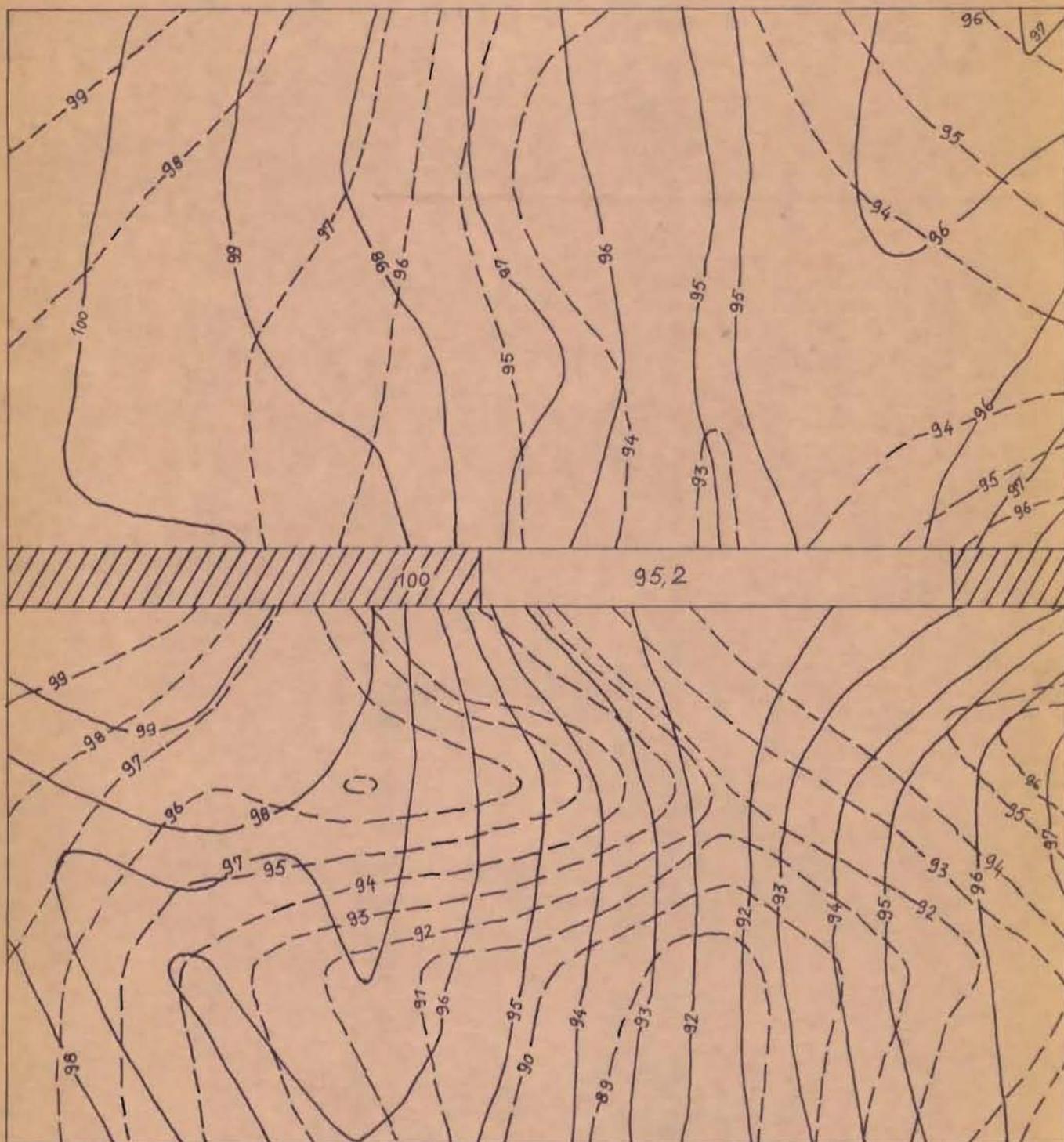
LEGENDE

-  niveau haut du gabion
-  niveau bas du gabion
-  1 Cm pour un mètre

FIGURE XXVII

EVOLUTION DU TERRAIN AU NIVEAU DU 2<sup>me</sup> GABION

— Levé topo du 24-7-81  
- - - Levé topo du 19-11-81



LEGENDE

-  niveau haut du gabion
-  niveau bas du gabion
-  1cm pour un mètre

Au niveau de l'aménagement traditionnel, les mesures effectuées entre les deux diguettes traditionnelles ont révélé que ces types d'aménagement sont inefficaces. La preuve en est que les diguettes ont été cassées et les pierres trainées sur plusieurs mètres. Un volume de terre de  $0,4 \text{ m}^3/\text{m}$  linéaire a été emporté entre les deux aménagements.

Quand on considère le nombre impressionnant de ravins dans le terroir (comme le montrent les cartes,) on peut se rendre compte de l'importance du phénomène à la lumière des résultats de cette évaluation qui, bien entendu, reste dans les limites que les moyens d'investigation lui permettaient d'atteindre.

### II.2.22. Ravin aménagé

Comme le montrent les profils en long, le ravin a très peu évolué, en allant du début au deuxième gabion, ce qui n'est pas le cas en aval des ouvrages. Les figures XXVI et XXVII illustrent bien l'évolution du terrain autour des ouvrages d'aménagement entre le début et la fin de la saison des pluies. A partir du tracé obtenu sur les figures XXVI et XXVII, nous avons évalué, à l'aide d'un planimètre, les superficies S1 et S2 entre les différentes courbes de niveau en juillet et en novembre.

Les différences entre les superficies S1 et S2 traduisent l'évolution de chaque courbe de niveau.

En effet, si la superficie S1 circonscrite par la courbe de la côte 99 en juillet est supérieure à la superficie S2 de cette même courbe en novembre, cela signifie que la superficie S2 - S1 correspond à la partie décapée par l'érosion, au cours de la campagne.

Mais si S2 est supérieure à S1, la superficie S2 - S1 correspond à la partie où la terre s'est accumulée pour combler le niveau de juillet. La hauteur entre chaque courbe de niveau étant de 10 cm, nous avons évalué les volumes de terre décapés ou accumulés. Le tableau 14 ci-après récapitule les valeurs obtenues pour les deux ouvrages.

Les détails des calculs sont donnés en annexe II.

../...

Tableau 14 - Récapitulatif des données calculées  
au niveau des gabions

	Ouvrage n° 1				Ouvrage n° 2			
	Superficiés (m <sup>2</sup> )		Volumes (m <sup>3</sup> )		Superficiés (m <sup>2</sup> )		Volumes (m <sup>3</sup> )	
Amont des ouvrages	érodée	non éro- dée	érodé	déposé	érodée	non éro- dée	érodé	déposé
	22	42	2,2	4,2	84	57	8,4	5,7
Aval des ouvrages	20	8	2	0,8	44	57	4,4	5,7

Comme on peut le voir à partir de ce tableau, il y a de part et d'autre de chacun des ouvrages, des pertes de terre par érosion, mais aussi un important dépôt de la terre charriée par l'eau d'écoulement. Cela, à la longue, comblera progressivement la ravine, ce qui permet de penser que les ouvrages en gabion peuvent être efficaces contre l'établissement des ravines, mais le problème majeur reste le coût de réalisation.

### II.2.3. Opportunité de réalisation des aménagements

Le devis pour la réalisation des quatre gabions est de 930 000 F en 1981, sans le coût de l'investissement humain. Le mètre cube de gabion est évalué à 6 000 F pour des grillages fabriqués par l'ORD. Et même si on supprime le chapitre transport des pierres par camion, on ne pourra réduire le coût total que d'environ 250 000 F CFA. C'est du moins les estimations faites par les responsables de ce projet.

Comme on le voit, le coût des aménagements est assez excessif pour qu'on pense à les préconiser au niveau des ravins situés dans les champs, quelle que soit l'efficacité obtenue.

On pourrait néanmoins les préconiser pour les principaux ravins coupant les axes routiers, en vue de contribuer à désenclaver ce village isolé. Nous y reviendrons plus loin. Pour le moment, on devrait se pencher plutôt sur des techniques simples et moins onéreuses à tester au niveau des petites ravines, pour freiner leur développement.

#### II.2.4. Conclusion

Comme on peut le remarquer, après cette brève étude, comportant d'ailleurs plusieurs limites, le problème du ruissellement et de son corollaire, le ravinement, se pose très crucialement dans la région. La seule voie pour préserver les champs est l'établissement des sites anti-érosifs. Or, pour que l'ORD continue à consentir des efforts à cet effet, il faut que les paysans mettent tout en oeuvre pour entretenir correctement les sites déjà réalisés, au risque de les voir se dégrader tout comme ceux du GERES.

Quant au ravinement, il faut que les paysans eux-mêmes développent des initiatives pour y trouver des solutions "préventives". Le coût de réalisation des gabions, à l'heure actuelle, montre que cette forme de lutte serait une opération non rentable.

### CHAPITRE III - POSSIBILITES DE DEVELOPPER LA PETITE IRRIGATION

#### III.1. Les objectifs

La saison sèche constitue une période morte du point de vue des activités de production chez les paysans. Avec l'appui financier du FDR, l'ORD du Yatenga tente de développer la petite irrigation au niveau de certains villages pour permettre aux agriculteurs de pratiquer des cultures maraîchères.

Pour les villages pourvus de bas-fonds aménagés et de retenues d'eau, cela ne pose pas grand problème. Mais pour des villages comme Sabouna, il faut réaliser des puits.

C'est ainsi que durant la campagne 1981, un puits a été creusé à Sabouna au milieu d'un périmètre couvrant un ha de superficie et entouré de grillage, ce périmètre subdivisé en plusieurs planches d'environ 10 m<sup>2</sup> devant se répartir au niveau des membres du groupement villageois en vue de la production des pommes de terre, choux, tomates, etc...

Nous avons prévu de réaliser un essai de pompage pour savoir le débit de ce puits d'environ 2,40 m de diamètre sur une dizaine de mètres de profondeur. Mais, déjà en janvier, il était à sec, ce qui a nécessité une augmentation de la profondeur d'environ trois mètres. Mais le temps ayant fait défaut, cet essai de pompage n'a pas été réalisé.

Mais on peut dire que la nappe phréatique n'est pas profonde à Sabouna (une dizaine de mètres environ) et qu'elle est assez fertile. En effet, il y a en moyenne un puits par concession. Etant donné que ces puits sont alimentés pratiquement toute l'année, on peut dire que les possibilités de faire de l'irrigation à partir des eaux profondes sont assez appréciables. Restent alors à résoudre les problèmes de réalisation.

### III.2. Les problèmes de réalisation

Etant donné que le projet est encore à l'état embryonnaire dans le village, nous nous contenterons de réflexions d'ordre général sur le sujet.

Même sans avoir calculé le débit des puits de Sabouna, il serait étonnant qu'un seul puits soit suffisant pour irriguer un hectare convenablement. Il faudrait au moins trois puits disséminés sur le périmètre. Cela permettrait de résoudre le problème de quantité d'eau disponible et faciliterait aussi l'arrosage des cultures qui s'effectue manuellement à l'arrosoir. En ce qui concerne le moyen d'exhaure, il serait souhaitable de proposer la traction animale, étant donné que l'utilisation de pompe est pratiquement hors de question à l'heure actuelle, compte tenu des problèmes techniques et financiers que cela suppose.

### III.3. Cultures pratiquées

Le projet prévoit les cultures maraichères qui, commercialisées apporteront un supplément de revenu monétaire aux paysans. Cela devra alors aider au remboursement des crédits pour la réalisation du périmètre.

Nous pensons que, dans le cas de Sabouna, c'est un objectif difficilement réalisable, car, même si on arrivait à des productions assez appréciables, elles ne seraient pas rentables économiquement, vu l'état de saturation du marché de la ville de Ouahigouya, et les problèmes d'écoulement des produits liés à l'enclavement du terroir.

On pourrait proposer de pratiquer des cultures consommées sur place par les paysans, telles que le gombo, les tomates, les aubergines, etc... pour améliorer la ration alimentaire des villageois, durant la saison sèche où il est impossible de trouver ces légumes à l'état frais dans la région.

Une autre partie des planches pourrait servir de pépinières pour la fourniture de plants destinés au reboisement des terres incultes et à la plantation autour des champs et à la base des diguettes.

Enfin, au début de la saison des pluies, on peut envisager des cultures de maïs, avec une irrigation de complément. Cela pourrait contribuer à résoudre le crucial problème de soudure en juillet-août chaque année.

Le problème sera alors de savoir comment rembourser les frais d'établissement du périmètre irrigué, à savoir le coût du grillage et des puits.

Nous pensons que les membres du groupement peuvent le faire à partir des ressources non agricoles, pour peu que les conditions de remboursement soient suffisamment souples pour le permettre. La question mérite d'être étudiée de plus près.

#### III.4. Conclusion

Comme nous venons de le voir, si la petite irrigation est possible à Sabouna, on doit plutôt l'orienter vers d'autres objectifs que ceux retenus aux alentours de la ville de Ouahigouya, qui est le seul centre important pour l'écoulement des produits maraîchers dans la région.

En attendant la mise en place d'une infrastructure propice à la commercialisation des produits maraîchers, des villages enclavés comme Sabouna devraient utiliser leurs périmètres maraîchers pour les cultures ci-dessus proposées, ce qui permettra au projet d'être socialement rentable, car il aura un intérêt évident dans la lutte contre la désertification, au lieu de poursuivre une rentabilité économique difficilement accessible à l'heure actuelle.

QUATRIEME PARTIE : PROPOSITIONS PRATIQUES D'INTERVEN-  
TION

Comme nous l'avons vu au cours de ce rapport, les problèmes des paysans de Sabouna, tout comme ceux de la région, sont nombreux et multiformes. Cette dernière partie vise, à partir des constatations de notre étude, à faire des propositions concrètes d'actions susceptibles de contribuer à leur résolution.

CHAPITRE I : INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION AGRICOLE  
ET ACCROISSEMENT DU "REVENU" DES EXPLOI-  
TATIONS

Le rapport a clairement montré qu'il est possible d'atteindre des rendements acceptables (au moins 8 à 10 q/ha) pour les cultures coutumières de la région, notamment le mil et le sorgho (Cf. paragraphe I-2 - 3ème partie, page 62 ). Mais pour y parvenir, il faudra que le paysan de Sabouna suive une certaine démarche méthodologique.

I.1. Au niveau de la production agricole

Pour augmenter ses rendements, l'agriculture traditionnelle doit s'ouvrir aux nouvelles techniques culturales proposées. Mais l'application de ces nouvelles technologies implique un maximum d'équipement adéquat et de main-d'oeuvre disponible, ce qui est loin d'être le cas de la majorité des exploitants de la région et, plus particulièrement, au niveau du terroir de Sabouna. Il faut alors résoudre ces préalables.

.../...

### I.1.1. Les problèmes d'équipement

Il faudrait que chaque exploitant agricole puisse disposer du matériel aratoire (charrue, houe manga) en nombre suffisant pour lui permettre de travailler ses champs.

Pour ce faire, il faut réétudier les conditions d'octroi du crédit agricole. L'établissement de fosse fumière devra se faire systématiquement avec l'adoption de la culture attelée, afin de fournir progressivement le fumier nécessaire.

Une paire de boeufs peut produire quatre à cinq tonnes de fumier par an, ce qui est suffisant pour un hectare. Les exploitations moyennes étant d'environ quatre à cinq hectares, un apport de fumier peut être envisagé périodiquement sur chaque parcelle d'un hectare, en association avec le phosphatage de fond préconisé.

### I.1.2. Les problèmes de main-d'oeuvre

Ils ne devraient plus se poser si le problème d'exode rural trouve une solution. A cet effet, les mesures politiques récentes devront, pour être efficaces, aller de pair avec des projets villageois tels que le développement de la petite irrigation et l'aviculture, etc... qui, de par leur vocation, donneront une justification aux jeunes à rester au village.

### I.2. Au niveau de l'élevage

Le développement de l'élevage, surtout des petits ruminants et une organisation de la commercialisation du bétail sont d'une nécessité impérieuse dans la région. En effet, l'élevage, à l'heure actuelle, constitue, à notre avis, la source la plus sûre de revenu monétaire pour le paysan du Yatenga.

Les enquêtes de terrain ont révélé que chaque concession dispose d'au moins une trentaine de têtes de petit bétail (17). Mais les problèmes sanitaires et alimentaires rencontrés limitent la valorisation de ce cheptel. Il convient alors de s'y atteler en collaboration avec les services techniques de l'élevage pour y trouver les solutions appropriées.

Par exemple, au niveau de l'alimentation du bétail, on peut envisager l'utilisation d'aliments de complément (grain de coton, pierre à lécher, etc...), mais le paysan peut, pendant la saison des pluies, faucher de l'herbe pour faire de l'ensilage en vue de l'alimentation du bétail au cours de la saison sèche où il n'y a plus de pâturage. Cela permettrait aux animaux d'avoir un certain poids, susceptible de garantir un prix rémunérateur à la vente. A partir des recettes obtenues sur la vente du bétail, le paysan pourra payer les annuités des crédits agricoles sans grande difficulté et disposer encore d'argent pour les autres besoins. Mais, encore une fois, cela ne sera possible que quand le circuit de commercialisation du bétail, allant du village aux centres de consommation, c'est à dire les grandes villes, sera organisé et, pourquoi pas, pris en main par les producteurs eux-mêmes dans des structures adéquates et non plus uniquement contrôlé par des commerçants privés.

### I.3. Au niveau de la conservation et de l'entretien des sols

La dégradation rapide du milieu physique peut trouver une solution avec un programme de lutte bien compris et accepté de la part des populations. Pour cela, il faut une sensibilisation des paysans à entretenir les réseaux d'aménagement anti-érosifs existants. Au niveau des ravines, nous pensons que leur traitement de façon traditionnelle, avec des blocs de pierre et la plantation des euphorbes en association avec d'autres plantes fixatrices, peuvent être envisagés. Ce sont des techniques "préventives" à appliquer sur les axes de drainage, avant l'établissement de la ravine, car, une fois le ravin installé, son traitement demande plus de moyens qui sont hors de portée des villageois. Si des pépinières sont établies au niveau du périmètre irrigué, elles pourront procurer progressivement des plants d'arbres utiles pour une reconstitution rapide du couvert végétal détruit.

## CHAPITRE II - DESENCLAVEMENT DU TERROIR

### II.1. Entretien des pistes desservant le village

Le programme d'intensification agricole doit être complété par un autre, visant à désenclaver le terroir. En effet, l'état très défectueux des voies d'accès au village limite le développement de plusieurs activités indispensables, telles que les échanges commerciaux. Mais cela constitue un problème plutôt général au niveau du pays ; néanmoins, chaque village doit, grâce à une mobilisation de ses fils, tenter d'y trouver les solutions les plus accessibles, compte tenu des moyens disponibles, ce qui peut être le cas du village de Sabouna.

### II.2. Ouverture au monde extérieur

Pour amorcer son auto-promotion, le village a besoin d'une certaine ouverture au monde extérieur. Cela peut être atteint par un programme de formation et d'information à tous les niveaux : -l'alphabétisation des adultes

- encadrement plus intensif sur le terrain, pour apprendre aux paysans l'utilisation du matériel agricole
- mise en place des structures de formation pour les jeunes, école primaire et centre de formation des jeunes agriculteurs qui, jusque là, n'existent pas dans ce village.
- visites des réalisations au niveau des autres villages.

Actuellement, des cours d'alphabétisation sont organisés par l'encadreur du village, ce qui est un signe que les membres du groupement villageois ont bien perçu le problème.

L'action de l'ORD étant essentiellement axée sur les paysans membres des groupements villageois, il est urgent que celui de Sabouna trouve des solutions à ses problèmes internes. Les responsables de l'encadrement doivent, à cet effet, oeuvrer à le redynamiser.

../...

On peut suggérer aussi le regroupement des jeunes, en dehors de celui des chefs d'exploitation. Cela leur permettrait d'entreprendre des activités communautaires (champs collectifs, poulaillers modernes, etc...) d'où ils pourront tirer leurs propres revenus. Mais, pour ce faire, il faut une sensibilisation de la jeunesse, de la part des responsables de l'encadrement.

Nous pensons que cela ne devrait pas poser d'énormes problèmes, si un encadrement adéquat et un appui logistique leur sont assurés, tout comme c'est le cas actuellement au niveau des groupements des adultes.

## CONCLUSION GENERALE

Cette étude a fait ressortir l'importance des aléas climatiques dans le déficit chronique de la production céréalière au Yatenga. De même, elle a permis de se rendre compte de la complexité du risque climatique impliquant une approche concertée entre la recherche et le développement et l'application de la méthodologie du bilan hydrique pour le cerner de façon correcte.

Il en ressort que, pour intensifier la production agricole, l'effort de l'agriculture soudano-sahélienne doit tendre à minimiser au mieux ce risque climatique.

C'est pour cela que des projets de développement rural tels que le reboisement, la lutte anti-érosive, la culture attelée, etc... ont été entrepris, un peu partout dans le pays, après la mise en place des ORD.

Mais, comme nous l'avons vu, ces projets, pour atteindre leur but et justifier les moyens logistiques consentis par les différentes institutions de financement, doivent au préalable, être compris et acceptés par une population sensibilisée à cet effet. Certes, la réorganisation des structures socio-économiques de la société traditionnelle préconisée par l'encadrement devrait permettre de résoudre ce problème. Encore faut-il que les méthodes d'approche du milieu rural soient adaptées aux spécificités de chaque milieu considéré.

Dès lors qu'une connaissance approfondie est acquise à partir d'un diagnostic clair faisant ressortir :

- les besoins
- les potentialités
- et les limites

de chaque milieu socio-économique considéré, on peut alors adapter la méthode d'introduction des nouvelles techniques devant permettre à ce milieu d'amorcer son auto-promotion.

C'est le cas du Yatenga en général et, plus particulièrement de Sabouna. En effet, comme nous l'avons vu, depuis le lancement de l'opération de recherche développement, dans ce village pilote, par l'IPD/AOS auquel se sont associées, un peu plus tard, d'autres institutions spécialisées, on dispose d'une banque de données de recherche non négligeables concernant la région.

A partir de ces données, on peut dire que l'avenir de l'agriculture de la région réside dans l'adoption des techniques culturales proposées. Cela est une nécessité impérieuse non seulement pour intensifier la production céréalière, mais surtout pour freiner la dégradation d'un milieu écologique en péril, rendant très aléatoires les rendements agricoles et cela, depuis de nombreuses années.

Mais, comme nous l'avons vu, l'application de ces techniques culturales proposées, implique de la part des exploitants, un certain niveau d'équipement en facteurs de production à atteindre. L'appui extérieur et notamment le soutien de l'ORD devraient permettre d'y parvenir. Seulement pour continuer à bénéficier de cet appui extérieur, des solutions judicieuses devront être trouvées par les paysans eux-mêmes, afin de redynamiser les structures d'encadrement établies, notamment les groupements villageois.

PROTOCOLE DE SUIVI ET D'OBSERVATION  
AGROPHENOLOGIQUE

I. OBJECTIF

L'objectif est de définir un protocole de suivi des cultures permettant de diagnostiquer les insuffisances du système eau-sol - plante et d'en déduire les possibilités d'amélioration. Les mesures consistent :

- à un suivi de l'humidité du sol tous les vingt jours
- à trois observations agrophénologiques au cours du cycle,
- à un suivi des interventions culturales et leur qualité.

II. SUIVI DE L'HUMIDITE DU SOL

II.1. Prélèvements

Le prélèvement de sol est effectué à la tarière par tranches de sol de 20 cm, soit jusqu'au front d'humectation, soit jusqu'à un mètre. Suivant les cas un ou deux prélèvements sont effectués par parcelle :

- a) labour en planche
- b) interbillon et billon dans le cas d'un billonnage

Pour chaque tranche, le volume de sol recueilli est homogénéisé et une quantité d'environ deux cent grammes est mise dans une boîte de Nescafé.

II.2. Mesure de l'humidité

Les échantillons de terre sont pesés au laboratoire sur une balance de précision.

Le poids de chaque boîte est pris au départ, de façon à la re-trancher des mesures pour avoir les poids humide et sec de l'échantillon de terre.

exemple :

P1 = 198,2 g, poids humide de l'échantillon. Après séchage à l'étude, on mesure le poids sec P2

P2 = 173,83 g

Le poids de l'eau contenue dans l'échantillon de terre est

$$\begin{aligned} P_e &= P_1 - P_2 \\ &= 198,2 - 173,83 = 24,37 \text{ g} \end{aligned}$$

.../...

et alors l'humidité pondérale en pourcentage du poids sec de

$$\begin{aligned} \text{terre est } h_p \% &= \frac{P1 - P2}{P2} \times 100 \\ &= \frac{24,37}{173,83} \times 100 = 14 \% \end{aligned}$$

### II.3. Rassemblement des données

Pour chaque parcelle est établie une fiche de suivi du bilan hydrique.

### III. OBSERVATIONS AGROPHENOLOGIQUES au cours du cycle

Les observations sont effectuées sur six placettes de dix m<sup>2</sup>

implantées au hasard (2 m x 5 m).

#### III.1. Comptage du nombre de poquets et du nombre de pieds des différentes cultures présentes sur les placettes

Ce comptage est effectué sur l'ensemble de la surface des placette

#### III.2. Mesure de la hauteur de la végétation

La mesure est faite sur environ dix poquets par placette. Comme

on doit la faire trois fois au cours du cycle, il a semblé opportun d'individualiser les pieds mesurés.

Pour ce faire, à partir de l'un des sommets individualisé par deux poquets, on matérialise la première diagonale par une ficelle. Les poquets retenus sont ceux situés à moins de 20 cm de part et d'autre de la ficelle.

On prend pour premier poquet le plus proche du sommet de départ. Au cas où moins de dix poquets sont retenus, on recommence l'opération sur la seconde diagonale en repartant du petit côté sur lequel s'était terminé le comptage. Sur chaque poquet, on mesure le plant le plus haut, jusqu'au niveau du dernier entre-noeud saillant. A partir de l'épiaison, on mesure jusqu'au bout de l'épi.

../...

### III.3. Comptage du nombre de talles par pied

Ce comptage est effectué sur les mêmes poquets que ceux retenus pour la mesure des hauteurs des plants.

### III.4. Enherbement

L'évaluation de l'enherbement a été fait à partir du comptage des adventices situées strictement le long des deux diagonales.

### III.5. Ruissellement

On a évalué son importance en fonction des surfaces sur lesquelles des traces d'érosion sont visibles. L'intensité est caractérisée par le type d'érosion : nappe ou griffe.

### III.6. Réalisation des profils racinaires

On réalise un profil par champ ou par traitement à chaque observation. On choisit à vue d'œil un poquet assez représentatif des plants de la parcelle et, à l'aide d'une pelle, on dégagne une fosse d'environ 10-15 cm de large et jusqu'à 2 cm du collet des plants de la touffe à observer. La profondeur est celle du front racinaire. On appelle racine I les racines primaires ou principales. La densité du chevelu est appréciée en nombre de poils par centimètre. Pour chaque tranche de sol considéré, on compte le nombre de racines I et les autres racines, puis on mesure la largeur moyenne explorée par les racines sur le profil.

Sur le niébé, on compte aussi les nodules apparaissant sur les racines dégagées.

Notons que nous n'avons pas tenu compte de la distinction entre les racines I et les autres racines dans la présentation des résultats.

Profil hydrique

- Parcelle n° 1

- Traitement

- Propriétaire : KOME Ousmane

- Témoin

- Humidité pondérale en % du poids sec de terre

Dates(1981)		25.6.	15.7	5.8.	25.8.	18.9.	3.10	28.10.	
1 inter- billon	F.Hu	52cm	68cm	100	100	80cm	60cm	40cm	
	0.20	6,23	9,15	9,75	10,09	3,98	2,66	1,27	
	20.40	6,92	11,32	11,95	12,76	6,92	5,57	4,69	
	40.60	7,71	11,85	15,43	12,97	8,86	6,77		
	60.80		14,18	13,40	11,31	9,58			
	80.100			13,60	12,90				
2 billon	Fr.Hu	65cm	70cm	100	100	80cm	60cm	40cm	
	0.20	6,84	9,00	8,59	7,72	3,26	1,05	0,8	
	20.40	8,46	10,55	10,85	10,33	4,52	3,97	6,06	
	40.60	9,32	14,50	12,03	13,07	8,43	5,93		
	60.80	8,13	15,34	14,63	12,71	10,69			
	80.100			14,06	10,63				
T é m o i n	Fr.Hu.	40cm	65cm	90cm	100	80cm	70cm	70cm	
	0.20	6,13	9,46	8,65	5,58	5,28	2,88	1,09	
	20.40	6,46	10,79	8,35	9,97	8,66	7,63	5,18	
	40.60		13,14	10,45	10,35	12,44	9,85	5,23	
	60.80		9,62	10,97	10,17	12,64	10,43	6,39	
	80.100			7,94	9,51				

Observation I

120.

Date : 29.7.1981

Champ n° 5

Culture principale : mil

Stade phénologique : tallage

N plac ete		1	2	3	4	5	6						
Nombre de poquets		26	27	27	28	33	33						
Nombre de pieds	mil	49	48	53	58	51	71						
	sorgho		1		3		2						
	niébé			2			0						
Nombre de tal- les et hauteur	N° poquet	T	h	T	h	T	h	T	h	T	h	T	h
	1	4	22	3	18	2	34	2	46	2	45	2	18
	2	2	11	2	27	4	33	2	30	2	27	0	37
	3	3	16	0	22	0	25	0	35	2	21	3	17
	4	2	17	2	22	2	24	2	26	4	23	0	13
	5	2	25	2	28	2	34	1	30	2	28	3	16
	6	0	3	0	22	0	19	1	49	3	15	2	14
	7	2	45	3	22	2	37	2	47	0	29	3	36
	8	2	23	0	8	2	25	2	50	3	36	2	22
	9	3	20	5	23	2	24	2	63	2	30	2	31
	10	1	8	4	21	2	20	0	29	1	36	3	23
Enherbement	D1		2	17	2		2		11		4		
	D2		1	10					6		9		
Ruissellement	Griffe		0	40 %	30%		0		15%		0		
	Nappe		40%	0	20%		0		10%		60%		

Observation II

Date : 5.9.1981

Champ n° 5

Culture principale

Stade phénologique : floraison

mil

N° placette		1	2	3	4	5	6
N° poquet		Hauteur					
1		130	112	187	167	160	150
2		52	12	161	170	177	117
3		101	161	170	149	185	100
4		13	124	181	148	127	87
5		166	173	135	164	155	134
6		121	130	134	178	130	178
7		52	143	151	170	174	133
8		93	132	169	159	157	150
9		136	129	174	158	148	154
10		18	24	162	169	205	156
Enherbement	D1	1	4	4	2	3	11
	D2		8	0	6	7	10
Ruisselle- ment	Griffe				10%	0	30%
	Nappe	40%	20%	10%	0	4%	10%

Observation III

Date : 16.10.1981

Champ n° 5 AF

Stade phénologique : maturité

Culture principale : mil

N° placette	1		2		3		4		5		6		
1	165	31	142	26	205	30	130	-	198	22	177	31	
2	110	11	186	25	167	38	142	28	229	24	146	27	
3	161	43	158	18	195	21	181	22	184	22	143	22	
4	198	34	208	35	229	30	209	29	198	27	208	22	
5	205	43	169	22	165	15	215	37	205	20	142	18	
6	159	23	176	36	74	11	118	24	191	21	178	20	
7	147	25	132	15	181	28	178	28	191	25	214	28	
8	163	25	93	16	229	27	200	7	238	15	165	31	
9	81	11	145	22	204	28	199	25	250	21			
10	139	21	161	24	172	27	225	35	192	27			
Nb plants fertiles	62		49		75		91		81		64		
Nb plants sans épis	27		29		26		17		17		21		
Nb d'épis stériles	9		8		23		36		36		16		
Nb d'épis fertiles	55		38		56		57		57		49		
Pds épis fertiles	0,840		0,665		1,225		1,525		1,025		0,985		
Pds des pailles	1,95		2,05		3,50		2,65		3,25		1,25		
Longueur 10 épis	26,7		23,9		25,5		28,3		22,4		24,8		
Enherbement	D1	7		15		1		32		24			
	D2	17		25		4		83		141		149	
Ruisselle- mont	griffe	0		15%		0		20%		0		0	
	nappe	0		0		10%		0		30%		40%	

Profil cultural :

Parcelle n° 5

Propriétaire : PORGO Abdoualye

Date : 5.9.1981

I PROFIL RACINAIRETraitement : AF +  
billon

Culture : mil

Stade : floraison

Photo n° 5 et n° 6

Profondeur max. enracinement 55 cm

Largeur maxim. enracinement : 80 cm

Nombre de plants : 10

Nombre de talles : 17

Hauteur maximum : 180cm

Tranches de sol	Nb de racines I        autres	Largeur moyen- ne de l'enfaci- nement	Densité du chevelu	Observations
0 - 10	38        80	55	5 à 10	Nombreuses radicelles
10 - 20	23        33	70	5 à 10	et intense chevelu raci- naire
20 - 30	14        24	75	0 à 5	
30 - 40	4         18	50	0 à 5	
40 - 55	0         6	50	0 à 5	

METHODE D'EVALUATION DU RAVINEMENTI. OBJECTIF

L'objectif est d'évaluer le volume de terre arraché par l'érosion au cours de la saison des pluies, au niveau d'un grand ravin non traité et du petit ravin aménagé avec des ouvrages en gabion, et de schématiser par des profils en long, l'évolution du lit du ravin dans la même période.

II. METHODES D'INVESTIGATIONII.1. Au niveau du grand ravin

Nous avons effectué des levés topographiques en juillet et en novembre. En partant du bord de la ravine, des coupes transversales ont été effectuées tous les vingt mètres et sur deux cent mètres en avril.

A partir d'un piquet de repère fixé à un mètre du bord de la ravine nous avons tendu une ficelle suivant la perpendiculaire déterminée par l'angle droit mesuré. La mire est placée à chaque rupture de pente où le niveau est relevé ainsi que la distance au piquet mesurée par rapport à la verticale. Les piquets, placés tous les vingt mètres de part et d'autre des rives du ravin, ont servi de repère pour le second levé topographique, à la fin de la saison des pluies.

Les deux courbes topo obtenues et reportées sur le même graphique donne l'évolution du ravin à chaque niveau. La surface décapée sur le profil est évaluée en la subdivisant en différentes figures géométriques à partir desquelles chaque surface (Si) est calculée. Alors la surface total S est obtenue par

$$S = \sum_1^n S_i$$

Le volume de terre est évalué en prenant pour longueur L, la moyenne de la distance séparant deux coupes transversales consécutives. On a alors

$$V = L \times S = L \cdot \sum_1^n S_i$$

.../...

La masse de terre est obtenue en multipliant le volume par la densité réelle. Une valeur de 1,8 est généralement obtenue sur les sols de la région (14).

La masse (M) de terre est alors égale à :  $M = 1,8 V$

## II.2. Au niveau du ravin aménagé

Après avoir délimité les surfaces d'investigation en amont et en aval de chaque gabion, nous avons relevé l'altitude de chaque point déterminé par le quadrillage. Au niveau du premier gabion, un quadrillage de 2 m x 2 m a été retenu contre 3 m x 3 m au niveau du second gabion. Cette méthode ne tient pas compte des particularités du terrain.

A partir des côtes calculées et reportées sur les plans, nous avons déterminé les courbes de niveau par interpolation.

La surface délimitée par chaque courbe de niveau est calculée au planimètre. Le volume de terre déposé ou décapé (suivant les cas) est calculé sur une hauteur de terre de dix centimètres correspondant au dénivelé entre deux courbes de niveau adjacentes.

Liste des références

- (2) BALDY Ch. - Etude agrométéorologique  
Influence du déficit de saturation de l'air sur  
l'évaporation du bac et l'évapotranspiration poten-  
tielle calculée par la méthode de Penmann  
\* décembre 1976
- (9) BILLAZ R. - Sabouna - un village du Yatenga  
Ses hommes - ses cultures  
(fascicule 1)  
IPD/AOS 1979
- (16) BILLAZ R. - Recherche et développement au Yatenga (H.V.)  
Evaluation des projets de développement rural  
en cours (fascicule 1)  
IPD/AOS 1979
- (17) BILLAZ R. - Dossier d'étude Yatenga  
IFARC - IPD/AOS  
septembre 1981
- (14) CHARREAU C. et NICOU R. -  
L'amélioration du profil cultural dans les sols  
sableux et sablo-limoneux de la zone tropicale  
sèche ouest-africaine et ses incidences agronomi-  
ques  
in Bulletin agronomique n° 23
- (4) CHAROY J. - FOREST F. - LEGOUPIL J.C. -  
- hydraulique agricole  
- évapotranspiration - besoins en eau des cultures  
- relations eau-sol  
- estimation fréquentielle des conditions d'ali-  
mentation hydrique en culture pluviale irriguée.  
Bilan hydrique  
IRAT avril 1978
- (6) CHOPART J.L. - Etude au champ des systèmes racinaires des  
principales cultures pluviales au Sénégal  
(arachide - mil - sorgho - riz pluvial)  
Juin 1980
- (15) CHOPART J.L. et NICOU R. -  
Influence du labour sur le développement radicu-  
laire de différentes plantes cultivées au Sénégal  
et conséquences sur leur alimentation hydrique  
in Agro. Trop. n°1 janv/mars 1976

..../...

- (7) DANCETTE C. - Méthode pratique d'estimation des besoins en eau  
des principales cultures du Sénégal  
CNRA Bambey décembre 1980
- (8) DANCETTE C. - Contrôle avec l'humidimètre à neutrons de l'alimentation hydrique d'une culture de mil "Souna" pendant deux hivernages très différents
- (13) DIAWARA Y. - SABOUNA : la société villageoise  
IPD/AOS 1980
- (5) F.A.O. - Réponse des rendements à l'eau  
Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 33  
Rome 1980
- (10) LIDON B. et DABIRE B. -  
Lutte contre le ruissellement et l'érosion  
CIEH-IPD/AOS - ISP  
côtt 1980
- (1) MARCHAL J.Y. - Récoltes et disettes en zone nord soudanienne  
Chronique des saisons agricoles au Yatenga  
1903 - 1973
- (12) MARCHAL J.Y. - Un espace régional nord-soudanien : les pays  
du Yatenga 1974
- (11) OUEDRAOGO J.P. et BALDY Ch. -  
Note préliminaire concernant l'évapotranspiration  
potentielle en Haute Volta et son calcul par la  
méthode du bilan d'énergie de Penman  
Météo Nle H.V. 1976
- (3) Uma LE(E). - Le développement rural  
l'expérience africaine  
Publ. Banque Mondiale

AUTRES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BROCHET P. et GERBIER N. -**  
 L'évapotranspiration - Aspect agrométéorologique  
 Evaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle  
 Ministère des Transports (France - Direction de la  
 Météorologie Nationale) mars 1974
- BILLAZ R. -** Recherche et développement au Yatenga (H.V.)  
 (fascicule 2)  
 Approche agro-écologique IPD/AOS 1979
- COCHEME J. et FRANQUIN P. -**  
 Etude agroclimatologique dans une zone semi-aride en  
 Afrique au sud du Sahara  
 Genève - Secrétariat de l'OMM  
 Projet conjoint d'agroclimatologie  
 FAO/UNESCO/OMM 1968
- DIALLO Adama. -** Lutte contre l'érosion du sol dans un bassin versant  
 à Kalsaka (Séguénéga - ORD Yatenga)  
 I.S.P. Dtn générale de l'environnement  
 (Ouagadougou HV) septembre 1980
- DIRECTION FDR. -** Rapport de suivi sur les aménagements hydro-agri-  
 coles . FDR II  
 Campagne agricole 1979/80
- DIRECTION FDR. -** Rapport d'évaluation des opérations hydro-agricoles  
 financées par le second projet Fonds de Développement  
 Rural 1976 - 1979.
- LE BIHEN J.P. - LEY D. et MOREL R.**  
 Etude des fluctuations de rendements en zone sahélienne  
 BDPA - janvier 1975  
 En tête du titre : Ministère de la Coopération
- LIDON B. - SOLA G. - MORANT P. - SEDOGO M.**  
 Etude de ruissellement à la parcelle et de ses consé-  
 quences sur le bilan hydrique des cultures pluviales en  
 sol peu profond  
 CIEH IRAT-HV Rapport 1978
- REEB Jacques. -** Formation des encadreurs  
 La lutte contre l'érosion  
 Les aménagements de bas-fonds  
 FDR II Août 1978