

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT
RURAL

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT DE RECHERCHE EN SCIENCES
APPLIQUEES ET TECHNOLOGIES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté et soutenu en vue de l'obtention du

DIPLÔME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : Agronomie

Mém

S22

MUG

**IMPACT DE LA PLUVIOMETRIE DES DIX DERNIERES
ANNEES SUR LA MISE EN PLACE DES CULTURES
MECANISEES EN ZONE COTONNIERE OUEST DU
BURKINA FASO : cas du coton et du maïs**

Directeur de Mémoire : Dr BACYE Bernard
Maître de stage : Mr SON Gouyahali

Juin 2000

MUGISHAWIMANA Jean

SOMMAIRE

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	iii
Abstract.....	iv
Sigles et abréviations.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures et des cartes.....	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>I^{ère} partie</u>: LE CONTEXTE DE L'ETUDE.....	3
Chapitre 1. LE CONTEXTE DU BURKINA FASO.....	4
Introduction.....	4
Le milieu physique.....	4
1.1. Les sols la végétation.....	4
1.1.1. Les sols.....	4
1.1.2. La végétation.....	4
1.2. Le climat.....	5
1.2.1. Les vents.....	5
1.2.2. Les précipitations.....	5
1.2.3. Les températures et l'évaporation.....	6
2. Le milieu humain.....	7
2.1. La population.....	7
2.2. L'agriculture.....	7
2.3. Conclusion partielle.....	9
Chapitre II. LE CONTEXTE DE LA ZONE COTONNIERE OUEST.....	10
Introduction.....	10
1. Le milieu physique.....	10
1.1. Le relief et la structure géomorphologique.....	10

1.2. Le réseau hydrographie.....	10
1.3. Les sols.....	12
1.4. La végétation.....	13
1.5. Le climat.....	14
1.5.1. Les précipitations.....	14
1.5.2. Les autres facteurs climatiques.....	14
2. Le milieu humain.....	15
2.1. Dynamique de la population.....	15
2.2. L'Agriculture et l'élevage.....	16
2.2.1. Les systèmes de culture.....	16
2.2.2. Les grands systèmes de production végétale.....	17
2.2.3. Le degré d'intensification de l'agriculture.....	19
2.2.4. Un calendrier agricole perturbé par une pluviométrie capricieuse.....	20
2.3. Conclusion partielle.....	22

2^{ème} PARTIE: MATERIEL , METHODES ET RESULTATS..... 23

Chapitre III. STRATEGIES PAYSANNES FACE AUX CONTRAINTES PLUVIOMETRIQUES..... 24

Introduction.....	24
1. Matériel et méthodes.....	24
1.1. Collecte des données.....	24
1.2. Dépouillement des données.....	25
2. Résultats et discussions.....	26
2.1. Niveau de mécanisation par village.....	26
2.2. Stratégies et réactions aux caprices pluviométriques.....	27
2.2.1. Dans le suivi du calendrier.....	27
2.2.1.1. Les travaux de nettoyage des champs.....	28
2.2.1.2. Détermination du début de la campagne agricole.....	28
2.2.1.3. Détermination du début de préparation du sol.....	30
2.2.1.4. Le calendrier des semis.....	31
2.2.2. Adoption des différents types de labour.....	32
2.2.3. Autres stratégies.....	33

2.2.3.1. Face à l'installation tardive, les retards et les déficits hydriques.....	33
2.2.3.2. Face aux pluies abondantes.....	36
2.3. Conclusion.....	37

Chapitre IV. ETUDE DE LA PLUIE DE LA DECENNIE ET ZONAGE

AGROCLIMATIQUE DES CULTURES DU MAÏS ET DU COTON	39
Introduction.....	39
1. Matériel et méthodes	39
1.1. Collecte des données.....	39
1.1.1. Les données pluviométriques.....	39
1.1.2. Les relevés de l'évaporation bac « A ».....	39
1.2. Le logiciel de traitement.....	40
1.2.1. Le fonctionnement du BIP.....	40
1.2.2. Les variables d'entrée du BIP.....	42
1.2.2.1. La pluviométrie.....	42
1.2.2.2. L'évaporation bac US classe A.....	42
1.2.2.3. Les variables liées à la plante.....	43
1.2.2.4. Les variables liées au sol.....	44
1.2.2.5. Les dates de semis.....	45
1.2.3. Les variables calculées à la sortie.....	45
2. Résultats et discussions	47
2.1. Etude de la pluviométrie de la décennie 1989-1998.....	47
2.1.1. Dans la région de Gaoua.....	47
2.1.1.1. Comparaison des moyennes annuelles.....	47
2.1.1.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années.....	48
2.1.2. Dans la région de Niangoloko.....	49
2.1.2.1. Comparaison des moyennes annuelles.....	49
2.1.2.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années.....	50
2.1.3. Dans la région de Bobo-Dioulasso.....	50
2.1.3.1. Comparaison des moyennes annuelles.....	50
2.1.3.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années.....	51
2.1.4. Dans la région de Dédougou.....	52
2.1.4.1. Comparaison des moyennes annuelles.....	52

2.1.4.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années.....	52
2.2. Analyse des poches de sécheresse pendant les mois d'intenses travaux de mise en place des cultures (juin, juillet, août).....	59
2.3. Conclusion sur la caractérisation climatique de la décennie 1989-1998.....	60
2.4. Zonage agroclimatique du maïs et du cotonnier.....	61
Introduction.....	61
2.4.1. Zonage du maïs.....	61
2.4.1.1. Périodes de semis favorables du maïs 90 jours.....	61
2.4.1.2. Périodes de semis favorables du maïs 110 jours.....	63
2.4.1.3. Périodes de semis favorables du maïs de 130 jours.....	66
2.4.1.4. Conclusion sur le zonage du maïs.....	69
2.4.2. Zonage du coton.....	70
2.4.2.1. Périodes de semis favorables du coton 135 jours.....	70
2.4.2.2. Périodes de semis favorables du coton 160 jours.....	73
2.4.2.3. Conclusion sur le zonage du coton.....	76
2.5. Conclusion sur le zonage par culture.....	76
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	78
BIBLIOGRAPHIE.....	80
ANNEXE 1.....	I
ANNEXE 2.....	V
ANNEXE 3.....	XVII

DEDICACES

Ce mémoire est dédié à la famille Thomas MIRARAMANGO et Gisèle NSANANIYE.



REMERCIEMENTS

Je remercie Monsieur Bernard BACYE, Chef du Département Agronomie de l'I.D.R., qui a assumé avec dévouement la tâche de Directeur de mon mémoire.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur Gouyahali SON, Chef du Département Mécanisation de l'I.R.S.A.T., mon Maître de stage, pour m'avoir reçu dans son Département et pour l'encadrement qu'il m'a assuré tout au long du stage.

Au Directeur de l'IRSAT pour l'accueil au sein de l'institut.

Ma reconnaissance à Monsieur Léopold SOME, Directeur du D.C.C.S. / D.S.R.P. qui n'a pas hésité, malgré ses nombreuses tâches, de m'encadrer dans les travaux d'analyse.

Je remercie Messieurs Joachim BONKOUNGOU, chercheur à la station de recherches agricoles de Kamboinsé et Bazoumana KOULIBALY, Chef de service Agronomie du Programme-coton de l'IN.E.R.A. Farako-Bâ pour le temps et l'attention particulière qu'ils ont consacrés à mon travail.

Je n'oublierais pas Monsieur Ernest OUEDRAOGO, informaticien de la Direction Nationale de la Météorologie pour son aide dans la cartographie des résultats.

Ces remerciements s'adressent également à tout le corps professoral de l'Institut du Développement Rural, pour le bagage scientifique qu'ils m'ont dispensé durant ma formation.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à la famille Calixte NDAYIZIGA et Hyacinthe MPOZAYONZI pour tous les soins et assistance tant morale que matérielle qu'ils n'ont jamais cessé de me couvrir.

J'exprime toute ma gratitude à l'Agence du Gouvernement Belge pour la Coopération au Développement pour la compassion qu'elle m'a exprimée en acceptant de financer ma formation et mon séjour dans le pays des hommes intègres.

Je remercie toute ma famille, ma très chère mère, mes sœurs et frère, tous les amis qui, du Burundi, n'ont jamais cessé de m'envoyer leur soutien moral.

Toute ma reconnaissance à Monsieur Emmanuel BAMENYEKANYE pour m'avoir aidé dans la reprise de mes études.

A tout le personnel du Département Mécanisation de l'I.R.S.A.T. pour la sympathie et la franche collaboration qu'il m'a témoignés pendant tout mon stage.

Enfin, je remercie toutes ces bonnes volontés qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre, je pense notamment à la famille NGERIYABANDI, à la communauté burundaise du Burkina, aux ami(e)s Perrine DENENODJI et Longin MBAZUMUTIMA.

A TOUS MERCI !

RESUME

Au Burkina Faso, plus de 85% de la population dépend, pour sa survie, de l'agriculture. Pourtant, cette activité souffre d'une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie. Dans cet état des choses, le peu d'eau tombée doit être gérée de façon rationnelle.

La présente étude concerne la zone agricole ouest du Burkina Faso. Dans un premier temps, elle montre, à travers les résultats d'une enquête menée dans quatre villages, que les différentes stratégies adoptées par les paysans pour minimiser l'impact de la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies sont insuffisantes. Elles permettent de réaliser un minimum de production annuelle, mais elles nécessitent un appui technique notamment dans l'encadrement et la recherche de nouvelles innovations des techniques culturales.

Dans un deuxième temps, l'étude se penche sur la description des grandes modifications qui ont marqué la décennie 1989-1998 en ce qui concerne la saison hivernale. L'étude est basée sur une comparaison de la période étudiée avec la situation de la normale 1969-1998 : d'abord au niveau des moyennes pluviométriques pentadaires et annuelles, puis au niveau de la pluviométrie d'occurrence 8 ans/10. Il apparaît que la décennie a connu une variabilité spatio-temporelle plus marquée par rapport à la normale. Au niveau du volume pluviométrique par exemple, la décennie est déficitaire.

Dans un troisième temps, nous avons déterminé les périodes favorables pour les semis en nous basant sur l'optimum de satisfaction des besoins en eau des différents stades de développement des cultures de coton 135 et 160 jours et du maïs 90, 110 et 130 jours pour 14 sites. Les résultats révèlent une précarité des conditions de mise en place des cultures qui s'accroît du sud vers le nord.

Mots clés : Irrégularité des pluies, périodes favorables de semis, indice de satisfaction des besoins en eau des cultures, poches de sécheresse, maïs, coton, zone cotonnière ouest du Burkina Faso.

ABSTRACT

In Burkina Faso, more than 85% of the population depend on subsistence agriculture for their survival. Nevertheless, the amount and distribution of rainfall during growing season are very unpredictable. In that situation, the minimum amount of rain water received must be efficiently managed in order to be profitable for crops.

This study concerns the west of Burkina Faso. It consists of three components.

Firstly, there is a survey made in rural villages. Its topic was "strategies adopted by farmers in order to reduce negative impacts of the rain unpredictability". The result shows that all the strategies adopted, even they allow a minimum annual production, they remain insufficient and need to be supported by other innovations. The innovations already recommended by agricultural research are adopted by few farmers.

Secondly, we describe the main modifications observed in the last decay (1989-1998) about rainfall season comparing to the situation of the 30 years ago (1969-1998) considered as normal. The comparison is made of two levels: first of all, the pentadal and annual averages, secondly probabilities analysis of pentadal averages on the threshold level of 8 years/10. It appears that the decay has known more changeabilities than the normal. For instance there is a decrease of rainfall amount and more spatio-temporal variabilities.

Third, the study consists in determining appropriate periods of sowing cotton and corn. Three cultivars of corn and two of cotton are concerned. For each location and each variety, there is a periode given in which seeds sowed must give an optimum of production. Those periods appear to be longer and more precocious for the South than the North, also shorter comparing to the normal situation.

Key words: rain unpredictabilities, period of sowing, drought, corn, cotton, west of Burkina Faso.

SIGLES ET ABREVIATIONS

BIP	: Bilan hydrique des plantes
CNRST	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technologie
DRA	: Direction Régionale de l'Agriculture
DSAP	: Direction des services d'appui aux producteurs
ETM	: Evapotranspiration réelle maximale
ETP	: Evapotranspiration potentielle
ETR	: Evapotranspiration réelle
EPA	: Enquête Permanente Agricole
EVA	: Evaporation du bac classe A
FAO	: Food and Agriculture Organisation of the United Nations
FIT	: Front Inter Tropical
ICRISAT	: International Crop Research Institute in Semi Arid Tropics
INSD	: Institut National des Statistiques et Développement
INERA	: Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles
IRD	: Institut de recherches pour le Développement
IRSAT	: Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
ISBE	: Indice de satisfaction des besoins en eau
JDP	: Jours disponibles de pluie
MA	: Ministère de l'Agriculture
MARA	: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
ORSTOM	: Office de Recherche Scientifique des Territoires d'Outre Mer IRD (actuel)
PASA	: Programme d'Ajustement Structurel du secteur Agricole
PIB	: Produit Intérieur Brut
RU	: Réserve utile en eau du sol
SARRA	: Système d'Analyse Régionale du Risque Agroclimatique
SAU	: Surface Agricole Utile
SOFITEX	: Société des Fibres Textiles du Burkina Faso
ZIC	: Zone Intertropicale de Convergence

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Superficie cultivable et superficie cultivée au Burkina Faso.....	8
Tableau 2. Labour pratiqué dans les exploitations agricoles.....	9
Tableau 3. Les grands systèmes et sous-systèmes d'agriculture dans l'Ouest du Burkina Faso....	18
Tableau 4. Proportion de la nature du travail du sol des quatre cultures principales.....	20
Tableau 5. Dates moyennes de semis par culture dans trois villages de la zone cotonnière ouest (1991).....	21
Tableau 6. Niveau de mécanisation dans l'échantillon par village.....	26
Tableau 7. Potentiel de production par niveau de mécanisation et par village.....	27
Tableau 8. Signes référentiels paysans de début de la campagne agricole.....	29
Tableau 9. Ordre de semis des principales cultures par village.....	31
Tableau 10. Stratégies paysannes face aux contraintes pluviométriques.....	35
Tableau 11. Durée des quatre phases physiologiques des variétés de maïs et de coton.....	43
Tableau 12. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale dans la zone de Gaoua	48
Tableau 13. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8ans sur 10 de la décennie 89-98 à la normale dans la zone de Gaoua.....	48
Tableau 14. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale dans la zone de Niangoloko.....	49
Tableau 15. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8ans sur 10 de la décennie 89-98 à la normale dans la zone de Niangoloko.....	50
Tableau 16. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale dans la zone de Bobo-Dioulasso.....	51
Tableau 17. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8ans sur 10 de la décennie 89-98 à la normale dans la zone de Bobo-Dioulasso.....	51
Tableau 18. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale dans la zone de Dédougou.....	52
Tableau 19. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8ans sur 10 de la décennie 89-98 à la normale dans la zone de Dédougou.....	53
Tableau 20. Moyenne de jours successifs sans pluie observés en début de la campagne agricole (juin, juillet, août) dans la décennie 1989-1998.....	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Calendrier des principales activités agricoles en zone cotonnière ouest.....	28
Figure 2. Taux de pratique de chaque type de labour.....	33
Figure 3-1. Périodes de semis du maïs 90 jours à la RU 60 mm.....	62
Figure 3-2. Périodes de semis du maïs 90 jours à la RU 120 mm.....	62
Figure 4-1. Périodes de semis du maïs 110 jours à la RU 60 mm.....	64
Figure 4-2. Périodes de semis du maïs 110 jours à la RU 120 mm.....	65
Figure 5-1. Périodes de semis du maïs 130 jours à la RU 60 mm.....	67
Figure 5-2. Périodes de semis du maïs 130 jours à la RU 120 mm.....	68
Figure 6-1. Périodes de semis du coton 135 jours à la RU 60 mm.....	71
Figure 6-2. Périodes de semis du coton 135 jours à la RU 120 mm.....	72
Figure 7-1. Périodes de semis du coton 160 jours à la RU 60 mm.....	74
Figure 7-2. Périodes de semis du coton 160 jours à la RU 120 mm.....	75

LISTE DES CARTES

Carte 1. Situation de la zone d'étude.....	11
Carte 2. Pluviométrie moyenne de la normale 1969-1998.....	55
Carte 3. Pluviométrie moyenne de la décennie 1989-1998.....	56
Carte 4. Pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 années de la normale 1969-1998.....	57
Carte 5. Pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 années de la décennie 1989-1998.....	58

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture constitue la principale activité économique au Burkina Faso. Elle repose principalement sur les cultures pluviales. Dans la région agricole ouest, le coton et le maïs dominent le système de culture et se succèdent sur les bonnes terres dans l'assolement. Grâce à cet assolement, au niveau de technicité élevé des producteurs et au taux de mécanisation des exploitations élevé par rapport au reste du pays cette région est devenue le « grenier » du pays (Dakouo, 1995). Cependant cette agriculture rencontre de nombreuses entraves physique, humaine et sociologique, soumettant ainsi le pays à des risques de déficits alimentaires permanents. De toutes ces contraintes, la pluviométrie, de par sa mauvaise répartition spatio-temporelle, reste de loin la plus déterminante du fait de son caractère aléatoire (Somé, 1989).

L'arrivée des pluies en début de saison hivernale et les dates de première pluie utile de semis sont très aléatoires. L'installation des pluies est capricieuse (Dancette, 1984 ; Somé & Sivakumar, 1994).

Inversement, la saison des pluies peut démarrer très tôt et s'installer à des dates favorables, même pendant la série d'années dites « sèches » (Citeau, et al., 1984). Cela permet aux producteurs de réaliser des semis précoces. Mais, les semis précoces souffrent le plus souvent des séquences sèches (trous pluviométriques) dont l'arrivée est imprévisible; elles peuvent survenir aussi bien en début, en milieu qu' en fin de saison des pluies. On pourrait même dire qu'il faut se méfier des débuts d'hivernage précoces, c'est-à-dire des « faux départs » (Dancette, op. cité).

Les pluies très abondantes et fréquentes accompagnées de vents violents qui surviennent au mois d'août constituent une autre contrainte à l'activité agricole. Ces « grosses tornades » se comportent le plus souvent, comme « des accidents climatiques » pour les cultures du fait de leurs effets néfastes sur celles-ci (Somé, op. cité).

Enfin, les durées de saison des pluies, entre la première pluie permettant le semis et la fin de la période d'utilisation des réserves en eau du sol après la dernière pluie appréciable, sont également très variables (Dancette, op. cité). Même en cas d'une installation tardive des pluies, la saison hivernale se termine généralement par une période plus ou moins courte de récession des pluies (pluies faibles et espacées) due au recul descendant du Front Inter Tropical (F.I.T.) qui est généralement beaucoup plus rapide que son mouvement ascendant du début d'hivernage (Direction de la Météorologie Nationale, 1982 ; Somé et Sivakumar, op. cité). Il a été constaté également une descente des isohyètes, du nord vers le sud, de deux degrés (2°) tous les dix ans (Mietton, 1984).

Ces caprices pluviométriques ont des impacts négatifs sur l'activité agricole. En ce qui concerne la mise en place des cultures, les retards des semis et les ressemis multiples décriés par les producteurs ainsi que l'inadaptation des outils au travail du sol constaté dans ces dernières années sont principalement dus à ces variabilités pluviométriques (Direction de la Météorologie Nationale, 1982; Sivakumar et Gnoumou, 1987).

C'est dans le souci de contribuer à la réduction de l'impact néfaste de ces caprices pluviométriques, particulièrement sur la mise en place des cultures, que la présente étude a été initiée par le Département Mécanisation de l'I.R.S.A.T.. Comme toute recherche agroclimatologique, nous visons essentiellement à faire un diagnostic précis de la contrainte agroclimatique et à fournir des éléments d'aide à la décision aux utilisateurs (paysans, agronomes, chercheurs, acteurs du développement etc.). Notre objectif final est de contribuer à l'amélioration de la productivité du couple coton - maïs, en proposant des stratégies complémentaires aux pratiques paysannes permettant de réduire l'impact négatif de l'installation capricieuse des pluies sur la mise en place des semis dans les exploitations mécanisées.

La démarche adoptée pour cette étude repose sur un zonage agroclimatique précédé par une enquête en milieux paysans. Le zonage correspond au découpage d'une zone en plus petites unités homogènes (Bisson & Ntoga, 1993). D'après Faure in Bisson & Ntoga op. cité, le zonage est la « cartographie d'unités spatiales présentant un degré d'homogénéité acceptable pour des critères choisis de manière raisonnée. Il s'agit d'un modèle, et donc une simplification de la réalité, qui doit être suffisamment complexe pour ne pas être simpliste et suffisamment simple pour être compréhensible. Il doit répondre aux critères de robustesse, sensibilité, maniabilité et transparence ».

Nous nous intéressons aux facteurs agroclimatiques, plus spécialement à la pluviométrie, pour savoir quelles sont les modifications qui sont intervenues ces dix dernières années et quelles sont les conditions actuelles de culture des variétés de coton et de maïs, du point de vue de leur cycle culturale et des dates de semis, dans la zone ouest du Burkina.

Le présent document comprend deux parties: une première partie intitulée contexte de l'étude qui concerne les généralités sur le Burkina Faso et la zone cotonnière ouest et une seconde partie sur le matériel, les méthodes, les résultats et discussions.

1^{ère} partie

LE CONTEXTE DE L'ETUDE

Chapitre I. LE CONTEXTE DU BURKINA FASO

Introduction

Le Burkina Faso est situé au cœur de l'Afrique de l'ouest dans la boucle du Niger. Pays enclavé, il s'étend sur une superficie de 274 000 km² avec une population estimée à 10,33 millions d'habitants (I.N.S.D., 1997). Le pays partage ses frontières avec le Niger à l'est, le Mali au nord, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin au Sud. Il est compris entre 9°20' et 15°05' de latitude nord, 2°20' de longitude est et 5°03' de longitude ouest.

1. Le milieu physique

1.1. Les Sols et la végétation

1.1.1. Les sols

Dans l'ensemble, les sols du Burkina Faso sont pauvres et peu profonds avec un durcissement superficiel (Bonkoungou, 1992). Ils ont une faible teneur en éléments fertilisants tels que l'azote et le phosphore (Dakouo, 1994). La faible profondeur des sols limite le front d'enracinement des plantes annuelles et la réserve utile en eau. Elle donne lieu à des ruissellements importants et à des pertes significatives en terre. Les sols riches n'occupent qu'une faible proportion des terres arables (11%). Ils se localisent principalement le long des cours d'eau (Mietton, 1988).

1.1.2. La végétation

Dans le découpage phytogéographique proposé par Guinko (1984), on reconnaît deux grands domaines: le domaine sahélien au nord et le domaine soudanien au sud du 13^{ème} parallèle. Du nord au sud, axe d'amélioration des conditions hydriques, les paysages végétaux deviennent de plus en plus denses en arbres. La flore compte un peu plus d'un millier d'espèces qui se répartissent en deux sous ensembles majeurs. L'un appartient à la flore saharienne et sahélienne, l'autre à la flore soudanienne mésophile. Dans l'extrême sud-ouest,

les éléments de la flore humide guinéenne nettement plus riches, apparaissent le long des principaux cours d'eau.

La végétation est fortement dégradée par de nombreux facteurs, parmi lesquels les facteurs climatiques et anthropiques sont les plus déterminants. La pluviométrie, par une variabilité spatio-temporelle très forte et des températures élevées, éprouvent les écosystèmes. Quant à l'homme, qu'il soit agriculteur ou pasteur, la végétation naturelle est un élément vital. Elle constitue un capital qui subvient aux multiples besoins d'une population à fort taux de croissance et à son cheptel dont elle assure la subsistance (Fontès et Guinko, 1995) L'homme, en utilisant le bois comme combustible et en pratiquant une agriculture itinérante sur brûlis et les feux de brousse, engendre une déforestation continue.

1.2. Le climat

1.2.1. Les vents

Le Burkina Faso, du point de vue climatique, est sous l'influence de deux hautes pressions (H.P.) ou anticyclones. La première, centrée sur le Sahara, génère l'harmattan, un vent chaud et sec. La seconde, située dans l'Atlantique sud, apporte sur le continent de l'air frais et humide, la mousson. La précocité, la durée et l'intensité de la saison pluvieuse dans la sous région dépendent pour beaucoup des déplacements et de la position, à une date donnée, de la zone intertropicale de convergence (I.T.C.Z.) de ces anticyclones (Eldin, 1984) et du front où se rencontrent, au sol, ces deux masses d'air. C'est le Front Intertropical (F.I.T.). L'harmattan est dominant entre les mois de novembre et d'avril, période correspondant à la saison sèche. La mousson souffle de mai à octobre, du sud à sud-ouest, de 10 à 20 km/h le jour, emmenant avec lui les pluies. Le courant « Jet Tropical » crée souvent des lignes de grains qui se déplacent d'est en ouest durant cette période (Somé, op. cité).

Les vitesses de vents varient énormément du nord au sud du territoire et au cours de l'année pour un même site. Des vents violents sont observés lors de l'installation de la saison pluvieuse, en avril, mai et juin. Ils provoquent une forte érosion éolienne. Ceux observés pendant la saison pluvieuse sont la principale cause des verses des céréales (Bonkougou, 1992).

1.2.2. Les précipitations

Dans l'ensemble du pays, la pluviométrie est unimodale. L'année est partagée en une saison des pluies dont la durée varie du nord au sud de 3 à 6 mois et une saison sèche. Les pluies commencent dès le mois d'avril. D'abord sporadiques (lignes de grains, orages), celles-ci s'installent progressivement dans le pays, du sud (20mai) au nord (29juin) (Somé et Sivakumar, 1994).

Les précipitations sont très inégalement réparties, aussi bien dans le temps que dans l'espace. On distingue les climats sahéliens, arides, au nord et les climats soudaniens, moins secs, au sud. Le pays reçoit donc des précipitations croissantes du nord vers le sud. Le total pluviométrique annuel moyen calculé sur une période de 1961-1990 va de 343 mm dans l'extrême nord (Markoye) à 1143 mm dans l'extrême sud (Niangoloko). Les dates de fin des pluies sont d'autant plus retardées que l'on va du nord (22 septembre à Aribinda) au sud (23 octobre à Gaoua). Généralement, la descente du F.I.T. vers le sud fait que les pluies cessent assez brutalement à la fin de septembre au moment où les céréales n'ont pas encore fini leur maturation (Ouattara et Gnomou, 1982, Direction de la Météorologie Nationale, 1982) De plus, il est apparu qu'il y a un déplacement latitudinal des isohyètes vers le sud : l'isohyète 1200 mm a disparu du Burkina tandis que l'isohyète 350 mm apparaît au nord du pays (Somé et Sivakumar, op. Cités).

Les précipitations au Burkina Faso se caractérisent donc en général par une grande variabilité spatio-temporelle. Cette irrégularité entraîne un risque important de déficit hydrique pour les cultures annuelles.

1.2.3. Les températures et l'évaporation

Au Burkina Faso, les températures sont élevées dans l'ensemble, mais elles subissent aussi des variations spatio-temporelles importantes. Les amplitudes thermiques s'accroissent du sud au nord du pays. L'évaporation est fortement influencée par les températures et décroît par conséquent du nord au sud. A l'intérieur d'une même année, ce sont les périodes chaudes allant d'avril à mai et d'octobre à novembre qui enregistrent les plus fortes températures et par là, les plus fortes évaporations. Ces températures élevées constituent un facteur négatif pour la production végétale car elles favorisent l'évaporation qui est une forme de perte en eau pour les cultures, ce qui influence négativement leurs rendements.

2. Le milieu humain

2.1. La population.

La population burkinabè est estimée à 10.334.343 habitants (I.N.S.D., 1997). Elle est essentiellement rurale puisque l'agriculture mobilise 85% de la population active. Le taux de croissance naturel est de 3,21% en moyenne (I.N.S.D., 1997). Cette population qui dépasse 30 hab/km² est inégalement répartie sur le territoire national. Toute la bordure méridionale du sud-est au sud-ouest, suivant les frontières du Bénin, du Togo, du Ghana et de la Côte d'Ivoire, la densité de la population n'y dépasse pas 15 hab/km² (Fontés et Guinko, op. cités). Par contre, certaines provinces du plateau mossi (Kouritenga, Boulkiemdé et Kadiogo) dépassent une densité de 100 habitants au km². Cette forte concentration humaine entraîne une forte occupation du sol et son épuisement rapide, entraînant en conséquence une baisse de rendement. Les jeunes de ces localités sont obligés de se déplacer, soit vers l'intérieur du pays, dans les villes ou dans les régions du sud-ouest encore fertiles et à faible concentration humaine, soit vers l'extérieur dans les pays côtiers limitrophes, notamment la Côte d'Ivoire et le Ghana pour y chercher du travail. Les migrations internes occasionnent une déforestation intense lors de l'installation des familles et des défrichements des forêts pour en faire de nouveaux champs. Les migrations internes concernent surtout les jeunes hommes valides. Elles constituent une perte de main-d'œuvre pour le pays.

2.2. L'agriculture

L'économie burkinabè est essentiellement basée sur le secteur primaire, notamment l'agriculture et l'élevage qui occupent 85% de la population. Cette agriculture encore au stade de l'autoconsommation, est basée principalement sur les cultures pluviales. La productivité demeure faible surtout à cause des conditions difficiles que rencontre le producteur : sols pauvres, pluviométrie insuffisante et irrégulière, densité de population élevée etc. Les terres cultivables et cultivées représentent respectivement 36% et 13% de la superficie du pays (Gbikpi, 1996) (tableau 1). Les terres cultivées sont essentiellement occupées par les céréales (83%), elles mêmes dominées par le mil et le sorgho blanc (respectivement 40% et 38% des superficies emblavées en céréales) ; suivent les cultures de rente (coton, arachide, sésame,

soja) et les autres cultures vivrières (niébé, voandzou, igname, patate) (M.A./D.A.P./Service des statistiques agricoles, 1998).

Tableau 1. Superficie cultivable et superficie cultivée au Burkina Faso.

Superficie totale	273626 km ²	100%
Superficie cultivable	99243 km ²	36%
Superficie cultivée	36544 km ²	13%

Source : Gbikpi (Projet Appui au PASA), 1996

Cette description très générale recouvre des situations régionales variées que l'on peut regrouper en 5 grands types. La région ouest se démarque par ses conditions climatiques favorables et le niveau d'intensification élevé de son agriculture. L'Est et le Nord-Ouest ont le même potentiel que le Centre, excepté la pression démographique qui y est moins élevée. Enfin la région sahélienne, peu peuplée, est marquée par la place qu'y tient l'élevage et le caractère extensif de son agriculture. L'élevage pratiqué sur l'ensemble du territoire est largement extensif.

❖ *Structure des exploitations*

La production agricole est le fait essentiel de petites exploitations familiales morcelées avec un nombre élevé d'actifs par ménage. En effet, trois quarts (76%) des exploitations ont moins de 5 ha de superficie moyenne, environ 72% des ménages agricoles ont une taille supérieure à 6 personnes pour une superficie de moins de 5 ha. Cela indique que la productivité du travail est faible. Dans leur ensemble, les exploitations agricoles sont fortement morcelées. Le nombre moyen de parcelles par ménage est en effet de 9,7; la superficie moyenne d'une parcelle ne dépasse pas 0,41 ha (D.S.A.P./M.A.R.A., 1991; Gbikpi, op. cité).

❖ *Niveau d'intensification*

Les exploitations agricoles sont dans leur majorité caractérisées par un faible niveau d'intensification. Selon l'enquête de 1992-1993 réalisée par le Projet Appui au PASA, 72% des ménages n'ont aucune charrue et il y a seulement 9,7 charrues pour 100 ha cultivés. Cependant, on constate une forte hétérogénéité dans la répartition de l'équipement. Par

exemple, seulement 8,8% des ménages agricoles du Mouhoun n'ont pas de charrue, alors que cette proportion atteint 99,7% dans le Séno, 99,4% dans l'Oudalan et 99,1% dans la Comoé.

Les animaux de trait (bœufs et ânes) étaient au nombre de 573600, soit une moyenne d'un animal pour deux ménages. Par ailleurs, ce sont surtout les grandes exploitations qui sont équipées: 90% des animaux de trait et charrues sont dans les ménages cultivant plus de 2 ha. De plus, les jeunes ménages semblent être quelque peu défavorisés: les ménages dont le chef a moins de 35 ans détiennent seulement 14% de charrues et une proportion équivalente d'animaux de trait (Gbikpi, op. cité).

L'essentiel d'intrants consommés est consacré au coton et ce sont les grandes exploitations qui en sont les grands utilisateurs. Il faut également noter que si l'on rapporte la consommation nationale d'engrais NPK (24 170 tonnes en 94/95) à la superficie totale cultivée, l'utilisation d'engrais par hectare cultivé n'est que de 7 kg. Les doses sont donc faibles.

Dans l'ensemble du pays, seulement 20% des parcelles pratiquent les semis en ligne et le labour n'est pratiqué que dans 52% de exploitations (tableau 2). Ces moyennes recouvrent des chiffres plus élevés pour les provinces cotonnières (plus de 50% dans le Houet, la Kossi, le Mouhoun, la Bazéga et le Zoundwéogo).

Tableau 2. Labour pratiqué dans les exploitations agricoles.

Semis directs	Labour manuel	Labour attelé	Labour motorisé	Total
47,8%	29,6%	22,0%	0,3%	100%

Source: Gbikpi (Projet Appui au PASA), 1996

2.3. Conclusion partielle

Les conditions physiques du pays dans lesquelles s'exerce l'activité agricole sont difficiles. Les sols sont pauvres, le climat rude. Les précipitations varient énormément dans le temps et dans l'espace rendant ainsi aléatoire la production agricole. Les moyens humains sont encore loin de pouvoir surmonter ces contraintes physiques pour s'assurer d'un lendemain meilleur. En effet, l'agriculture se pratique encore de façon extensive malgré un effort sans cesse croissant de la recherche visant à l'intensifier.

Chapitre II. LE CONTEXTE DE LA ZONE COTONNIERE OUEST

Introduction

La zone d'étude est située entre le 10^{ème} et le 14^{ème} parallèle nord. Elle couvre les régions agricoles des Hauts Bassins, de la Boucle du Mouhoun, de la Comoé et du Sud-Ouest (Bougouriba), sur une superficie totale de 58000 km², soit 21% du territoire national (carte 1) Elle est limitée au nord par la province du Sourou et le Mali, à l'ouest toujours par le Mali, au sud par la Côte d'Ivoire et le Ghana et à l'Est par les provinces de la Sissili et du Sanguié.

1. Le milieu physique

1.1. Le relief et la géomorphologie

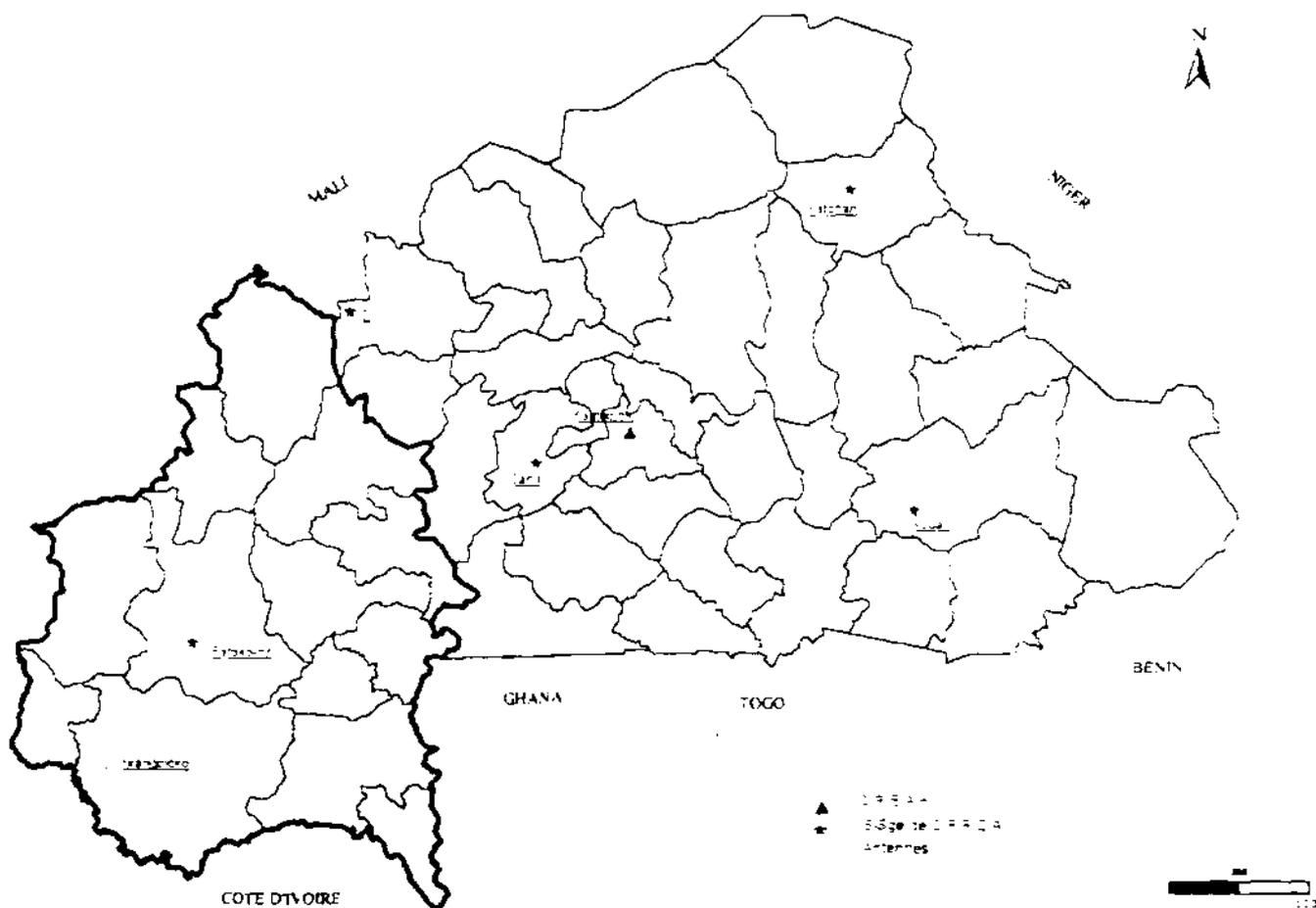
La zone agricole ouest est située dans la plaine centrale où l'altitude d'ensemble varie de 250 m à 350 m. La platitude d'ensemble de cette région n'exclut pas une certaine variété. En effet, les séries de mouvements tectoniques (orogénèse libérienne, éburnéenne, hercynienne etc.) ont entraîné des plissements, donnant sur le paysage des collines (chaînes de collines birrimiennes reliant Houndé à Gaoua en passant par Diébougou) et des larges sillons occupés par les vallées (cas du Mouhoun). La région est concernée par des roches magmatiques (granites intrusifs anciens) qui se rencontrent un peu partout, particulièrement dans la région de Boromo ; et par le Birrimien rencontré dans la région de Houndé. Les grès cambriens occupent une bande étroite allant de l'ouest du secteur agricole de Houndé jusqu'au sud-ouest de Dédougou

1.2. Le réseau hydrographique

La région cotonnière est traversée par deux grands bassins :

- le bassin de la Comoé, parcouru par la Léraba et la Comoé, est situé au sud-ouest dans un massif gréseux. Ces fleuves observent des étiages importants en début d'hivernage. Leur pérennité confère de grandes potentialités pour les cultures irriguées.
- le bassin des Voltas est drainé par le fleuve Mouhoun et ses affluents dont les principaux sont : la Pédia, le Woumhou, le Kou dont la vallée est une vaste plaine d'inondation

Carte 1. Zone cotonnière ouest du Burkina Faso



aménagée pour la riziculture, le Sourou, le Tui (Grand Balé), la Bougouriba et le Poni. Ce fleuve a un régime tropical irrégulier qui reflète le rythme des précipitations.

1.3. Les sols

Dans la zone cotonnière ouest, les conditions climatiques soudaniennes de la région ont contribué à une évolution pédologique généralisée donnant lieu à des :

- sols ferrallitiques (Ferrasols)¹ : sols rouges, profonds, à texture légère dans l'ensemble du profil ; leur fertilité est moyenne à faible ;
- sols ferrugineux tropicaux lessivés (Luvisols, Lixisols)¹ : ce sont des sols en général, à texture assez variables, limono-sableuse en surface et argileuse dans les horizons plus profonds (> 40 cm). Ils présentent une induration car sont recouverts par un épandage de graviers ferrugineux. Ils ont un régime hydrique imparfait, lié à de mauvaises propriétés physiques : porosité, perméabilité. Ils ont tous une faible capacité d'échange et sont régulièrement associés à des sols gravillonnaires (ORSTOM, 1969; Boulet, 1976 cités par Fontès et Guinko, 1995). Ces sols ont une fertilité faible à moyenne et sont exploités avec amendement pour la production du maïs et du sorgho.
- sols bruns eutrophes (Cambisols)¹ caractérisés par une fraction argileuse importante. La présence d'argile gonflante leur confère une forte capacité d'échange et un taux de saturation élevé. Ils sont généralement bien drainés. Leur structure de surface est variable, de grumeleuse à prismatique. C'est cette propriété qui règle leur fertilité (ORSTOM, op. cité). Du fait de leur bonne teneur en argile, de leur importance minérale assurant une bonne rétention pour l'eau nécessaire à la végétation et à la fructification du cotonnier en début de saison sèche, ces sols viennent en tête des sols du pays du point de vue vocation cotonnière.
- sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble ou amphigley (Gleysols)¹. Ce sont des sols argileux profonds exploités pour la riziculture.
- sols minéraux bruts ou peu évolués souvent associés aux sols ferrugineux lessivés de valeur agricole médiocre;
- sols hydromorphes halomorphes ou sodiques (Fluvisols)¹ installés sur alluvions fluviales ou sur matériaux d'altération fins. De faible drainage, ils s'engorgent régulièrement en saison

¹ Classification des sols de la F.A.O.

des pluies ; alignés avec le réseau hydrographique majeur (vallée du Mouhoun, du Nazinon et du Nakambé), ces sols sont susceptibles de donner une valeur agricole dans le cadre des aménagements hydro-agricoles.

Tous ces sols sont en général pauvres en matière organique et en éléments nutritifs (Dakouo, 1991, 1994). Environ 10% des sols ont des pH inférieurs à 5 ; 60% l'ont entre 5 et 6 et pour 30%, il se situe au-delà de 6; l'on est en présence de sols relativement acides où l'aluminium se manifeste souvent dès que le pH est en dessous de 5 (Berger et al., 1985, cités par Dakouo, 1994).

En conclusion, malgré la fragilité des sols tropicaux, il convient de souligner que la région agricole ouest est très favorisée par rapport au reste du pays. Les sols qu'on y rencontre peuvent permettre une bonne production agricole à condition toutefois que la pluviométrie soit suffisante et bien répartie.

1.4. La végétation

Du point de vue phytogéographique, on distingue deux secteurs dans la zone cotonnière ouest (Fontès et Guinko, 1995):

- le secteur soudanien-nord qui s'individualise entre les 13^e et 12^e parallèles, voire 11°30'. C'est un secteur très peuplé et la savane présente régulièrement un paysage agreste, de type parc, dominé par de gros arbres appartenant aux espèces protégées agro-forestières qui sont : *Acacia albida*, *Adansonia digitata*, *Butyrospermum parkii*, *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*. On note la présence des îlots de forêts claires, vestiges de climax forestiers anciens que les défrichements ont épargnés car considérés comme « bois sacrés »;
- le secteur soudanien-sud porte les formations forestières les plus denses. On y retrouve un fond floristique soudanien commun auquel sont associées les espèces ripicoles guinéennes telles que *Cola laurifolia*, *Manilkara*. Dans la région de Bobo-Dioulasso, dans les milieux fortement anthropisés, s'intègre dans les parcs à *Parkia biglobosa* et *Butyrospermum parkii*, *Borassus aethiopum* (rônier).

1.4. Le climat

1.4.1. Les précipitations

La région ouest est dominée par un climat tropical caractérisé par l'alternance entre une saison sèche d'octobre à avril et une saison pluvieuse de mai à septembre. La pluviométrie moyenne annuelle de la période 1961-1990 varie de 850mm au nord à 1150mm au sud de la région (Somé et Sivakumar, op. cité). La saison des pluies s'installe entre le 24 avril au sud et le 24 mai au nord de la zone un an sur deux. De même, un an sur deux, la fin de la saison des pluies intervient entre le 15 novembre au sud et le 10 octobre au nord (Diop et al., 1999). Les pluies des mois de mai et juin (généralement faibles) sont très attendues pour permettre l'exécution des travaux de préparation du sol, notamment les labours et les semis. Lorsqu'elles tardent à venir, seuls les tracteurs de grande puissance peuvent labourer à sec à profondeurs suffisantes ; mais là aussi se pose le problème de destruction du sol (Mourifie, 1993).

En début et en fin de saison humide, les pluies qui tombent en fin de journée ont un caractère orageux avec des grains violents précédés de rafales de vent. Ces pluies, surtout celles de début de saison, par l'intensité et le ruissellement qui en résulte, sont de puissants facteurs d'érosion sur des sols fragiles restés nus toute la saison sèche et quelques fois sous l'effet des feux de brousse. En milieu de saison (août), les pluies sont moins brutales et elles peuvent durer des journées entières (Belem, 1985).

La saison des pluies dans la zone cotonnière est suffisamment longue pour permettre une bonne production agricole. Cependant, la pluviométrie est très souvent irrégulière et la variabilité qui joue sur la production des cultures est souvent inter annuelle et saisonnière.

1.4.1. Les autres facteurs climatiques

La température moyenne est de 27°C avec une amplitude annuelle moyenne de 5°C. Les analyses faites sur des données climatiques de la période 1960-1990 pour 4 stations synoptiques (Boromo, Bobo-Dioulasso, Dédougou et Gaoua) montrent que la partie nord est relativement plus chaude que la partie sud. Ainsi, pour les températures moyennes mensuelles, elles varient pour la partie nord de 25°C en janvier à 32,5°C et pour la partie sud de 26°C en janvier à 30,5°C en avril. Les températures maximales sont relativement élevées

en octobre ($>33^{\circ}\text{C}$); elles peuvent être néfastes pour les fleurs tardives du coton en cette période (Diop et al. op. cité).

Les vents dépendent de la position de la Zone Intertropicale de Convergence (ZIC). En saison des pluies domine la mousson provenant des secteurs Sud-Ouest et Sud. En revanche, durant la saison sèche, la mousson est relayée par l'harmattan qui vient du Nord-Est. L'humidité relative moyenne de l'air varie entre 18 à 20% en saison sèche et arrive à 80% durant la saison pluvieuse. La demande évaporative traduite par l'évapotranspiration potentielle (ETP) est élevée. Elle varie en moyenne de 4,5 mm / jour en décembre - janvier à 10-12 mm / jour en mars - avril.

2. Le milieu humain

2.1. Dynamique de la population

Le paysage humain de l'ouest du Burkina Faso se caractérise par une grande diversité ethnique. Schwartz (1991) y a dénombré trente huit ethnies dont les plus représentatives sont les Bobo (ethnie dominante), les Sénoufo, les Bwaba, les Marka, les Dafing et les Samo. Ces ethnies constituent la population autochtone. Les chiffres du dernier recensement général de la population révèle que la région ouest est peuplé de 2.698.297 habitants, soit 26,11% de la population totale du pays (INSD, 1997). Cette population est caractérisée par une forte proportion de migrants constitués essentiellement de Mossi et de Peuhls. En effet, la zone ouest, par rapport à certaines zones du territoire, est une zone à faible densité (30 hab./km²). Le coefficient d'intensité culturelle ou taux d'utilisation de la superficie agricole utile (SAU) est estimé à 17% contre 51% au niveau national. Elle jouit en plus des conditions agro-climatiques, comparativement au centre et au nord du pays, plus favorables à l'agriculture. L'augmentation de la pression foncière résultant de ces migrations internes, a pour conséquence une dégradation du milieu, mais également est source de conflits entre migrants et autochtones.

Les statistiques officiels prévoient une augmentation de 16,10% pour cette population en quatre années, soit un surplus de 434.554 habitants de 1997 à l'an 2.000 (INSD, 1997). Cet accroissement accentue inévitablement la pression sur les ressources naturelles puisque cette population est en majorité rurale.

2.1. L'agriculture et l'élevage

L'agriculture de l'ouest du Burkina Faso est en pleine mutation (Faure, 1991). L'augmentation naturelle de la population, accentuée par un fort courant migratoire en provenance du centre du pays, ainsi que l'ouverture croissante du monde rural sur une économie de marché, transforment les systèmes de production et modifient la gestion par les communautés paysannes de leur espace.

L'élevage, grâce à la culture attelée bovine a évolué. Actuellement toutes les ethnies possèdent du bétail et la distinction entre éleveurs et agriculteurs a tendance à disparaître. Les agriculteurs sont devenus propriétaires de bétail, même si la conduite est souvent assurée par un berger peuhl. C'est un élevage qui reste avant tout une forme de thésaurisation (Mourifie, op. cité). Malgré la présence de bétail chez de nombreux agriculteurs, on note qu'il n'y a pas une complémentarité parfaite entre l'agriculture et l'élevage. Le mode de conduite du bétail lié aux habitudes, à la pauvreté du pâturage pendant la saison sèche font que les animaux apportent très peu au maintien de la fertilité des sols.

2.1.1. Les systèmes de culture

Le coton est la culture principale de rente du Burkina Faso. La particularité de la zone cotonnière ouest est qu'elle est très intégrée dans une économie de marché. D'où le coton et le maïs tiennent la place des principales cultures dans le système de production. Les prix aux producteurs et le marché garanti chaque année expliquent l'engouement des producteurs pour le coton. Le maïs est une culture qui, selon les années, trouve relativement facilement des débouchés sur le marché national. De plus, le maïs est une culture qui répond très bien à l'intensification (fertilisation minérale) et qui est nettement plus productive que les autres céréales (Claude-André et Gendron, 1982).

Dans la zone cotonnière ouest, on assiste alors à l'émergence d'un système de culture spécialisé coton - maïs, où chacune des cultures occupe la moitié des superficies cultivées. Cependant, à l'intérieur d'un même village, l'assolement peut être très différent selon le degré d'équipement agricole des exploitations (Lendres, 1992).

2.1.1. Les grands systèmes de production végétale

En fonction des niveaux d'équipement agricole mécanique présent, trois systèmes peuvent être distingués (Dakouo, 1991) :

- *les systèmes de culture manuelle* avec des superficies variant de 3,90 à 7,30 ha et une diversité culturale à base de vivriers (Chatelin, 1989, cité par Dakouo, 1991). Selon Lendres, ces exploitations manuelles pratiquent essentiellement une agriculture d'autosubsistance où les cultures principales sont le mil et le sorgho. Le coton est pratiqué dans une mesure non négligeable et le maïs l'est très peu.

- *les systèmes de culture à traction animale* dont la superficie moyenne est variable selon les régions. Elle varie de 6,10 ha pour les régions à forte densité, à 12 ha pour les régions moins peuplées. Les cultures principales sont le maïs, le coton et le sorgho avec souvent des soles réduites consacrées au niébé, à l'arachide, au sésame etc.

Bien que la culture attelée soit répandue, on constate une sous utilisation des équipements au fur et à mesure que l'on progresse vers des opérations culturales chronologiquement plus éloignées dans le temps. Par exemple, malgré que le labour et le semis en ligne du coton soient réalisés presque à 100% chez les paysans équipés, plus des 2/3 des sarclages sont effectués manuellement (Dakouo, 1994).

- *les systèmes de culture en motorisation intermédiaire* qui représentent une infime proportion (moins de 1%) et se caractérisent par leur superficie avec une médiane de 27 ha, un assolement basé essentiellement sur le coton, le maïs et le sorgho. Les préoccupations monétaires sont déterminantes dans la dynamique de ces systèmes. Quoiqu'en nombre réduit, ces exploitations exercent une influence sur la dynamique des deux autres systèmes de culture. Les exploitations motorisées, si elles ont acquis un niveau technique indéniable qui s'est traduit par un accroissement important du revenu, mais aussi des charges, peu d'entre elles ont par contre mis en œuvre des combinaisons de facteurs de production susceptibles de pérenniser leur exploitation. Ce n'est que dans peu de cas que des stratégies d'intensification, compatibles avec un maintien de la fertilité des terres ont été développées.

En conclusion, en culture attelée (traction animale et motorisation), les systèmes de culture évoluent vers une dominance de coton et du maïs dans l'assolement. Actuellement, on constate une évolution de ceux-ci vers une rotation biennale coton / maïs plus rémunératrice (tableau 3).

Dans la mesure où toutes les opérations culturales ne sont pas réalisées à l'aide des outils tractés, la part du travail manuel reste prépondérant dans les exploitations utilisant les

outils mécaniques et la demande globale de travail s'avère d'autant plus importante que le niveau de mécanisation est plus élevé (Tersiguel, 1995).

Tableau 3. Les grands systèmes de production et sous-systèmes de culture dans l'ouest du Burkina Faso.

Sous-zone	Grands systèmes dominants	Sous-systèmes
1°. Comoé-Poni-Noumbiel	<i>Céréaliers:</i> sorgho, mil, maïs <i>Rentes:</i> ignames, arachide, coton (en introduction).	<i>Pluvial:</i> sorgho, maïs, mil, riz, arachide, niébé, riziculture des bas-fonds et irriguée. <i>Arboriculture</i> <i>Agriculture péri-urbaine</i>
2°. Houet-KénéDougou-Bougouriba-Léraba	<i>Céréaliers:</i> sorgho, maïs à base de coton.	<i>Pluvial:</i> sorgho, maïs, coton, mil, niébé, arachide, sésame, riziculture irriguée et des bas-fonds. <i>Arboriculture</i> <i>Agriculture péri-urbaine</i>
3°. Mouhoun-Tuy-Balés-Banwa-Ioba-Kossi	<i>Céréaliers:</i> sorgho, maïs à base du coton.	<i>Pluvial:</i> sorgho, maïs, coton, mil, niébé, arachide, sésame

Source: Ministère de l'agriculture, 1997

Dans la première sous-zone, on a une agriculture peu évoluée où l'igname est pratiquement la seule culture de rente. On note depuis quelques années l'introduction de la culture du coton. Dans la deuxième sous-zone, le coton, le maïs et le sorgho dominent le système de production. Le coton apparaît comme la culture motrice du système. Dans la troisième sous-zone, on assiste à une stabilisation progressive du système de culture car les terres agricoles deviennent de plus en plus rares du fait de l'accroissement de la population. Dans ces conditions, l'augmentation des productions ne peut se faire que par l'intensification du système de culture. Le coton, le sorgho, le maïs et le mil dominent le système de production. Le coton constitue la principale culture de rente.

2.1.2. Le degré d'intensification de l'agriculture

C'est à partir de la période 1970-1972 que la plupart des exploitations de la zone cotonnière ont acquis leurs premières unités attelées constituées pour l'essentiel d'une charrue et d'une paire de bœufs. La motorisation a été introduite en 1979. Toutefois, les exploitations motorisées gardent toujours les pratiques de la culture manuelle (semis, épandage d'engrais et la récolte) et de la culture attelée animale (sarclage, labour de nouvelles défriches) (Barret et Sanogo, 1991).

Selon Tersiguel (op. cité), en 1990, l'aire cotonnière regroupait 120 000 exploitants agricoles dont 57% pratiquaient la culture du coton. Le tiers des exploitations utilisaient la culture attelée bovine, 1,3% la traction asine et 0,4% la traction équine. Le tracteur ne concernait que 280 familles, soit 0,2% de l'ensemble. Schwartz. (1991) estimait que dans l'aire cotonnière la moitié des paysans qui produisent du coton utilisent la traction animale ou le tracteur. Dans les provinces de la Kossi et du Houet, la pratique de la culture attelée dépassait 40% du nombre des exploitations. Sur l'ensemble de la zone cotonnière, 50% des exploitations cotonnières fonctionnaient en culture mécanisée, alors que ce rapport est seulement de 20% pour les exploitations non cotonnières. Selon les enquêtes menées dans les C.R.P.A. des Hauts-Bassins et de la Boucle du Mouhoun (Garnier, 1995) sur 81 paysans enquêtés 70% pratiquaient la culture mécanisée, neuf d'entre eux possédaient à la fois des bœufs et un tracteur à faible puissance de type Bouyer.

Des quatre principales cultures du système de production (coton, maïs, mil et sorgho), le coton et le maïs sont de loin les plus intensives. Non seulement ils reçoivent plus d'intrants, mais aussi la mécanisation s'emploie préférentiellement pour eux.

Selon le niveau d'équipement des exploitations, le travail du sol peut consister en un grattage superficiel manuel, en un labour par un attelage animal ou motorisé, ou tout simplement être absent (cas de semis directs) (Lendres, op. cité). Le tableau 4 donne les proportions du type de travail du sol avant les semis pour les cultures du coton, maïs, mil et sorgho.

Tableau 4. Proportion de la nature du travail du sol des quatre cultures principales.

	Semis directs	Travail du sol manuel	Travail du sol attelé	Travail du sol motorisé	Total
Coton	2,7%	0,2%	33,6%	61,5%	100%
Maïs	0,0%	0,0%	33,7%	66,3%	100%
Mil	51,3%	0,0%	32,8%	15,9%	100%
Sorgho	24,5%	4,2%	20,1%	51,2%	100%

Source: Lendres, 1992 (suivi des parcelles, 12 exploitations / village Faure, 1991)

2.1.3. Les perturbations du calendrier de semis par des pluies capricieuses

En zone cotonnière ouest, la durée de la saison culturale correspond à la saison hivernale. Cette dernière est relativement courte avec une décroissance du nombre de jours allant du sud (175 jours à Kampti) vers le nord (145 jours à Solenzo), soit une moyenne de 5 mois (Somé et Sivakumar, op. cités). La première implication est que le calendrier agricole est très chargé. Les cultures sont concurrentes pour certains travaux. Les caprices pluviométriques compliquent les activités à plusieurs niveaux et les rendements sont instables.

L'installation des cultures doit se faire très rapidement. Dès l'apparition des pluies les séquences des travaux de préparation du sol-semis se succèdent sur les différentes parcelles. La grande contrainte que les producteurs rencontrent est que souvent les pluies sont tardives et / ou irrégulières en début de campagne (avril, mai, juin). La conséquence est que les dates de semis pour une même culture sont échelonnées dans le temps selon le niveau de mécanisation (tableau 5). Selon Tersiguel (1995), dans le pays bwaba, les exploitants disposant d'un tracteur ont une période de semis du coton allant du 22 mai au 31 juillet (10 semaines), alors qu'elle est réduite à cinq semaines, du 5 juin au 9 juillet, chez les paysans utilisant la traction bovine et qu'elle n'est que de deux semaines, du 12 au 26 juin, chez les paysans non équipés.

Tableau 5. Dates moyennes de semis par culture dans trois villages de la zone cotonnière ouest (en 1991).

Village	Balla			Daboura			Kourouma		
Niveau de mécanisation	Ma	Ta	Mo	Ma	Ta	Mo	Ma	Ta	Mo
Culture									
Coton	13/06	11/06	29/05	02/06	31/05	31/05	29/09	4/06	03/06
Maïs	19/06	14/06	09/06	16/06	17/06	13/06	04/06	17/06	10/06
Mil	15/05	26/06	05/06	14/05	25/05	25/05	-	-	-
Sorgho	15/06	19/06	28/06	16/05	01/06	17/06	16/05	20/06	04/07

Ma = Manuel Mo = Motorisé Ta = Traction animale

Source: Lendres, 1992.

Les dates de semis recommandées par la recherche agricole vont pourtant du 20 mai au 20 juin pour le coton (IN.E.R.A., 1994) et du début juin au 15 juillet pour le maïs (Sanou, 1989). L'espérance de rendement du coton à l'hectare est très liée aux dates de semis (Lendres, op. cité; IN.E.R.A., 1994):

- 20 mai au 30 mai : 2,5 à 3 tonnes
- 1^{er} juin au 15 juin : 2,0 à 2,5 tonnes
- 16 juin au 30 juin : 1.5 à 2.0 tonnes
- 1^{er} juillet au 10 juillet : 1.0 à 1.5 tonnes

L'impact du non respect des dates de semis est donc important sur les rendements et la production. Ceux qui sèment avec les premières pluies du mois d'avril se voient souvent obligés de récolter leur coton-graine avant la fin de l'hivernage, ce qui entraîne une chute importante de coton graine et des difficultés de récolter du coton mouillé, la qualité aussi se perd (IN.E.R.A., 1998 ; C.R.P.A., 1995). Pour les cultures issues des semis tardifs par rapport aux dates recommandées, la phase de floraison (phase critique) est courte que ce soit le coton ou le maïs et la production des capsules est considérablement faible suite à la non satisfaction des besoins en eau de la culture (Somé, op. cité; Dakouo et al., 1993).

2.2. Conclusion partielle

La région ouest, dans la zone climatique soudano-guinéenne, est la région qui a le meilleur potentiel de production dans le pays. La pluviométrie annuelle bien que précaire, est suffisante pour l'agriculture et la dégradation de l'environnement bien qu'inquiétante en certaines parties de la zone, reste encore limitée. Les terres agricoles sont relativement disponibles (39% des terres agricoles du pays). C'est dans la zone ouest que l'on trouve les meilleurs sols du pays. C'est la zone d'élection des cultures industrielles d'exportation (coton, canne à sucre). Le niveau de connaissance des producteurs grâce à la culture du coton et l'encadrement technique qui s'en est suivi ont provoqué un épanouissement des systèmes de culture qui s'est manifesté par une culture extensive céréalière, souvent en association avec les légumineuses. Bien que peu mécanisés, ceux-ci bénéficient de l'arrière effet de la fertilisation du coton. Une autre potentialité qui n'est pas moindre est l'existence des référentiels techniques dans le domaine du secteur agricole grâce aux efforts de la recherche scientifique. Cependant, bien que reconnue comme région à potentialités agricoles énormes, le secteur agricole de l'ouest du Burkina est limité dans son développement par les contraintes qui relèvent soit de l'environnement physique et climatique, soit de l'environnement humain et économique (sols généralement pauvres en éléments assimilables, courant migratoire assez important, faible performance des services d'appui aux producteurs, la faible productivité des systèmes de production et un dysfonctionnement des Groupements Villageois). Mais, l'insuffisance et la variabilité spatio-temporelle des pluies demeure la contrainte primordiale à la production agricole, basée essentiellement sur les cultures pluviales.

2^{ème} partie

MATERIEL, METHODES ET RESULTATS

Chapitre III. STRATEGIES PAYSANNES FACE AUX CONTRAINTES PLUVIOMETRIQUES.

Introduction

Dans la zone cotonnière ouest, comme partout ailleurs au Burkina Faso, l'activité agricole présente de nombreux risques : climatique, physique, humain, économique etc. Parmi eux, il y en a que l'on peut atténuer ou supprimer, d'autres que l'on peut éviter, d'autres enfin qui nous sont impondérables. Dans les pages suivantes nous présentons, après une présentation des matériel et méthodes, les résultats des enquêtes menées dans quatre villages de la zone cotonnière ouest : Boni, Bagassi, Balla et Sidéradougou. L'objectif était de rechercher les stratégies développées par les producteurs pour faire face à la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies.

1. Matériel et méthodes

1.1. Collecte des données

En vue de faire un diagnostic des contraintes climatiques et d'appréhender les approches de solutions que les paysans essayent d'apporter aux difficultés y afférentes, une enquête a été menée dans les villages de Balla, Bagassi, Boni et Sidéradougou.

Ladite enquête était essentiellement un sondage à deux degrés avec stratification selon la classification du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales. Les villages administratifs ont été les unités du premier degré; au second degré, on s'est intéressé aux ménages agricoles.

Pour tous les ménages, un questionnaire unique a été élaboré sur les principaux axes suivants : identification de l'exploitation, le suivi du calendrier agricole, les difficultés rencontrées dans l'exécution des travaux en fonction des outils de travail disponibles et leur performance, les spéculations pratiquées et les problèmes liés à l'irrégularité des pluies (annexe I). Le but était de savoir comment le problème de variabilité pluviométrique est vécu et géré par les producteurs surtout dans les travaux d'installation des cultures.

Le choix des sites a été dicté par le souci de lever certaines contraintes : la non connaissance des langues locales, le déplacement et le temps qui nous était particulièrement court, vu le reste du travail qui nous attendait. C'est pourquoi les sites retenus sont parmi ceux

utilisés par l'INERA (programme coton) pour ses enquêtes agro-économiques. D'ailleurs, sauf dans le village de Boni où la totalité de l'enquête a été menée par nous même, dans les autres villages, les fiches d'enquêtes ont été complétées par les agents du programme coton. Nous regrettons cette procédure car ses impacts ne nous ont pas permis d'atteindre tous les résultats attendus, certaines questions ayant été omises ou mal comprises pendant l'enquête.

1.2. Dépouillement des données

Le dépouillement des fiches d'enquête a été manuel. La première étape dans le dépouillement a consisté à grouper les différentes exploitations agricoles enquêtées selon leur niveau de mécanisation. Ainsi, les ménages agricoles ont été classés en trois types: les exploitations manuelles, les exploitations à traction animale et les exploitations motorisées.

Le niveau de mécanisation n'ayant pas suffi à nous montrer la capacité de chaque ménage, nous avons eu recours à une formule adoptée par la Direction des statistiques agro-pastorales du Ministère de l'Agriculture dans la stratification des ménages agricoles mécanisés (1993). Il s'agit d'une fonction discriminante D, conçue pour les zones les plus arrosées du pays (Houet, Mouhoun, kénéDougou, Bougouriba, kossi, Comoé etc.):

$$D = 59 * \text{Nombre de charrues} + 30 * \text{Nombre d'actifs} - 172$$

Sur cette base, un ménage agricole est qualifié de ménage à grand potentiel de production (strate 1) si $D \geq 0$; il est à faible potentiel de production (strate 2) si $D < 0$.

L'élaboration du calendrier agricole a tenu compte des quatre villages sur la base que la différence entre villages était minimisable. En effet, le mois apparaît comme la date plus indicative pour les paysans. La différence de calendrier sur ce critère entre les niveaux de mécanisation n'apparaît pas.

Pour exploiter le reste d'information, nous avons considéré les pourcentages les plus élevés ou la plus haute fréquence des réponses. Le tableau des différentes stratégies adoptées par les producteurs pour faire face aux caprices pluviométriques est ressorti des réponses libres des producteurs chacun selon ce qu'il fait. C'est pour cette raison qu'on s'est gardé de mettre zéro là où l'une ou l'autre des stratégies n'a pas été citée dans un village car pour nous, l'omission ne signifie pas la non adoption de la stratégie.

2. Résultats et discussions

2.1. Niveaux de mécanisation par village

Les exploitations agricoles enquêtées peuvent être classées en trois catégories selon leurs niveaux de mécanisation (tableau 6).

La prédominance des exploitations mécanisées (78,5%) dans l'échantillon se justifie par l'objectif de l'étude. Il s'agit principalement des attelages animaux (90% des exploitations mécanisées) ; l'enquête a touché la totalité de l'effectif des exploitations motorisées présentes dans les différents villages cibles. Le faible effectif traduit leur rareté, certains ayant même renoncé à l'utilisation du tracteur par incapacité d'assurer son entretien jugé très coûteux.

Tableau 6. Niveau de mécanisation dans l'échantillon par village.

	Manuels	Attelage animal	Motorisation	
			Proportion	Marque et puissance
Bagassi	17,6%	70,6%	11,8%	Hindoustan : 60CV
Balla	9,1%	81,8%	9,1%	Dankélé :
Boni	20,0%	66,6%	13,3%	Fiat : 75 CV Hindoustan : 61CV
Sidéradougou	36,0%	64,0%	0,0%	–
Moyenne	21,5%	70,9%	7,6%	

Vingt six pour cent (26%) des exploitants manuels disposent soit d'un outil tracté, soit d'un animal de trait. L'un d'eux est un ancien propriétaire de tracteur qui a remis l'engin parce qu'il ne pouvait pas rembourser le crédit. Ainsi, la quasi-totalité des exploitants manuels recourent à la location ou l'emprunt des outils mécanisés pour les opérations de préparation du sol et de sarclage.

A Sidéradougou, il n'y a pas d'exploitants propriétaires de tracteurs et parmi ceux qui possèdent des outils mécaniques, ceux disposant d'un équipement complet sont peu nombreux.

Tableau 7 . Potentiel de production par niveau de mécanisation et par village.

	Strate 1						Strate 2					
	Ma		Ta		Mo		Ma		Ta		Mo	
	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S
Bagassi	33,3	4,5	100	8,5	100	32,5	66,7	4,0	0	-	0	-
Balla	0	-	83,3	13,4	100	20,0	100	3,5	16,7	8,0	0	-
Boni	33,3	2,3	100	8,6	100	15,0	66,7	1,5	0	-	0	-
Sidéradougou	33,3	2,75	93,8	4,05	0	-	66,7	1,5	0	-	0	-
Moyenne	6,7%		65,9%		7,5%		16,4%		3,8%		0	
Total	79,8%						20,2%					

Ma : manuel**Ta** : traction animale**Mo** : motorisation**S** : superficie moyenne (ha)

Il apparaît par cette stratification (tableau 7) que 3,8% des exploitations mécanisées n'ont pas un grand potentiel de production (strate 2). Cette situation s'explique par le fait que ces exploitants possèdent un équipement de travail, mais se heurtent au problème de main-d'œuvre (un petit nombre d'actifs dans le ménage). Paradoxalement, certaines exploitations manuelles (6,7%) se classent parmi les ménages à haut potentiel de production du fait d'un nombre élevé d'actifs dans leurs exploitations. Toutes les exploitations motorisées par contre, sans tenir compte même du nombre de charrues dont elles disposent, ont un haut potentiel de production (strate 1).

2.2. Stratégies et réactions aux caprices pluviométriques

2.2.1. Le suivi du calendrier agricole

Une des stratégies pour mettre à profit la saison hivernale, est le suivi rigoureux d'un calendrier cultural qui couvre une bonne partie de l'année (figure 1).

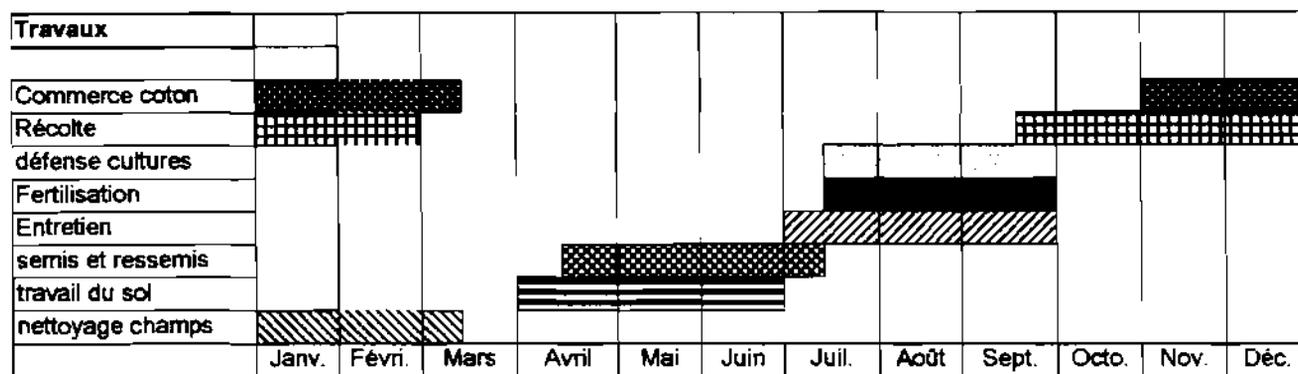


Figure 1. Calendrier des principales activités agricoles en situation pluviométrique normale.

2.2.1.1. Les travaux de nettoyage des champs

Dans la plupart des exploitations, le nettoyage d'anciens champs et le défrichage de nouveaux champs, s'effectuent bien avant la saison des pluies, à partir de la fin des récoltes. C'est-à-dire qu'une partie de ces travaux s'effectue dans une période à cheval entre deux années civiles. Le but est d'entamer directement la préparation du sol dès que le niveau d'humidité du sol le permet. Les brûlis et le déssouchage de gros arbres s'effectuent dans le mois de mars et avril.

2.2.1.2. Perception des caprices pluviométriques par les producteurs

Deux types de repères annoncent le début de la campagne agricole (Tableau 8) :

Il y a des signes observables qui annoncent aux paysans que la saison hivernale va bientôt démarrer. On peut citer entre autres, le retour de certains oiseaux migrateurs comme les calaos, certaines phases phénologiques des plantes [la maturation des raisins, le séchage des fruits de néré, la régénération du karité et la floraison de certains arbres comme le fromager, le flamboyant, le baobab, la repousse de l'herbe de rivière (kulbengdo)], l'apparition des nuages gris et la position de certaines étoiles dans le ciel.

2°. Pour les exploitants scolarisés, les dates servent aussi de référence de précocité ou de retard des pluies, donc de la campagne agricole. Un début de pluie est qualifié de précoce s'il se produit avant ou entre avril et mai ; il est normal s'il s'installe dans la première quinzaine de mai et tardif au-delà de juin.

Tableau 8. Signes référentiels paysans du début de la campagne agricole.

Signes observables	Activités entamées
<ul style="list-style-type: none"> -Retour des calaos -Nuages gris dans le ciel -Position de certaines étoiles -Régénération des feuilles du karité -Maturation des raisins -Floraison du fromager, du baobab et du flamboyant -Séchage des fruits du néré -Première pluie -Repousse de certaines herbes de rivière (kulbengdo) -Apparition des plantes éphémères 	<ul style="list-style-type: none"> -Délimitation des parcelles par spéculation -Semis précoces du mil et du sorgho -Révision des outils et recherche des moyens financiers nécessaires à la campagne agricole -Repérage des parties du champ à fertiliser -Fin des travaux de nettoyage des champs -Transport du fumier dans les champs

Aucun des producteurs enquêtés ne se hasarde à démarrer les travaux d'une campagne sans faire référence à un ou plusieurs de ces signes indicateurs (tableau 9). Dès qu'ils apparaissent, les paysans se préparent à la période d'intenses activités de préparation du sol en révisant l'état des outils, les moyens financiers et la main-d'œuvre disponibles. C'est le moment de déposer le fumier dans les parcelles et de terminer rapidement les travaux de nettoyage des champs, pour ceux qui n'ont pas pu le réaliser dès la fin des récoltes. La première pluie accompagnant les signes indicateurs cités ci-dessus reste, cependant, le grand

2.2.1.4. Le calendrier des semis

Dans le cas d'une campagne agricole sans contrainte pluviométrique en début de saison, l'ordre des semis des différentes spéculations est dicté par le souci de respecter le calendrier de chaque culture, mais aussi par des spéculations d'ordre financier et le souci de s'assurer une sécurité alimentaire. Les principales cultures installées en première position sont :

- cultures de rente (coton, maïs, arachide, riz, sésame)
- cultures vivrières (mil, sorgho, haricot)

Les semis sont évidemment rythmés par la pluviométrie. Les paysans ne connaissent pas la date de début des semis car celle-ci dépend de l'arrivée des premières pluies. Par contre les dates d'arrêt des semis sont empiriquement connues (surtout pour le coton) pour avoir constaté qu'au-delà de juin les semis réalisés sont moins productifs.

Tableau 9. Ordre de semis des principales cultures par village.

Culture Village	Arachide	Coton	Riz	Maïs	Haricot	TOT.	Mil-sorgho
Bagassi	05,9%	47,1%	0,0 %	41,2%	05,9%	100%	88,2%
Balla	50,0%	09,1%	13,7%	27,3%	0,0 %	100%	36,6%
Boni	0,0 %	46,7%	0,0 %	53,0%	0,0 %	100%	13,3%
Sidéradougou	0,0 %	32,0%	04,0%	48,0%	16,0%	100%	0,0 %
% moyen	15,2%	31,6%	6,3 %	41,8%	5,0%	100%	31,6%

Pour près de 32% de producteurs (tableau 9), le mil et le sorgho sont les cultures souvent semées les premières sur les anciennes buttes, sans préparation préalable du sol, pour des raisons évoquées plus haut. Les bas-fonds reçoivent les premiers semis de maïs précoce et / ou de coton selon les stratégies du producteur. Ceux qui sèment le maïs (41,8%) avancent les raisons de pouvoir assurer la soudure des mois d'août et septembre tandis que ceux qui sèment le coton (31,6%) ont des visées financières ; les semis précoces étant plus rentables selon leur expérience. Les autres cultures qui bénéficient, en cas d'un bon démarrage des pluies, d'une installation précoce sont l'arachide (15,2% dont 13,6% à Balla), le haricot (5% dont 3,8% à Balla) et le riz (6,3% dont 5% à Sidéradougou). Les raisons diffèrent : l'arachide

2.2.1.4. Le calendrier des semis

Dans le cas d'une campagne agricole sans contrainte pluviométrique en début de saison, l'ordre des semis des différentes spéculations est dicté par le souci de respecter le calendrier de chaque culture, mais aussi par des spéculations d'ordre financier et le souci de s'assurer une sécurité alimentaire. Les principales cultures installées en première position sont :

- cultures de rente (coton, maïs, arachide, riz, sésame)
- cultures vivrières (mil, sorgho, haricot)

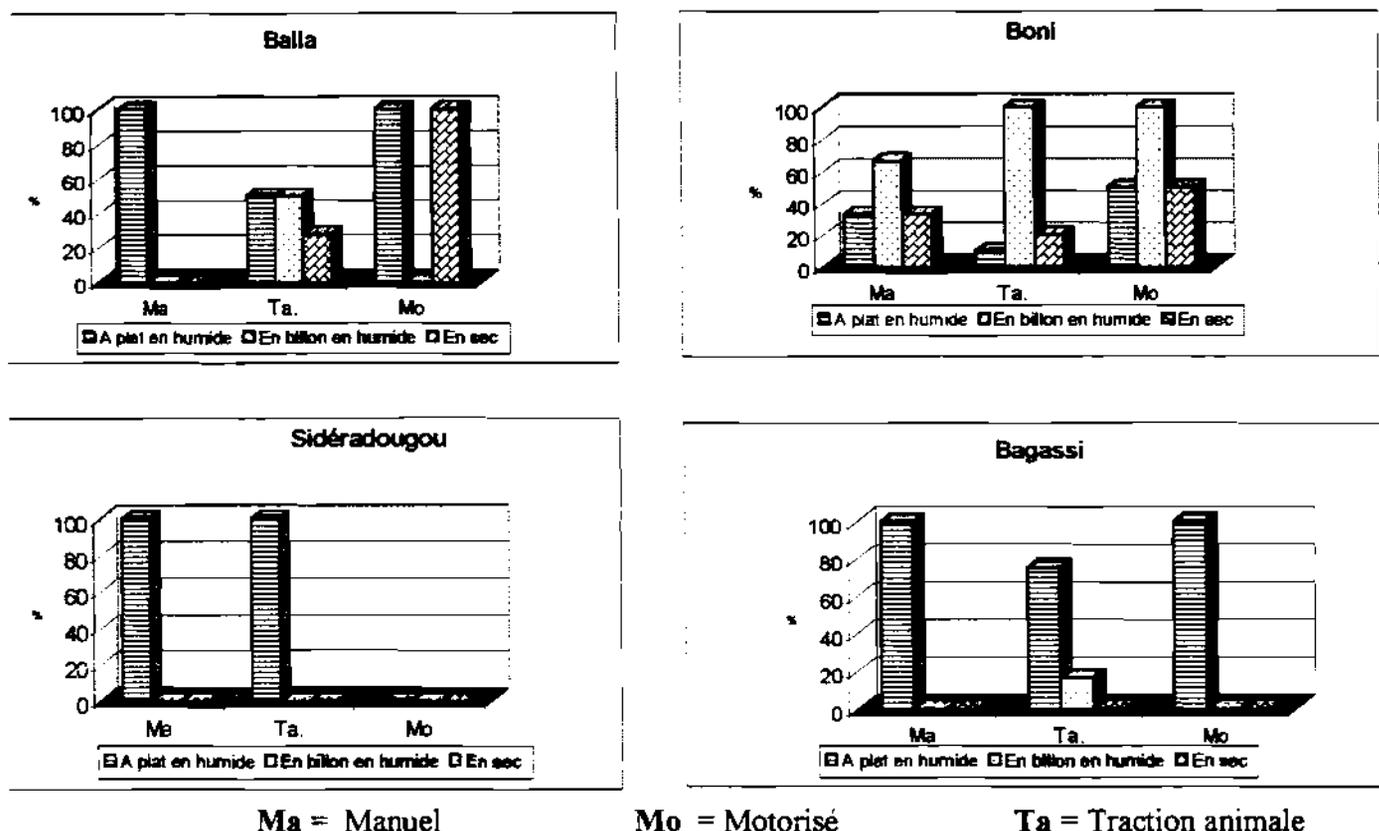
Les semis sont évidemment rythmés par la pluviométrie. Les paysans ne connaissent pas la date de début des semis car celle-ci dépend de l'arrivée des premières pluies. Par contre les dates d'arrêt des semis sont empiriquement connues (surtout pour le coton) pour avoir constaté qu'au-delà de juin les semis réalisés sont moins productifs.

Tableau 9. Ordre de semis des principales cultures par village.

Culture Village	Arachide	Coton	Riz	Maïs	Haricot	TOT.	Mil-sorgho
Bagassi	05,9%	47,1%	0,0 %	41,2%	05,9%	100%	88,2%
Balla	50,0%	09,1%	13,7%	27,3%	0,0 %	100%	36,6%
Boni	0,0 %	46,7%	0,0 %	53,0%	0,0 %	100%	13,3%
Sidéradougou	0,0 %	32,0%	04,0%	48,0%	16,0%	100%	0,0 %
% moyen	15,2%	31,6%	6,3 %	41,8%	5,0%	100%	31,6%

Pour près de 32% de producteurs (tableau 9), le mil et le sorgho sont les cultures souvent semées les premières sur les anciennes buttes, sans préparation préalable du sol, pour des raisons évoquées plus haut. Les bas-fonds reçoivent les premiers semis de maïs précoce et / ou de coton selon les stratégies du producteur. Ceux qui sèment le maïs (41,8%) avancent les raisons de pouvoir assurer la soudure des mois d'août et septembre tandis que ceux qui sèment le coton (31,6%) ont des visées financières ; les semis précoces étant plus rentables selon leur expérience. Les autres cultures qui bénéficient, en cas d'un bon démarrage des pluies, d'une installation précoce sont l'arachide (15,2% dont 13,6% à Balla), le haricot (5% dont 3,8% à Balla) et le riz (6,3% dont 5% à Sidéradougou). Les raisons diffèrent : l'arachide

Figure 2. Taux de pratique de chaque type de labour.



2.2.3. Autres stratégies (tableau 10)

2.2.3.1. Face aux installations tardives, les retards des pluies et les déficits hydriques

Dans le cas d'une installation tardive des pluies, les travaux de préparation du sol se font à un rythme interrompu chaque fois que l'humidité du sol en offre les possibilités. Si la poche de sécheresse est significative, l'incertitude et le souci d'avancer dans les travaux poussent certains (2,5%) à utiliser la houe-manga avec socs réversibles. Celui-ci pénètre plus profondément que la charrue. D'autres ont pris une habitude de faire appel aux tractoristes afin d'éviter des semis tardifs.

Les semis ne suivent pas directement la préparation du sol car chaque culture a une période de semis connue par les producteurs. Au moment opportun, le sol préalablement

préparé notamment en fin de cycle, est remué (pulvérisé et billonné pour ceux qui disposent des pulvérisateurs) avant de recevoir les semis. Cette étape permet d'améliorer la capacité de rétention en eau du sol.

Tous les producteurs enquêtés intègrent toujours dans leur calendrier prévisionnel une éventualité de ressemis. Cette nécessité se fait sentir du fait de la fréquence des cas de manque de plants à la levée ou d'une mauvaise levée des semis ou encore de la mort des plants par suite de poches de sécheresse.

Au cas où le retour des pluies est tardif (cas de longues poches de sécheresse) par rapport aux périodes prévisionnelles des semis, la mobilisation d'une main-d'œuvre abondante est nécessaire pour réussir l'installation des différentes cultures dans l'intervalle minimum possible. Cette main-d'œuvre est également indispensable dans le cas où les poches de sécheresse entraînent des semis espacés. En effet, dans ce cas, les derniers semis et les travaux d'entretien des parcelles semées coïncident.

Dans le cas des retards des pluies, la préparation du sol et les semis doivent s'effectuer dans un temps relativement court pour être dans les normes du calendrier. Dans cette situation, les travaux de préparation du sol sont faits de façon sommaire, se réduisant parfois à un simple scarifiage du sol et les semis directs, pour les cultures à calendrier rigide comme le coton, sont réalisés à des proportions non négligeables (10%).

Tableau 11: Stratégies paysannes face aux contraintes pluviométriques

Stratégies	Taux d'adoption	Causes	Conséquences
-Semis précoces malgré les risques de ressemis	100%	-Eviter les retards car les semis précoces sont plus productifs	-Mort des plants suite aux poches de sécheresse, d'où les ressemis multiples
-Semis directs du mil et du sorgho	43%	-Souci de respect du calendrier	-Faible rendement
-Eclatement des billons à l'aide des socs réversibles de la houe manga ou la houe triangle	2,5%	-Faciliter les labours précoces	-Usure rapide des outils et fatigue des animaux
-Priorité aux bas-fonds pour les labours et les semis précoces	2,5%	-Atténuer les risques d'inondation	-Semis à la bonne date
-Location d'un matériel performant dans la préparation du sol	10,5%	-Outils inadaptés au labour en sec et énergie disponible insuffisante	-Augmentation des charges
-Développement du labour en billons	4%	-Réduire le temps de préparation du sol et de semis	-Réduction du ruissellement si la direction des billons est perpendiculaire à la pente; entretien mécanique des cultures difficile
-Grattage du sol à la daba traditionnelle	2,5%	-Manque d'outils mécanisés	-Faible infiltration de l'eau de pluie (ruissellement important) et rendement faible
-Choix des variétés précoces	54%	-Durée courte de la saison des pluies	-Rendement relativement faible
-Forte mobilisation de la main-d'œuvre en période favorable de semis	12,6%	-Semer toutes les cultures dans la bonne période	-Augmentation des charges
-Semis directs du coton et du maïs	10%	-Souci de respect du calendrier	-Faible résistance des plants à la sécheresse
-Irrigation de complément	4%	-Réduire le flétrissement et la fanaison des plants	-Augmentation des charges
-Aménagement des diguettes	7%	-Récupérer le maximum d'eau de pluie pour la plante	-Augmentation des charges
-Réduction des superficies prévues en coton	13%	-Minimiser les pertes car "les semis tardifs sont moins rentables"	-Difficulté de rembourser le crédit-intrant-SOFITEX
-Abandon du coton	11%	-Maximiser les chances de réussir les cultures vivrières	-Impossibilité d'accéder au crédit-intants la campagne suivante
-Entretien des cultures en période de poches de sécheresse	7%	-Profiter des poches de sécheresse pour la destruction des mauvaises herbes	-Usure rapide des outils

Pour que le cycle des cultures soit couvert par la période pluvieuse, les variétés recherchées par les producteurs sont celles à cycle court (KPB, SR21, SR22 pour le maïs, le sorgho blanc au lieu du sorgho rouge, FK220 pour le coton, le mil et le sorgho de 70 jours cultivés sur le plateau mossi).

Si les pluies viennent à des dates très avancées du calendrier (fin juin-juillet), sur 79 exploitants enquêtés, 9 (soit environ 11%) affirment qu'ils laissent le coton, 13 (environ 16%) réduisent les superficies et s'adonnent aux cultures vivrières, notamment les céréales. Les intrants destinés au coton sont consacrés à ces mêmes cultures vivrières pour en maximiser le rendement.

Deux personnes ont témoigné qu'en cas de retards des semis jusqu'en juillet, ils remettent tout ce qui est crédit-coton pour éviter les ennuis et consacrent toutes les superficies aux cultures vivrières.

Pour surmonter le problème de goulots d'étranglement, les exploitations utilisant la traction animale font appel aux tractoristes s'ils en ont les moyens. A Boni, cette prestation se paie 20.000 Fcfa à l'hectare pour l'opération de labour profond en humide et 17.500Fcfa pour la pulvérisation. Les manuels louent les outils attelés. Ces interventions du tracteur et locations des outils à traction animale sont devenues une habitude suite à la volonté de labourer plus profondément afin de préparer un lit des semences correct permettant aux cultures de profiter du maximum de conditions d'humidité offerte par les pluies souvent rares durant la phase d'installation des cultures. La main-d'œuvre salariée, la mobilisation des groupes de jeunes et les entraides mutuelles sont le recours pour avancer rapidement.

Dans le cas où les pluies manifestent une tendance de déficit, pour réaliser un labour profond, la préparation du sol se fait à la houe-manga au lieu de la charrue pour 9% des exploitants utilisant la traction animale enquêtés. Parallèlement pour revaloriser le peu de pluies qui tombent, certains producteurs (7%) aménagent des diguettes d'accumulation des eaux et en cas de pluies déficitaires, 4% ont recours à une irrigation de complément (à Sidéradougou). Pour surmonter les difficultés de sarcler par suite d'une poche de sécheresse, on utilise le triangle au lieu de la houe-manga.

2.2.3.2.Face aux pluies abondantes

L'érosion du sol occasionnée par les eaux de ruissellement sur des parcelles en flancs de pentes est réduite par un aménagement des billons perpendiculaires à la pente (à Boni), par la confection des cordons pierreux dans certaines parcelles (Boni, Bagassi). Pour rétablir la

fertilité du sol érodé, les endroits à fumer (sol rouge) sont localisés pendant la phase de nettoyage des parcelles. Le fumier est composé essentiellement d'ordures ménagères, de la terre de parcs et des résidus des cultures. (La totalité des producteurs enquêtés à Boni et à Bagassi utilise la matière organique dans les champs, mais moins de la moitié aménage des fosses fumières; l'épandage pouvant concerner seulement les champs de case.)

Face à l'accumulation d'eau dans les bas fonds, des canaux d'évacuation de l'eau sont aménagés (pour près de 2,5% des enquêtés) pour éviter l'engorgement du sol qui complique les travaux de sarclage et la croissance des cultures. La difficulté du sarclage mécanisé suite à l'enlisement des animaux se résout par le sarclage manuel au lieu de la houe-manga (31%); ce qui prolonge l'opération. Dans ce cas, ceux qui ne peuvent pas mobiliser une main-d'œuvre suffisante, diminuent le nombre de sarclages ou abandonnent celui des parcelles moins enherbées.

Le risque de pourriture des plants suite à l'engorgement du sol est allégé par le buttage effectué avant les pluies abondantes. Le lessivage des produits phytosanitaires ne peut pas être évité mais ce problème n'est pas très ressenti par les producteurs. En effet, ceux-ci ont constaté qu'en cas des pluies abondantes, les insectes ravageurs régressent. Donc, ils réduisent le nombre de traitements, réduisant ainsi les dépenses supplémentaires que pourrait entraîner le lessivage des produits phytosanitaires en cas de traitements fréquents.

2.3. Conclusion partielle

Les stratégies et réactions des producteurs visent essentiellement à gagner du temps suffisant pour chaque opération culturale, à réduire l'impact des caprices pluviométriques au niveau du sol, des cultures et des récoltes et à garantir un minimum de sécurité alimentaire et financière durant l'année. La réalisation de ces objectifs passe par un suivi rigoureux d'un calendrier et l'adoption des stratégies culturales qui sont étroitement liés à l'« événement pluie ». Pour se prémunir contre la variabilité climatique, notamment la sécheresse, les producteurs répartissent les risques dans l'espace (nombreuses parcelles en situation pédologique ou topographique différentes, profondeurs de semis variables...) et dans le temps (semis et ressemis, imports de variétés à cycles courts etc.).

Ces pratiques ou stratégies malgré qu'elles permettent de garantir une production satisfaisante chaque année, de nombreuses contraintes persistent. Il y a notamment le manque d'outils financièrement accessibles et techniquement praticables qui permettraient le travail du sol en sec et celui d'un encadrement suffisant qui permettrait de mobiliser la population

autour des stratégies développées sur la base des acquis de la recherche. En plus, ces stratégies, pour les rendre plus performantes, nécessitent, entre autres, un complément fondé sur une étude minutieuse du climat, plus exactement la pluviométrie qui demeure le grand déficit pour l'agriculture de la zone.

Chapitre IV. ETUDE DE LA PLUVIOMETRIE DE LA DECENNIE 1989-1998 ET ZONAGE AGROCLIMATIQUES DES CULTURES DE MAÏS ET DU COTON

Introduction

Au Burkina Faso, la pluviosité est capricieuse. Les variabilités sont intersaisonnières et interannuelles (Sivakumar et Gnoumou, 1987 ; Somé et Sivakumar, 1994). Il est en outre important d'évaluer, pour chaque culture de chaque zone agricole, les potentialités agroclimatiques disponibles. De telles études sont d'une importance particulière dans la planification des activités de recherche et de production. Les dernières sur la variabilité pluviométrique au Burkina Faso datent de 1994 et concernaient la période 1960-1990. En zone agricole ouest, l'étude la plus récente date de 1999 mais considère la même période 1960-1990. La présente étude a pour but de montrer si des modifications nouvelles ont eu lieu dans cette dernière décennie.

1. Matériel et méthodes

1.1. Collecte des données

1.1.1. Les données pluviométriques

Les données pluviométriques nécessaires pour le besoin de l'étude sont les relevés journaliers d'une série chronologique de 30 années pour les stations synoptiques ou agroclimatiques de la région concernée. La collecte de ces données a été réalisée auprès des postes pluviométriques de la région, des stations météorologiques de Bobo-Dioulasso et de Dédougou, des bureaux chargés des statistiques des D.R.A. de la région agricole ouest, du département de l'Hydraulique du Ministère de l'Environnement et de l'Eau situé à Bobo et de l'I.R.D.. Celles-ci ont été complétées à la Direction de la Météorologie Nationale. Le manque de relevés pour certaines stations nous a contraint à ne retenir que 14 stations sur les 24 précédemment préconisées. La répartition spatiale de ces stations couvre bien la zone d'étude.

1.1.2. Les relevés de l'évaporation Bac « A »

Les relevés de l'évaporation Bac US classe A ont été obtenus à la Direction de la Météorologie Nationale. Nous avons pu disposer des relevés décennaires pour les stations synoptiques de la zone et ceux de la station agrométéorologique de Niangoloko. Ne disposant pas alors de données pour toutes les stations, nous avons procédé par extrapolation, c'est-à-dire en attribuant aux autres stations les données de la station équipée la plus proche et en tenant compte de la latitude. En effet, la saisie de ces valeurs permet au logiciel de traitement de calculer automatiquement les coefficients culturaux décennaires et il a été prouvé que, indépendamment de la culture, les coefficients culturaux peuvent être reliés à la latitude suivant un modèle d'ajustement linéaire (Freteaud et al., 1984 cité par Somé, 1989).

1.2. Le logiciel de traitement

L'étude consiste en la simulation du bilan hydrique des cultures pluviales (maïs et coton pour notre étude) afin de réaliser un zonage suivant les potentialités agro-climatiques. Elle prend en compte les gains d'eau (les précipitations) et les pertes d'eau (l'évaporation et le drainage), pour déterminer les proportions d'eau effectivement utilisées par les cultures. C'est donc une méthode qui permet d'approcher la réalité (Franquin et Forest, 1987; in Bonkougou, 1992). Le logiciel utilisé pour ce travail est le Bilan hydrique des Plantes (BIP), adapté en programme informatique pour micro-ordinateur par Forest en 1984.

1.2.1. Le fonctionnement du BIP

Le BIP a été conçu spécialement pour la zone intertropicale caractérisée par de grandes variabilités spatio-temporelles des précipitations. Il permet de calculer sur un pas de jours (pentade, décade, mois, année, etc.) le bilan hydrique des cultures. Il existe actuellement plusieurs versions plus ou moins performantes et le bilan hydrique peut être calculé même à l'échelle de la journée. Le modèle SARRA développé par l'U.R. Gestion de l'eau du CIRAD/Montpellier, constitue le prototype d'un tel outil d'analyse du risque agro-climatique. Dans le cas présent, nous avons eu recours à la version 4 du BIP.

La méthode est basée sur un algorithme proposé par Eagleman en 1971 pour calculer l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture dans l'équation générale du bilan hydrique :

$$P \pm R \pm D + \square S - ETR = 0$$

où

P : précipitations

R : ruissellement

D : drainage

□S : variation du stock d'eau

ETR : évapotranspiration réelle

Le BIP assimile le sol à un réservoir d'eau qui se remplit par effet piston (Somé, 1989). Les plantes y puisent l'eau nécessaire à leur développement. Lorsque le réservoir est plein, la plante atteint une consommation maximale et l'évapotranspiration réelle (ETR) est proche de l'évapotranspiration maximale (ETM). Par contre, lorsque celui-ci est vide, les plantes rencontrent des problèmes d'alimentation en eau.

Le stock d'eau est fonction de la réserve utile en eau qui est aussi fonction de la toposéquence et de la nature du sol (texture, structure, profondeur). Il est maximal dans les bas-glacis (bas-fonds) et minimal dans les hauts glacis et dans les plateaux cuirassés. Les variations de la réserve utile en eau sont prises en compte par le logiciel.

Le logiciel comprend quatre fichiers de commande dont chacun possède ses applications :

Le fichier *DONNEES* permet de saisir les données. Il contient les applications suivantes :

- **SaisPL** : saisie de données pluviométriques ;
- **SomPkc** : saisie des coefficients culturaux ;
- **ModifPL** : modification des données pluviométriques saisies ;
- **EditPL** : édition des données pluviométriques.

Le fichier *BILAN* permet d'estimer le bilan hydrique et comprend les trois applications suivantes :

- **BHYZON**
- **BIPZON**
- **BIP186**

Le **BHYZON** nous a permis de réaliser le « zonage de base » qui consiste à évaluer la durée utile de la saison des pluies. Le **BIPZON** nous a servi dans la réalisation du « zonage par plante » en définissant les dates de semis et les longueurs de cycles optimales. Ce qui nous a permis de déterminer les dates les plus favorables. Pour chaque station climatique et pour chaque année, on simule l'ISBE en faisant varier la date de semis. Pour chaque date de

semis, on réalise une analyse fréquentielle du bilan hydrique qui donne l'ISBE atteint ou dépassé 8, 5, et 2 années sur 10. La date de semis optimale est celle pour laquelle l'ISBE qu'on a plus de 80% de chance d'atteindre est maximal (des exemples en annexe 3).

Le fichier *PLUVIO* permet d'effectuer des analyses fréquentielles grâce à son application *Anfpluie*, de calculer les séquences sèches et pluvieuses, de calculer les totaux pluviométriques annuels.

Dans notre étude, il nous a permis d'estimer les pluies pentadaires et annuelles d'occurrence 8 années sur 10 et la pluviométrie moyenne. Ce sont les pluies fréquentes qui caractérisent mieux la situation de la pluviométrie des stations considérées. Nous avons voulu comparer ces pluies pentadaires de la séquence d'étude à la normale. Ainsi, les données estimées ont été saisies sous excel pour tracer des courbes.

Le fichier *JDP* est un programme permettant de dégager les jours disponibles pour le travail du sol en fonction du matériel agricole (manuel, traction animale ou motorisation).

Le BIP exige un certain nombre de variables pour fonctionner. Ce sont d'abord les variables climatiques, ensuite les variables liées à la culture et celles liées au sol, et enfin les dates de semis (variables temporelles).

1.2.2. Les variables d'entrée du BIP

1.2.2.1.La pluviométrie

Des séries de 30 années de données pluviométriques journalières pour les stations du réseau synoptique et/ou agro-climatiques ont été saisies par l'application SaisPL du fichier DONNEES. Des fichiers ont été créés à cet effet pour chaque station pluviométrique prise en compte. Ces données peuvent être modifiées en cas de besoins (cas d'erreur par exemple) ou éditées respectivement par les applications ModifPL et EditPL.

1.2.2.2.L'évaporation Bac US Classe A

Les valeurs décadaires de l'évaporation ont été saisies par l'application Sompkc (Somme des pluies et des coefficients culturaux) du fichier DONNEES. La saisie de ces valeurs permet au logiciel de calculer automatiquement les coefficients culturaux pentadaires. Ensuite, le logiciel présente un tableau où on doit saisir les variables des cultures à simuler.

1.2.2.3. Les variables liées à la plante

Elles sont représentées par la culture et son cycle. La durée du cycle des cultures étudiées varie en fonction de la variété. Ce cycle a été divisé en quatre phases physiologiques principales (Somé, 1989; Reyniers et Netoyo, 1994 ; I.N.E.R.A., 1999) qui sont (tableau 11):

- la première phase va des semis à la fin montaison pour le maïs et de la levée à l'ouverture de la première fleur pour le coton. Elle est dénommée Indice de Développement du végétal (IDV);
- la deuxième phase couvre la période de floraison mâle pour le maïs et de l'ouverture de la première fleur à l'ouverture de la première capsule pour le coton; on la note FL1 ;
- la troisième phase s'étend sur toute la phase de la floraison femelle pour le maïs alors qu'elle va de l'ouverture de la première capsule à l'ouverture d'environ 50% des capsules pour le coton (début de la première récolte). On a noté cette phase FL2 ;
- la quatrième phase va du début maturation à la récolte pour le maïs et de l'ouverture de 50% des capsules à l'ouverture totale du restant des capsules pour le coton (début de la deuxième récolte). On l'a noté MATU.

Cette subdivision offre l'avantage de cerner le problème de satisfaction en eau des cultures aux différents stades physiologiques sur un temps relativement court de cinq jours. Il permet aussi de saisir l'importance de la variabilité des précipitations aux stades critiques (floraison).

Tableau 11. Durée des 4 phases physiologiques de variétés de maïs et du coton

	Cycle	IDV	FL1	FL2	MATU
Maïs	130 jours	60	20	20	30
	110 jours	40	25	20	25
	90 jours	30	20	15	25
Coton	160 jours	70	50	20	20
	135 jours	65	50	10	10

La durée de chaque phase est fonction de la longueur du cycle de la culture. La durée de la phase IDV est d'autant plus longue que le cycle de la culture est long. Le modèle ne

prend pas en compte un indice de l'évolution spatio-temporelle de l'enracinement au cours du cycle de culture.

On saisit également dans le logiciel les coefficients cultureux pentadaires ($k'c$) définis comme étant le rapport entre l'évapotranspiration maximale (ETM) et la demande évaporative pentadaire du lieu de la culture. L'ETM est calculée à partir des coefficients cultureux et de la demande évaporative ETP ou EVA selon la relation :

$$ETM = kc \text{ ETP} \text{ ou } ETM = k'c \text{ EVA}$$

où EVA est l'évaporation d'une nappe d'eau libre du type du bac classe A.

Le modèle du BIP utilise la seconde relation. Cela se justifie d'une part par la disponibilité des données du bac classe A dans toutes les stations synoptiques et agrométéorologiques de la zone francophone de l'Afrique de l'ouest, et d'autre part, par le fait que les données des coefficients cultureux que l'on peut trouver dans ces régions ont été obtenues en prenant le bac classe A comme référence (CIEH/IRAT, 1983 cité par Somé, 1989)

Ces coefficients cultureux pentadaires représentent la consommation idéale des cultures pendant la pentade correspondante. L'objectif était de pouvoir mettre en évidence l'effet des poches de sécheresse qui n'est pas toujours évident quand on analyse les données décadaires, mensuelles ou annuelles.

1.2.2.4. Les variables liées au sol

❖ La réserve en eau utile pour la plante (RU)

En fonction de la toposéquence, il y a une variation du niveau de la réserve utile en eau. Deux valeurs de réserve en eau utilisable pour la plante (RU) ont été retenues: 60 mm / m de sol pour les sommets de collines (hauts glacis) et les plateaux cuirassés et 120 mm de sol pour les flancs des collines et les bas-fonds (moyens et bas glacis).

❖ Le seuil et le coefficient moyen de ruissellement

Le seuil et le coefficient moyen de ruissellement ont été fixés respectivement à 15mm et 35% pour l'ensemble de la zone d'étude.

Ces valeurs moyennes ont été retenues sur la base des études similaires antérieures notamment celles de Somé (1989) et de Bonkoungou (1992).

Le modèle ne permet malheureusement pas de prendre en compte la diminution du taux de ruissellement généralement observée en fonction des stades de développement du couvert végétal (Lidon et al., 1983 cités par Bonkougou, 1992; Nicou et al., 1987; Somé, 1989).

1.2.2.5. Les dates de semis

Des études antérieures sur les dates favorables de semis des différentes cultures pluviales ont été réalisées au Burkina Faso (Lendres, 1992; Dakouo et al., 1994 ; Sanou, 1989; 1998). Ce sont ces périodes de semis favorables que nous avons retenues dans la simulation. Les autres périodes prises en compte tiennent au fait qu'il y a des semis plus précoces et d'autres plus tardifs par rapport aux dates favorables préconisées par la recherche que les paysans réalisent systématiquement selon que l'installation des pluies a été plus précoce ou plus tardive. Ainsi, nous avons considéré dans la simulation toutes les pentades comprises entre la première pentade d'avril au sixième pentade de juillet.

1.2.3. Les variables calculées à la sortie

Le fichier de sortie du modèle BIPZON comporte les données suivantes, calculées à chaque phase physiologique du cycle de culture:

- les indices de satisfaction des besoins en eau des cultures : $ISBE = ETR/ETM$. L'ETR est calculée en fonction de l'offre hydrique et de l'évapotranspiration maximale (ETM) de la culture.

- la hauteur d'eau perdue par drainage au delà du front d'enracinement des cultures (D)

$$D = DR/RU \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} DR : \text{ drainage} \\ RU : \text{ réserve utile en eau} \end{array}$$

Cette eau est considérée comme perdue pour la culture car le modèle ne prend pas en compte d'éventuelles remontées capillaires.

Le modèle calcule en plus pour l'ensemble du cycle la valeur de l'évapotranspiration maximale (ETM) et le déficit d'alimentation hydrique (ETM – ETR)

A la fin de la série d'années sur lesquelles porte la simulation, le modèle calcule la moyenne de chacune de ces variables et donne leurs fréquences d'occurrence à trois niveaux: 8, 5 et 2 ans/10.

On estime que le niveau d'alimentation en eau de la culture est satisfaisant aux périodes critiques, quand on a un ISBE $\geq 0,8$. En dessous de cette valeur, on estime que le déficit hydrique peut affecter les rendements des cultures.

A la sortie, le modèle BHYZON découpe la saison des pluies « utile » en six périodes suivantes :

1. début de la préparation du sol
2. début des semis favorables
3. croissance et développement végétatif
4. pleine végétation et reproduction
5. remplissage des grains et maturation
6. fin de l'hivernage utile.

En outre, le logiciel calcule :

- la durée des pluies utiles
- la durée du cycle optimal de culture
- les périodes déficitaires en pleine végétation et maturation de la culture.

Les résultats sont données à trois niveaux de probabilité : 8, 5 et 2 ans /10.

Notre analyse concerne un pas de cinq jours (pentade) et consiste en une comparaison de la normale de 1969 à 1998 à la décennie de 1989 à 1998. Elle porte aussi sur la fréquence de 8 années / 10 seulement. La série 1969-1998 représente ce qu'on obtient quand on considère les années antérieures à pluviométrie « normale » et la série 1989-1998 permet de déceler les modifications pluviométriques qui se seraient produites dans la décennie. Les résultats ont été cartographiés grâce au logiciel SURFER disponible à la Direction de la Météorologie Nationale.

En conclusion, la méthode du zonage des potentialités agro-climatiques, basée sur l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique simulé, est un outil précieux et de mise en œuvre relativement simple pour :

- le sélectionneur qui dispose ainsi d'une cartographie des idéotypes pour les critères durée de cycle et durée des stades de développement ;
- l'agronome, d'une manière générale, qui dispose des conditions de culture optimales et de la probabilité d'obtenir un certain niveau de production dans ces conditions. Il peut ainsi raisonner les systèmes de culture, et initier une démarche de diagnostic pour comprendre - en vue de corriger - les écarts entre le potentiel ainsi calculé et la réalité observable.

Couplé à une enquête agronomique, la méthode permet de valider des hypothèses sur les contraintes qui ont limité la valorisation de la ressource hydrique.

2. Résultats et discussions

2.1. Etude de la pluviométrie de la décennie 1989-1998

C'est par la quantité, l'intensité et la répartition spatio-temporelle durant la saison hivernale qu'une pluie agit utilement ou non sur la vie d'une culture. La présente caractérisation climatique tiendra compte de deux critères qui marquent le plus la diversité régionale : le volume pluviométrique annuel et la durée de la saison hivernale. Il s'agira d'une étude comparative de la normale 1969-1998 à la décennie 1989-1998, d'abord au niveau des moyennes et la durée de la saison hivernale, puis au niveau de la pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 ans (annexe 2). En effet, sur le plan agronomique, suite à la nature erratique des précipitations, les moyennes perdent toute signification réelle. Nous centrerons nos analyses sur un regroupement des stations réalisé suivant les isohyètes des études antérieures de Diop et al. (1999) sur la période 1960-1990 : les « régions » de Gaoua, Niangoloko, Bobo-Dioulasso et Dédougou.

2.1.1. Dans la région de Gaoua

2.1.1.1. Comparaison des moyennes annuelles

Au niveau du volume pluviométrique, on ne constate pas de régression ou de hausse généralisable. Sur les quatre stations représentant la région, deux sont déficitaires par rapport à la normale (Kampti $-53,6\text{mm}$ et Gaoua -13mm) tandis que les deux autres sont excédentaires (Batié $+11,4\text{mm}$ et Diébougou $+44,9\text{mm}$) (tableau 12). Si on additionne ces écarts, on obtient un déficit de $-10,3\text{mm}$ dans la région.

Tableau 12. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale 1969-1998 dans la région de Gaoua.

	Batié	Diébougou	Gaoua	Kampti
Normale	1073,6 mm	965,8 mm	1020,0 mm	1033,6 mm
Décennie	1085,0 mm	1010,7 mm	1007,0 mm	980,0 mm

Pour ce qui est de la répartition temporelle (annexe 2 : V à VIII), on peut signaler un léger retard des pluies et leur bas niveau en début de saison hivernale. En effet, sur les quatre stations, on observe l'effacement des pluies des mois de janvier et février dans la décennie. Les premières pluies apparaissent en mars et celles-ci sont inférieures à celles de la normale jusqu'au mois d'avril.

Tout au long de la saison pluvieuse, on constate que la mauvaise répartition temporelle des précipitations s'est accentuée dans la décennie : il y a des moments où les pluies pentadaires de la décennie sont supérieures à celles de la normale et des moments où celles-ci sont en baisse. Des fortes pluies sont observées dans les deux cas durant les mois d'août et septembre.

La fin de la saison hivernale est devenue plus précoce, on observe une tendance à la disparition des pluies de décembre. La durée de la saison utile semble n'avoir pas changé.

2.1.1.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années

Les valeurs de la pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 années sont toutes inférieures à celles des moyennes.

Tableau 13. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 années de la décennie 1989-1998 à la normale 1969-1998 dans la région de Gaoua.

	Batié	Diébougou	Gaoua	Kampti
Normale	935,5 mm	864,9 mm	908,6 mm	879,9 mm
Décennie	926,5 mm	919,5 mm	924,9 mm	826,5 mm

La situation du volume pluviométrique 8 sur 10 années est déficitaire à Kampti (-53,6 mm) et à Batié (-9 mm). Elle est cependant excédentaire à Gaoua (+16,3 mm) et à Diébougou (+54,6 mm) (tableau 13). Comme observé sur les moyennes, la récession des pluies est forte à Kampti alors que Diébougou connaît une amélioration des conditions pluviométriques. Sur l'ensemble de la région, on note un excédent de 8,5 mm. Les pluies commencent 8 années/10, en fin avril-début mai et finissent en octobre. Contrairement à la situation décrite sur la comparaison des moyennes, la saison des pluies semble plus longue au cours de la décennie (début précoce mais timide et fin tardive). La mauvaise répartition temporelle des pluies reste pourtant plus forte dans la décennie par rapport à la normale (annexe 2 : V à VIII).

2.1.2. La région de Niangoloko

2.1.2.1. Comparaison des moyennes annuelles

Dans cette région, toutes les stations sont déficitaires avec des valeurs fortes à Banfora (-74,5 mm) et Sidéradougou (-56,1 mm) ; à Niangoloko, l'écart atteint -3,9 mm. Sur l'ensemble de la région, le déficit s'élève à -134,5 mm (tableau 14).

Tableau 14. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale 1969-1998 dans la région de Niangoloko.

	Banfora	Niangoloko	Sidéradougou
Normale	931,9 mm	1068,3 mm	991,6 mm
Décennie	857,4 mm	1064,4 mm	935,5 mm

Le début des pluies de la décennie accuse un léger retard et une diminution par rapport à la normale. La fin de la saison hivernale a connu une petite précocité, mais il ne s'agit pas des pluies utiles. La mauvaise répartition temporelle des pluies est plus marquée dans la décennie par rapport à la normale. La saison des pluies débute en janvier et s'installe de façon utile dès avril. Toute l'année connaît des traces de pluies (annexe 2 : IX à XI).

2.1.2.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années

Le volume pluviométrique décennale 8 ans sur 10 reste déficitaire par rapport à la normale. Toutes les stations connaissent un déficit de plus de 30 mm (tableau 15). Sur l'ensemble de la région, le déficit s'élève à 120,8 mm.

Tableau 15. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 de la décennie 1989-98 à la normale 1969-98 dans la région de Niangoloko.

	Banfora	Niangoloko	Sidéradougou
Normale	805,3 mm	919,3 mm	860,2 mm
Décennie	759,5 mm	888,3 mm	816,2 mm

Au niveau de la répartition temporelle, on constate qu'il y a apparition des pluies précoces, malheureusement interrompues par des poches de sécheresse entre mai - juin d'une longueur variant entre 15 et 20 jours (annexe 2 : IX à XI). Ces pluies ont des retombées néfastes sur les activités agricoles. En effet, si celles-ci permettent un démarrage précoce des travaux de préparation du sol, elles sont à l'origine des ressemis. La véritable saison pluvieuse s'installe dans la dernière pentade de mai. La fin de la saison pluvieuse survient en octobre (plus tôt à Banfora par rapport à d'autres stations).

2.1.3. Dans la région de Bobo-Dioulasso

2.1.3.1. Comparaison des moyennes annuelles

L'analyse des moyennes pluviométriques de la décennie dans la région de Bobo fait apparaître les mêmes observations que dans la région de Gaoua. Sur les trois stations considérées (Tableau 16), deux sont excédentaires par rapport à la normale (Bobo-Dioulasso +7 mm et Orodara +31,3 mm). La station de Houndé par contre accuse un déficit de -52 mm. Donc, sur l'ensemble de la région, le bilan est négatif (-13,7 mm) (tableau 16).

Tableau 16. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale 1969-1998 dans la région de Bobo-Dioulasso.

	Bobo-Dioulasso	Houndé	Orodara
Normale	997,3 mm	895,1 mm	1032,9 mm
Décennie	1004,3 mm	843,1 mm	1064,2 mm

Il y a eu dans cette région aussi une plus grande variabilité dans le temps des quantités de pluies pentadaires par rapport à la situation de la normale. La saison hivernale dans la décennie, même si elle démarre presque à la même date (février - mars) que dans la normale, celle-ci semble s'arrêter une décade plus tôt mais toujours dans le mois de novembre (annexe 2 : XII à XIV). Cette situation confirmerait une tendance à la réduction de la saison hivernale.

2.1.3.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années

La pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Houndé, comme constaté au niveau de la moyenne annuelle, montre qu'il y a un déficit par rapport à la normale (-47 mm), tandis que les deux autres stations accusent un excédent (+3,3 mm à Bobo et +18,8 mm à Orodara) (Tableau 17).

Tableau 17. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 années de la décennie 1989-98 à la normale 1969-98 dans la région de Bobo-Dioulasso.

	Bobo-Dioulasso	Houndé	Orodara
Normale	873,6 mm	742,8 mm	864,4 mm
Décennie	876,9 mm	695,0 mm	883,2 mm

La date de début des pluies est précoce de 10 à 20 jours à Houndé et Bobo-Dioulasso, alors qu'à Orodara cette date n'a pas changé. Les pluies démarrent dans la troisième pentade de mai à Bobo-Dioulasso, dans la troisième et cinquième pentade du même mois respectivement à Houndé et Orodara. Au niveau de la répartition temporelle, la situation est accentuée dans la décennie car on voit apparaître plus de poches de sécheresse en début de

campagne (mai et juin). Tout au long de la saison, la courbe de la pluviométrie pentadaire de Houndé est inférieure à celle de la normale et la poche de sécheresse qui sévit en juin approche 20 jours. La date de fin des pluies est restée stationnaire par rapport à celle de la normale (sixième pentade de septembre à Houndé et troisième pentade d'octobre à Bobo et Orodara) (annexe 2 : XII à XIV).

2.1.4. Dans la région de Dédougou

2.1.4.1. Comparaison des moyennes annuelles

La comparaison des moyennes de la décennie par rapport à la normale montre des situations de déficit à Boromo (-11,2 mm), alors que Dédougou est excédentaire (+56,5 mm) (Tableau 18).

Tableau 18. Comparaison des moyennes de la décennie 1989-1998 à la normale 1969-1998 dans la région de Dédougou.

	Boromo	Dédougou
1969-98	867,2 mm	748,7 mm
1989-98	856,0 mm	805,2 mm

Le début des pluies est tardif (sauf à Boromo) et la fin précoce partout. Le démarrage des pluies se fait partout en mars et la fin en novembre. Il apparaît ici aussi que la mauvaise répartition des pluies dans le temps est plus marquée dans la décennie (annexe 2 : XV à XVII).

2.1.4.2. Comparaison de la pluie d'occurrence 8 sur 10 années

Le volume pluviométrique de 8 ans sur 10 montre une même situation de la décennie par rapport à la normale à savoir un déficit à Boromo (-41,0 mm) et un excédent à Dédougou (+99,7 mm) (Tableau 19).

Tableau 19. Comparaison de la pluviométrie d'occurrence 8/10 années de la décennie 1969-98 à la normale 1969-98 dans la région de Dédougou.

	Boromo	Dédougou
1969-98	729,4 mm	649,6 mm
1989-98	629,7 mm	690,6 mm

Le début des pluies 8 années sur 10 a lieu en mai (deuxième pentade à Boromo, troisième à Dédougou, cinquième et sixième respectivement à Bagassi et Solenzo). On constate la persistance des poches de sécheresse en juin et il apparaît dans la décennie une tendance de régression des pluies en juillet. La mauvaise répartition des pluies est plus marquée dans la décennie par rapport à la Normale. Dans toutes les stations considérées, la date de la fin des pluies est plus tardive d'au moins trois pentades dans la décennie. Une nouvelle observation à signaler dans la région de Dédougou est la tendance de glissement vers la droite de la courbe pluviométrique de la décennie par rapport à celle de la normale (annexe 2 : XII à XIV).

Les cartes 2, 3, 4, et 5 ne sont qu'une spatialisation des résultats déjà présentés en haut. Cependant, elles permettent de mieux constater les modifications signalés.

Au niveau de la pluviométrie moyenne, on peut mieux constater :

- une amélioration des conditions pluviométriques dans la décennie à partir de l'isohyète 850 mm en allant vers le Nord. On voit apparaître en effet l'isohyète 450 mm dans l'extrême nord alors que c'est l'isohyète 400 mm qui apparaît dans la même région pour la normale ;
- par contre, au sud de l'isohyète 850 mm, on remarque une régression généralisée de la pluviométrie décennale. Par exemple Houndé qui est encadré par les isohyètes 900 et 950 mm dans la normale, se retrouve entre les isohyètes 850 et 900 mm dans la décennie ; il y a un affaissement de l'isohyète 900 mm au niveau de Houndé au cours de la décennie et une décente vers le sud de l'isohyète 1050 mm. Banfora et Sidéradougou encadrés dans la normale par les isohyètes 1000 et 1050 mm, se retrouvent à l'isohyète 1000 mm dans la décennie ;
- une grande variabilité spatiale dans la zone d'étude au cours de la décennie est mise en évidence par le rapprochement et la contorsion des isohyètes 1000 et 1050 mm qui descendent vers le sud ouest (Banfora, Orodara, Niangoloko) et l'écartement plus marqué

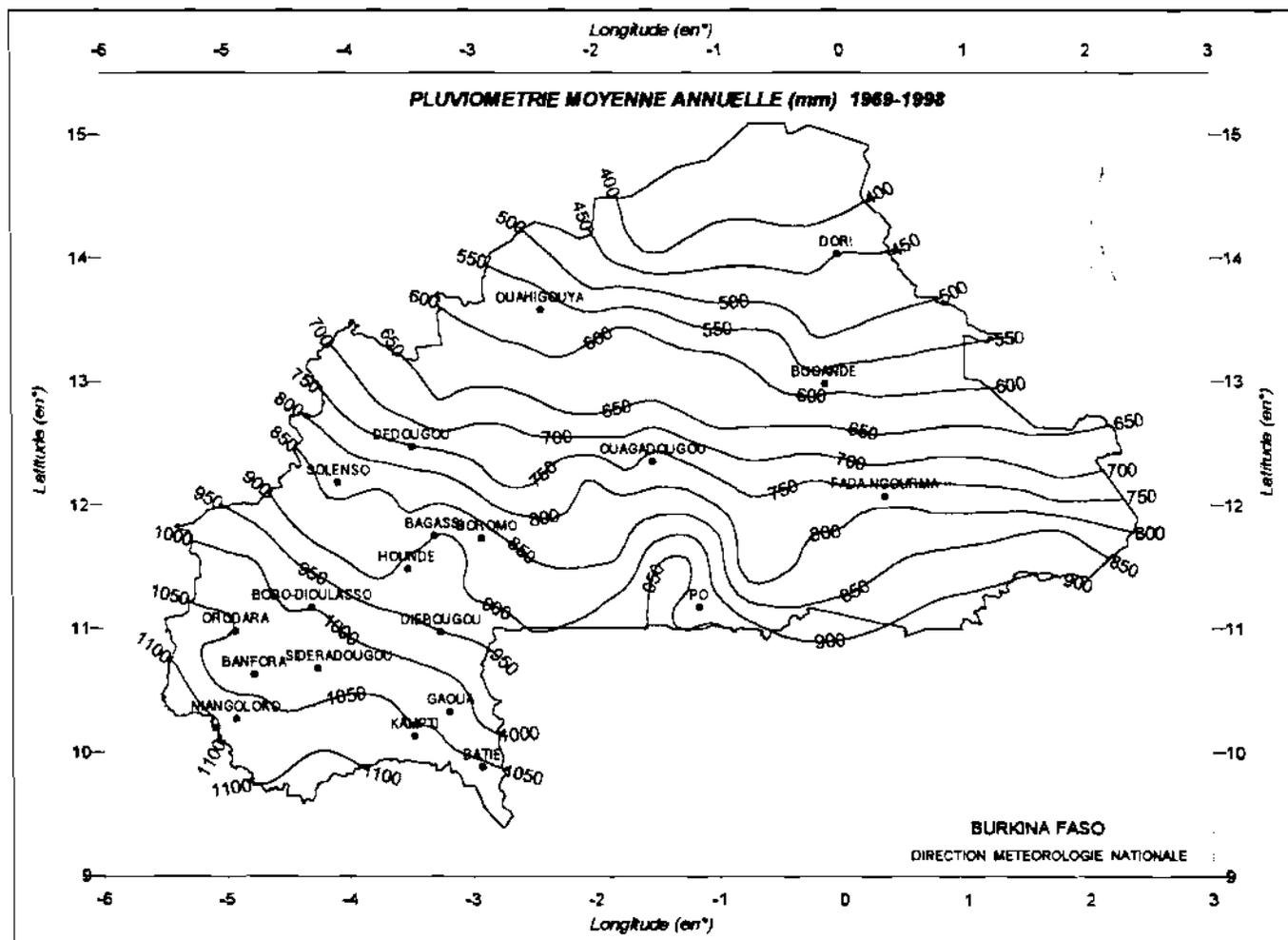
entre les isohyètes 850 et 900 mm autour de Boromo, Bagassi et Houndé. Dans les deux cependant l'isohyète de l'extrême sud reste celle de 1100 mm.

Par rapport à la pluviométrie d'occurrence huit ans sur dix, on peut signaler les observations suivantes:

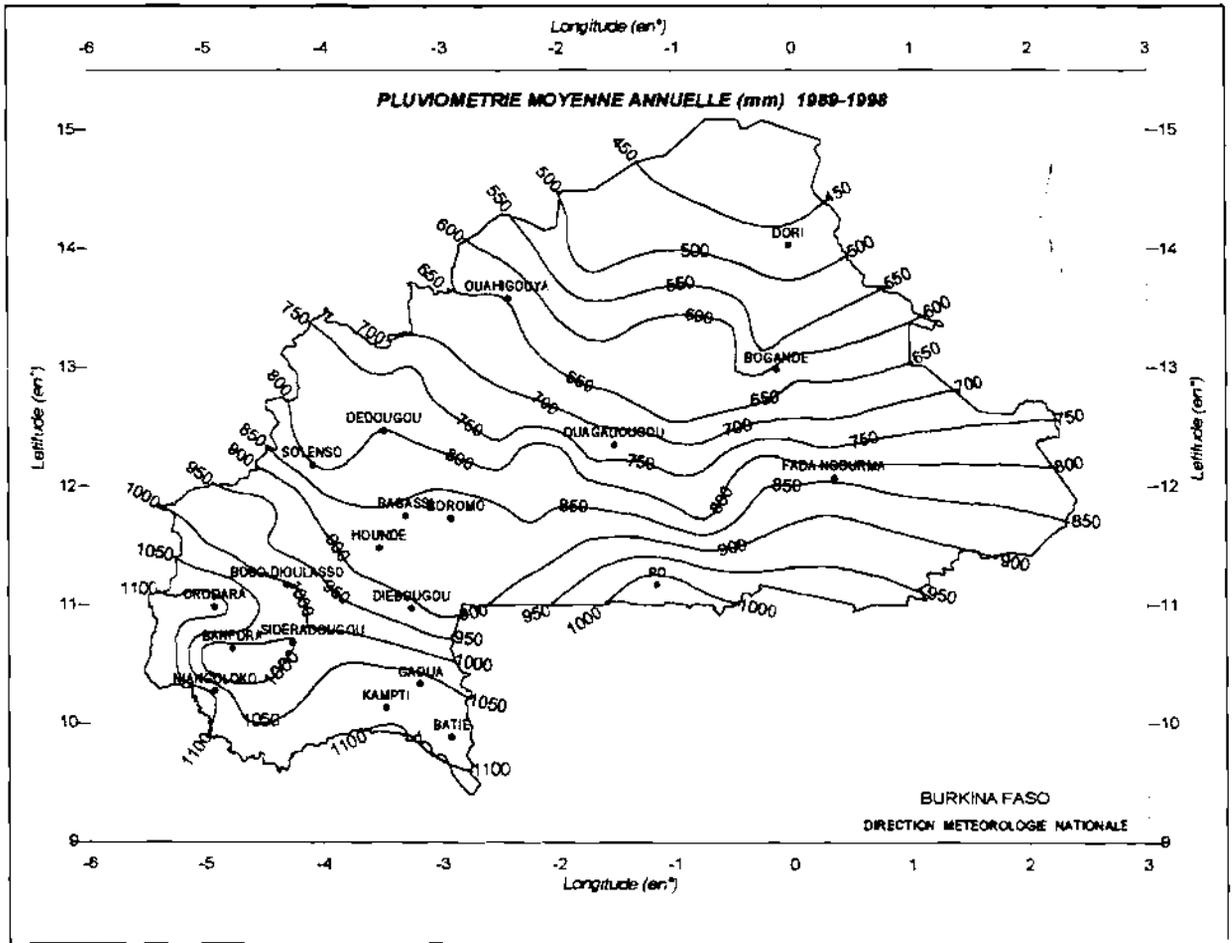
- dans la décennie, la récession des conditions pluviométriques et la grande variabilité spatiale dans la zone d'étude est remarquable : Bagassi et Boromo encadrés par les isohyètes 700 et 750 mm dans la normale, se retrouvent entre les isohyètes 650 et 700 mm dans la décennie.

On remarque une grande descente vers le sud de l'isohyète 850 mm, ce qui met Sidéradougou, Banfora et Kampti entre les isohyètes 800 et 850 mm alors qu'ils sont entre 850 et 900 mm dans la normale.

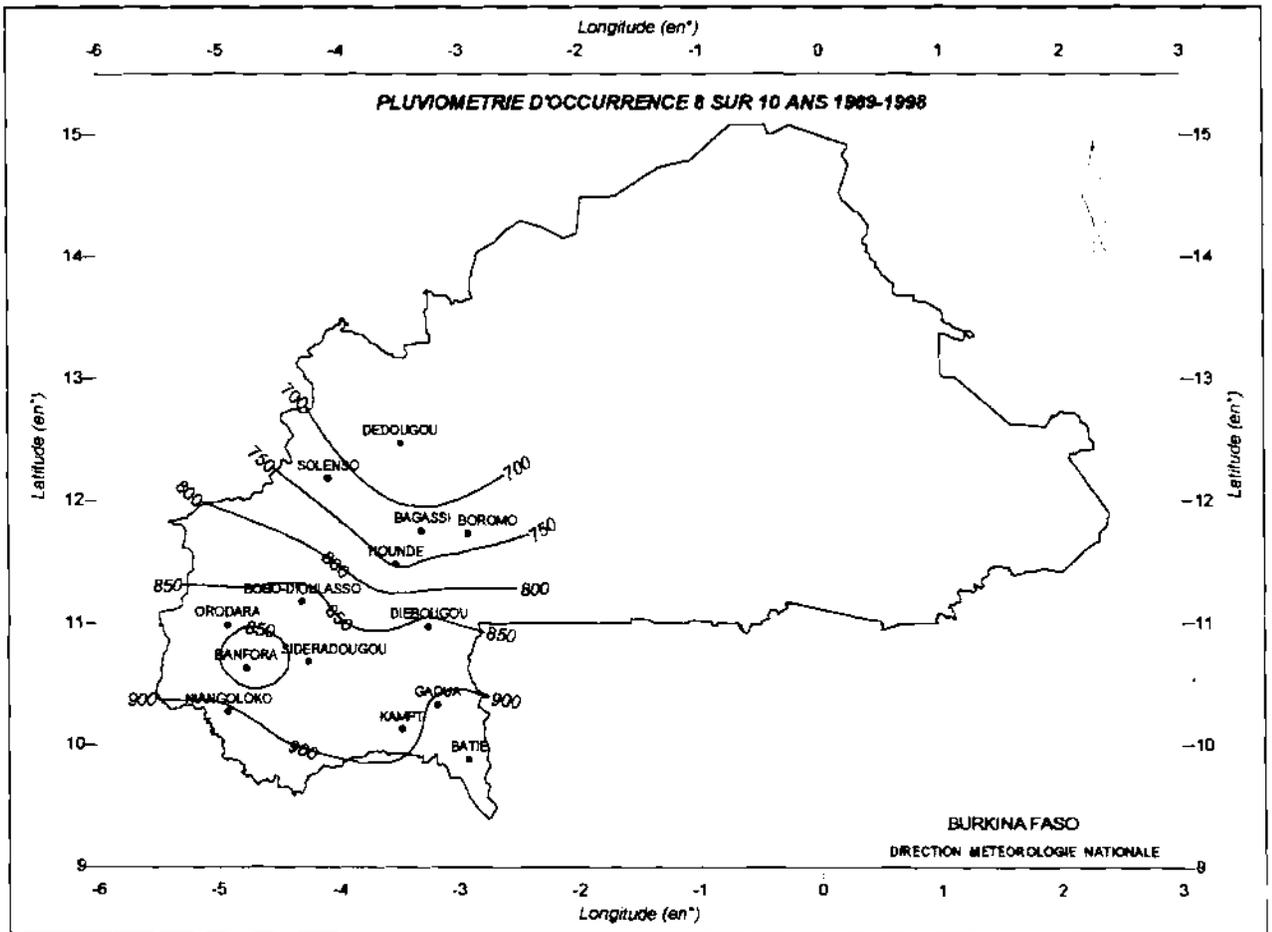
Carte 1. Pluviométrie moyenne annuelle de la normale 1969-1998



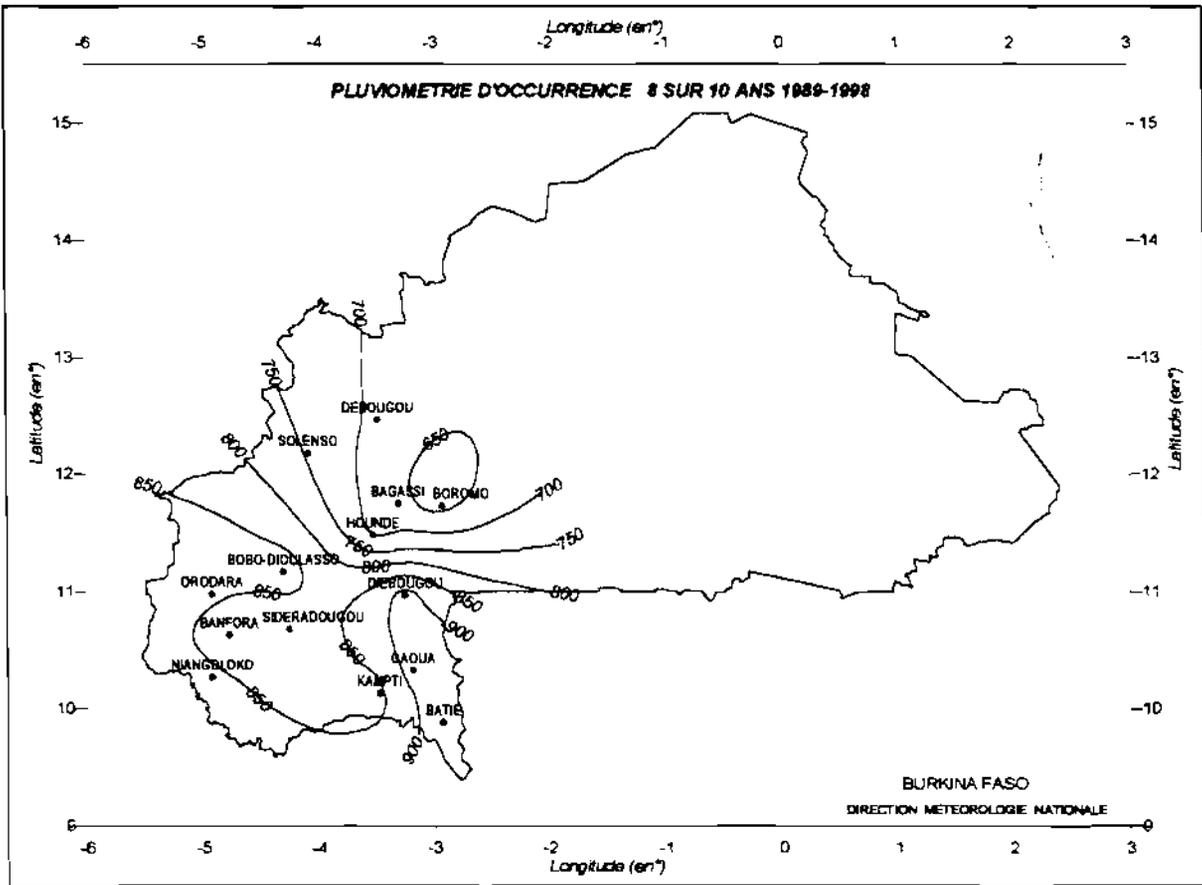
Carte 2. Pluviométrie moyenne annuelle de la décennie 1989-1998



Carte 3. Pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 ans de la normale 1969-1998



Carte 4. Pluviométrie d'occurrence 8 sur 10 ans de la décennie 1989-1998



2.2. Analyse des poches de sécheresse pendant les mois d'intenses travaux de mise en place des cultures (juin, juillet, août)

Les poches de sécheresse sont parmi les principales causes de ressemis multiples observés pendant la période de la mise en place des cultures pluviales. Elles constituent une grande contrainte vu le temps court dont disposent les paysans pour installer toutes les cultures. C'est pour cette raison que nous avons voulu faire une brève analyse de la situation qui a prévalu dans la décennie.

Le tableau 20 ci-dessous montre la moyenne du nombre de jours successifs sans pluie observés dans la période 1989-1998. Nous constatons que dans toutes les stations, le nombre de poches de sécheresse de 5 jours successifs dépasse 12. Ce nombre est très élevé compte tenu du fait que durant les mois de juin, juillet et août la plupart des cultures sont encore au stade plantule et ne peuvent pas par conséquent faire face à ces sécheresses répétitives. Les sécheresses de 10 jours sont observées, à des degrés divers. De longues poches de sécheresse sont également observées un peu partout : la moitié des stations montre l'existence des sécheresses de 15 jours ; une des stations (Bagassi) a connu une sécheresse de 20 jours et une autre (Kampti) a vécu une sécheresse de 35 jours (tableau 20).

Ce bref aperçu montre combien il est difficile de réussir à écarter complètement une contrainte aléatoire du type climatique. C'est-à-dire que même une culture installée dans la période favorable de semis n'est pas à l'abri des effets néfastes des poches de sécheresse, seulement le risque est moindre et peut être réduit ou annulé par de bonnes méthodes culturales. Ce résultat peut expliquer en partie les ressemis multiples effectués par les paysans dans la mise en place des cultures.

Tableau 20. Moyennes des jours successifs sans pluie observés en début de la campagne agricole (Juin, Juillet et Août) dans la décennie 1989-1998.

	5 j	10j	15j	20j	25j	30j	35j	40j	45j
Banfora	13,8	1	0,2	0	0	0	0	0	0
Niangoloko	15,3	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0
Sidéradougou	12,1	1,1	0	0	0	0	0	0	0
Kampti	12,7	1,3	0	0	0	0	0,1	0	0
Batié	13	1,4	0,1	0	0	0	0	0	0
Gaoua	14,8	0,6	0,1	0	0	0	0	0	0
Diébougou	13,9	0,8	0,1	0	0	0	0	0	0
Dédougou	15	0,6	0	0	0	0	0	0	0
Bagassi	15,1	1,2	0	0,1	0	0	0	0	0
Boromo	15,7	0,3	0	0	0	0	0	0	0
Bobo	14,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Houndé	14,1	0,9	0,2	0	0	0	0	0	0
Orodara	16	0,9	0,2	0	0	0	0	0	0

2.3. Conclusion sur la caractérisation climatique de la décennie 1989-1998

Les observations faites sur la base de la comparaison des moyennes ne suffisent pas pour conclure. Elles servent toutefois d'indicateur de certains faits confirmés par l'analyse de la pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10. On peut parler entre autre de l'accentuation de la mauvaise répartition temporelle des pluies au cours de la décennie. Au niveau des volumes pluviométriques, sur toute la zone d'étude, si on additionne les écarts constatés, on se retrouve dans une décennie plutôt déficitaire par rapport à la Normale (-59,6 mm pour la moyenne et -78,5 mm pour l'occurrence de 8 ans/10). Cependant, on a constaté une situation très diversifiée dans les différentes régions décrites, même au sein d'une même région, il n'y a pas de situation homogène. Le volume pluviométrique montre une diminution des pluies du Sud vers le Nord (la moyenne est de 952,4 mm dans la région de Niangoloko, 1020,7 mm dans la région de Gaoua, 970,5 mm dans la région de Bobo et 830,6 mm dans la région de Dédougou. De même, il apparaît que la précocité et la longueur de la saison pluvieuse suivent cette ligne d'amélioration des volumes pluviométriques. La pluviométrie de la zone

agricole ouest du Burkina Faso souffre donc d'une grande variabilité spatio-temporelle de la pluviosité et cette situation s'est accentuée dans la décennie 1989-98 : récession des pluies et longues poches de sécheresse en début de saison, fins des pluies plus précoces pour certaines stations etc.. Il va de soi que la production agricole en souffre.

2.4. Zonage agroclimatique du maïs et du cotonnier

Introduction

Le zonage de base nous a montré les conditions pluviométriques précaires actuellement. Il est donc important pour l'agriculteur de connaître quelles sont les dates optimales pour ses diverses cultures permettant, avec le maximum de garantie, de satisfaire le bilan entre l'offre et la demande en eau du sol. Il s'agit des dates déterminées à partir des valeurs fréquentielles 8/10 années des indices de satisfaction des besoins en eau aux différentes phases du cycle de la culture. Nous présentons dans les pages suivantes les résultats obtenus pour les maïs 90, 110 et 130 jours et pour les cotons 135 et 160 jours dans les 14 stations étudiées.

2.4.1. Zonage du maïs

2.4.1.1. Périodes de semis favorables du maïs 90 jours

Le maïs de 90 jours a été simulé uniquement pour les sites de Solenzo, Bagassi, Boromo et Dédougou. Les semis doivent commencer dans la quatrième pentade de juin à Solenzo et la cinquième du même mois à Boromo et Dédougou ; à Bagassi, il faut attendre la sixième pentade de juin. Les conditions agroclimatiques de Boromo n'offrent plus une satisfaction des besoins hydriques du maïs 90 jours à la RU 60 mm (Figure 3-1). Seules les bonnes terres (RU 120 mm) peuvent être exploitées pour cette culture.

Les semis réalisés avant les dates indiquées, ne permettent pas à presque toutes les phases de gagner les conditions hydriques suffisantes. Les semis doivent s'arrêter dans la deuxième pentade de juillet pour la RU 60 mm. A la RU 120mm (bonnes terres, des bas-fonds et autour des cases), les semis ne doivent plus s'effectuer au delà de la quatrième pentade de juillet (Figure3-2). Si on tient compte de la pratique des semis précoces et tardifs, on peut aller jusqu'à l'ISBE de 0,70 et limiter la période du semis du maïs 90 jours de la

Figure 3-2. Périodes de semis du maïs 90 jours à la RU 120 mm

Mois	MAI						Juin						Juillet					
	Pentades						Pentades						Pentades					
Stations	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Bagassi											■	■						
Dédougou																		■
Boromo																		■
Solenzo							■	■	■									■

Figure 3-1. Périodes de semis du maïs 90 jours à la RU 60 mm

Mois	MAI						Juin						Juillet					
	Pentades						Pentades						Pentades					
Stations	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Bagassi											■	■						■
Dédougou										■	■	■						■
Boromo																		
Solenzo							■	■	■									■

■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

troisième pentade de juin à la cinquième pentade de juillet. Les semis précoces affectent plus la phase IDV et les tardifs touchent surtout les phases critiques FL1, FL2 et la maturation.

2.4.1.2. Périodes de semis favorables du maïs 110 jours

On peut distinguer cinq zones en fonction des dates favorables de semis à la RU 120 mm. La première zone concerne les sites de Gaoua, Kampti et Niangoloko où les semis doivent commencer tôt, dans la troisième pentade de mai et finir dans la quatrième pentade de juillet. Cependant, il y a des risques de déficit hydriques dans la troisième pentade de juillet et il faut en tenir compte. C'est cette zone qui a la plus longue période de semis.

La deuxième zone regroupant Orodara, Bobo-Dioulasso, Batié et Sidéradougou a une période des semis favorables allant de la cinquième pentade de mai à la quatrième pentade de juillet (Figure 4-1 et 4-2). Il y a une décade de retard par rapport à la première zone.

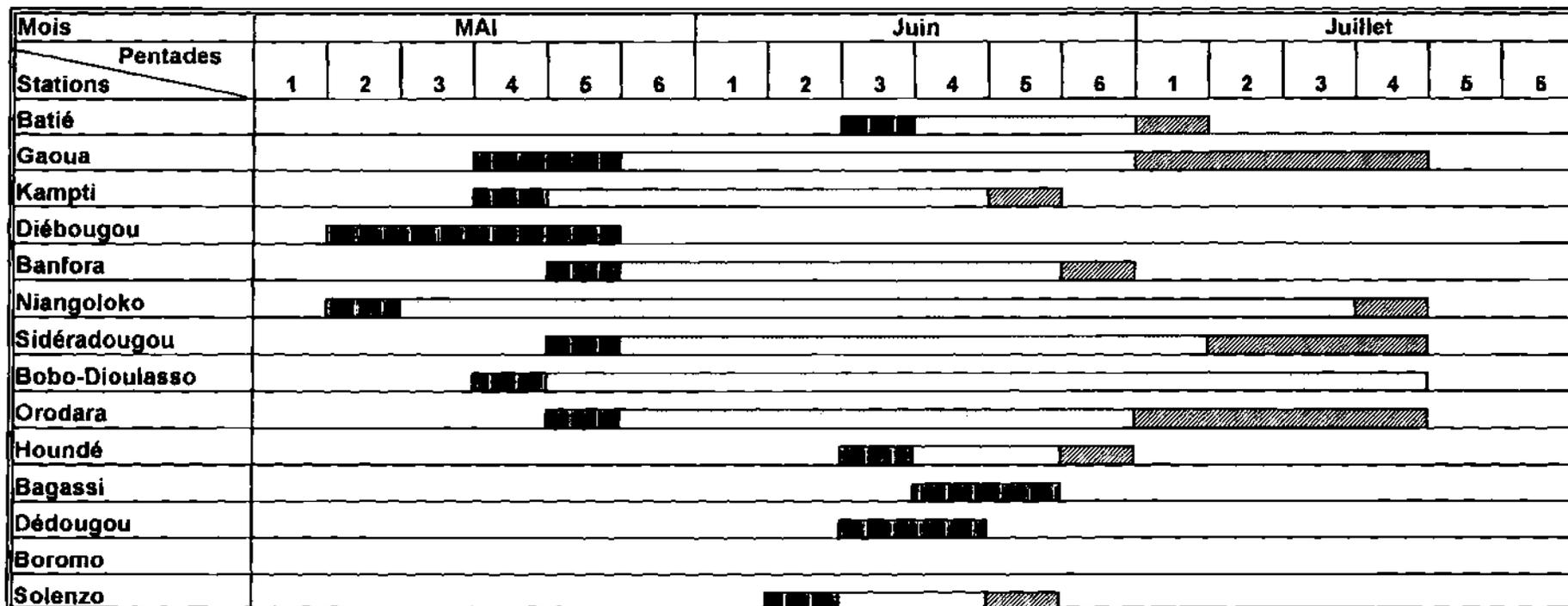
Les sites de Banfora et Diébougou peuvent constituer une troisième zone où la période des semis favorables est comprise entre la première pentade de juin et la quatrième pentade de juillet.

La quatrième zone regroupe les stations de Houndé, Bagassi, Solenzo et Dédougou. La période des dates de semis favorables est comprise entre la troisième pentade de juin et la première pentade de juillet.

Boromo constitue une cinquième zone où les conditions pédoclimatiques favorables à une bonne nutrition hydrique du maïs 110 jours n'existent plus (Fig4-1).

A la RU 60 mm, c'est-à-dire dans les parcelles au sol médiocre ou situées dans les hauts glacis, la période de semis se réduit partout (Figure 4-1). Les semis sur les flancs de collines doivent être abandonnés sur les sites de Boromo, Bagassi, Dédougou et Diébougou à cause du risque élevé. Pour maintenir la culture dans ces endroits (sauf Boromo), on se contenterait d'un « optimum » des semis à l'ISBE=0,70. Dans ces conditions, on peut semer entre la deuxième et la cinquième pentade du mois de mai à Diébougou, entre la troisième et la quatrième pentade de juin à Dédougou et entre la quatrième et la sixième pentade du même mois à Bagassi.

Figure 4-1. Périodes de semis du maïs 110 jours à la RU 60 mm

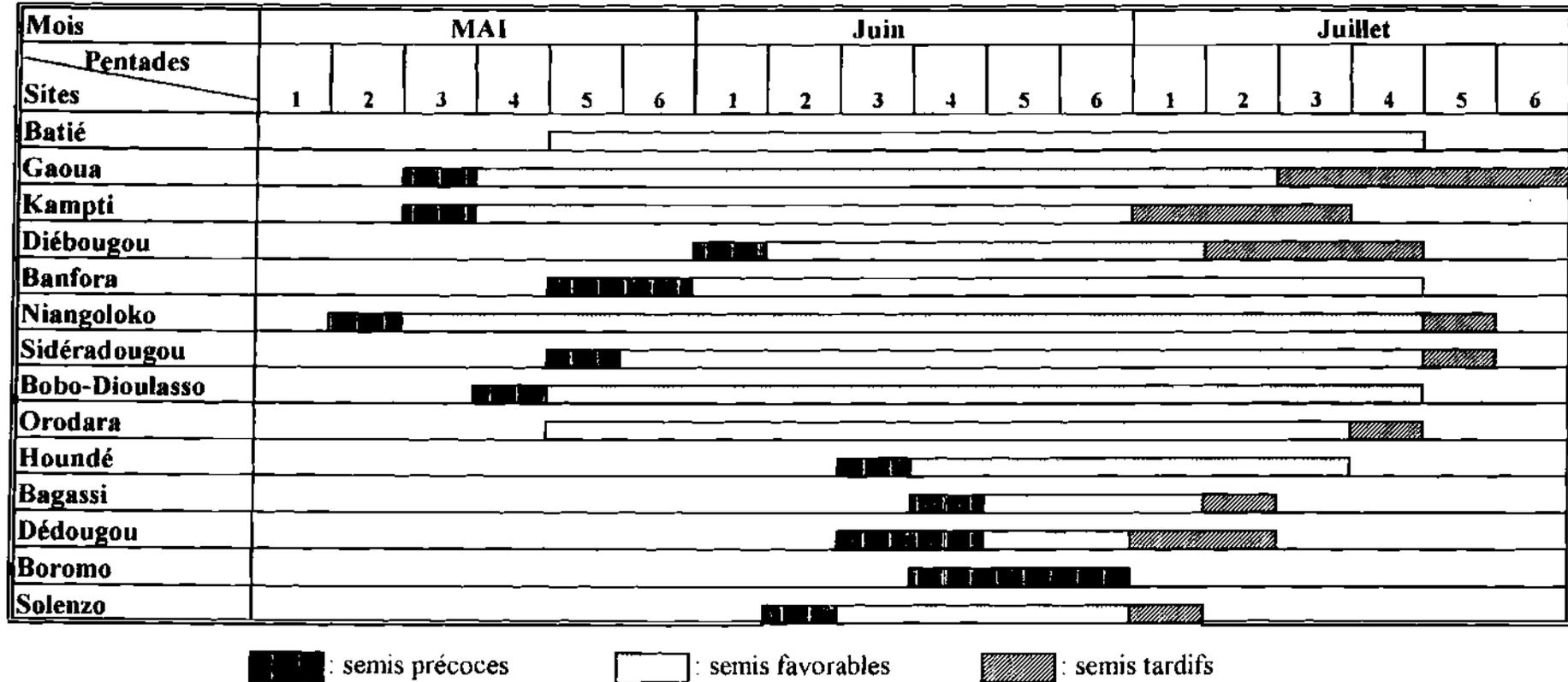


■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

Figure 4-2. Périodes de semis du maïs 110 jours à la RU 120 mm



2.4.1.3.Périodes de semis favorables du maïs de 130 jours

Ici aussi à la RU 120 mm (Figure 5-2), cinq zones se dégagent en fonction de la période des dates de semis favorables.

Niangoloko et Batié ont la plus grande période de semis qui s'étend entre la deuxième pentade de mai et la cinquième-sixième pentade de juin.

Dans les sites de Gaoua, Kampti et Bobo-Dioulasso les semis doivent s'effectuer de la quatrième pentade de mai à la cinquième pentade de juin.

Pour les sites de Banfora, Sidéradougou, Orodara et Diébougou, les semis favorables commenceraient avec une décade de retard par rapport à la zone précédente ; mais s'arrêteraient dans la même pentade.

Solenzo et Houndé n'ont que deux pentades pour réaliser les semis favorables : de la deuxième pentade de juin à la quatrième du même mois.

Le reste des stations : Dédougou, Boromo et Bagassi n'ont plus les conditions agropédoclimatiques favorables pour la culture du maïs 130 jours à la RU 120 mm.

A la RU 60 mm (Figure5-1), la zone constituée de Solenzo et Houndé se rattache à la zone où les conditions favorables de culture du maïs 110 jours n'existent plus. C'est-à-dire qu'il est à conseiller aux agriculteurs de ces zones de ne cultiver le maïs 130 jours que dans les bonnes terres des bas fonds. Dans les autres zones, si les dates de début de semis se maintiennent, les dates d'arrêt se réduisent d'une pentade.

Figure 5-1. Périodes de semis du maïs 130 jours à la RU 60 mm

Mois	Pentades	MAI						Juin						Juillet					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Batié																			
Gaoua																			
Kampti																			
Diébougou																			
Banfora																			
Niangoloko																			
Sidéradougou																			
Bobo-Dioulasso																			
Orodara																			
Houndé																			
Bagassi																			
Dédougou																			
Boromo																			
Solenzo																			

■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

2.4.1.4. Conclusion sur le zonage du maïs

Les dates de semis du maïs sont plus précoces au sud qu'au nord et la période des semis favorables est plus longue pour les régions du sud, moyenne pour les régions du centre et courte pour les régions du nord. Nous constatons d'ailleurs des zones où les variétés de maïs à cycle long ne sont plus à vulgariser et d'autres où ces variétés ne sont cultivables que sur les meilleures terres, notamment celles autour des cases et des bas-fonds où la RU peut approcher ou dépasser les 120 mm. Cette progression d'amenuisement des conditions de semis du maïs suit grosso modo celle de la diminution des pluies. Le maïs de 130 jours doit être le premier à être semé dès la deuxième pentade de mai au sud, suivra le maïs 110 jours une pentade plus tard et enfin le maïs 90 jours en début juin. Même dans les zones les mieux arrosées du sud-ouest, les semis du maïs ne doivent plus se réaliser à des dates au delà du 20 juillet. Ces résultats corroborent ceux de Somé (1989). La différence au niveau du seuil maximal de la RU considérée (100 mm contre 120 mm) est une indication de la régression des conditions agroclimatiques. Du reste cette généralisation ne doit pas faire perdre de vue les différences régionales signalées.

2.4.2. Zonage du coton

Nous avons simulé pour le coton, les variétés de 135 jours pour toutes les stations considérées dans notre étude et la variété de 160 jours pour les « régions » de Gaoua, Niangoloko et Bobo-Dioulasso. La « région » de Dédougou n'a pas été simulée compte tenu de la remarque que les variétés de 135 jours n'y trouvent plus les conditions de nutrition hydrique suffisantes.

2.4.2.1. Périodes de semis favorables du coton 135 jours

Le premier constat est que, quelle que soit la qualité du sol, la culture du coton 135 jours ne trouve pas des conditions de nutrition hydriques satisfaisantes dans les sites de Dédougou, Solenzo, Houndé et Bagassi (Figure 6-1 et 6-2).

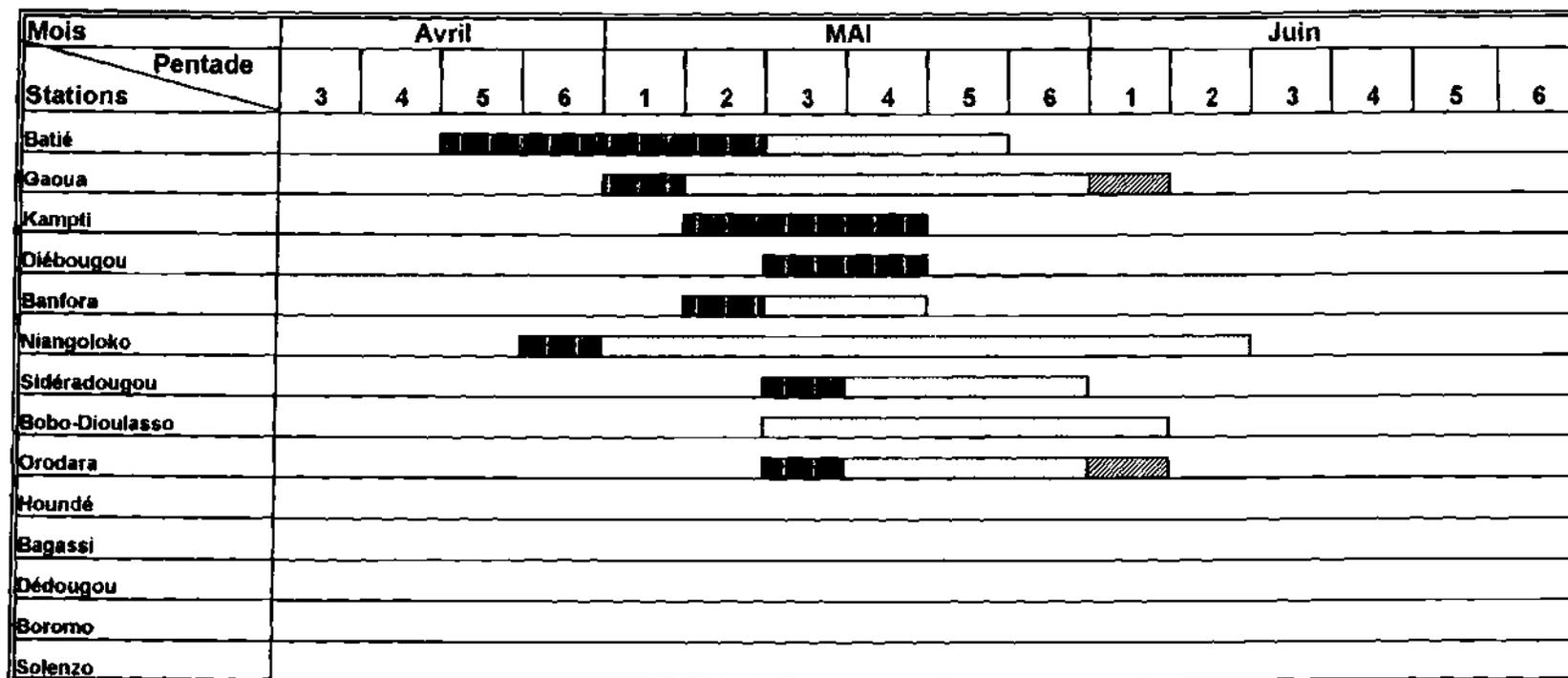
Dans les milieux où la culture rencontre des conditions favorables, on peut distinguer trois grandes zones :

Batié, Gaoua et Niangoloko constituent la zone dont la durée des semis favorables s'étend entre la première pentade de mai et la deuxième pentade de juin.

La deuxième zone comprend les sites de Orodara, Sidéradougou, Bobo-Dioulasso, Banfora et Kampti. La période des semis favorables va de la troisième pentade de mai à la troisième-quatrième pentade de juin exception faite à Kampti où il faut arrêter les semis en fin mai. A la RU 60 mm (Figure 6-1), Kampti perd les conditions favorables de semis du coton 135 jours

La troisième zone est constituée des sites de Boromo et Diébougou ; les semis favorables sont à effectuer de la cinquième pentade de mai à la sixième pentade du même mois à Boromo et la deuxième pentade de juin à Diébougou. Ces deux sites deviennent impropres à la culture du coton 135 jours à la RU 60mm.

Figure 6-1. Périodes de semis du Coton 135 jours à la RU 60 mm

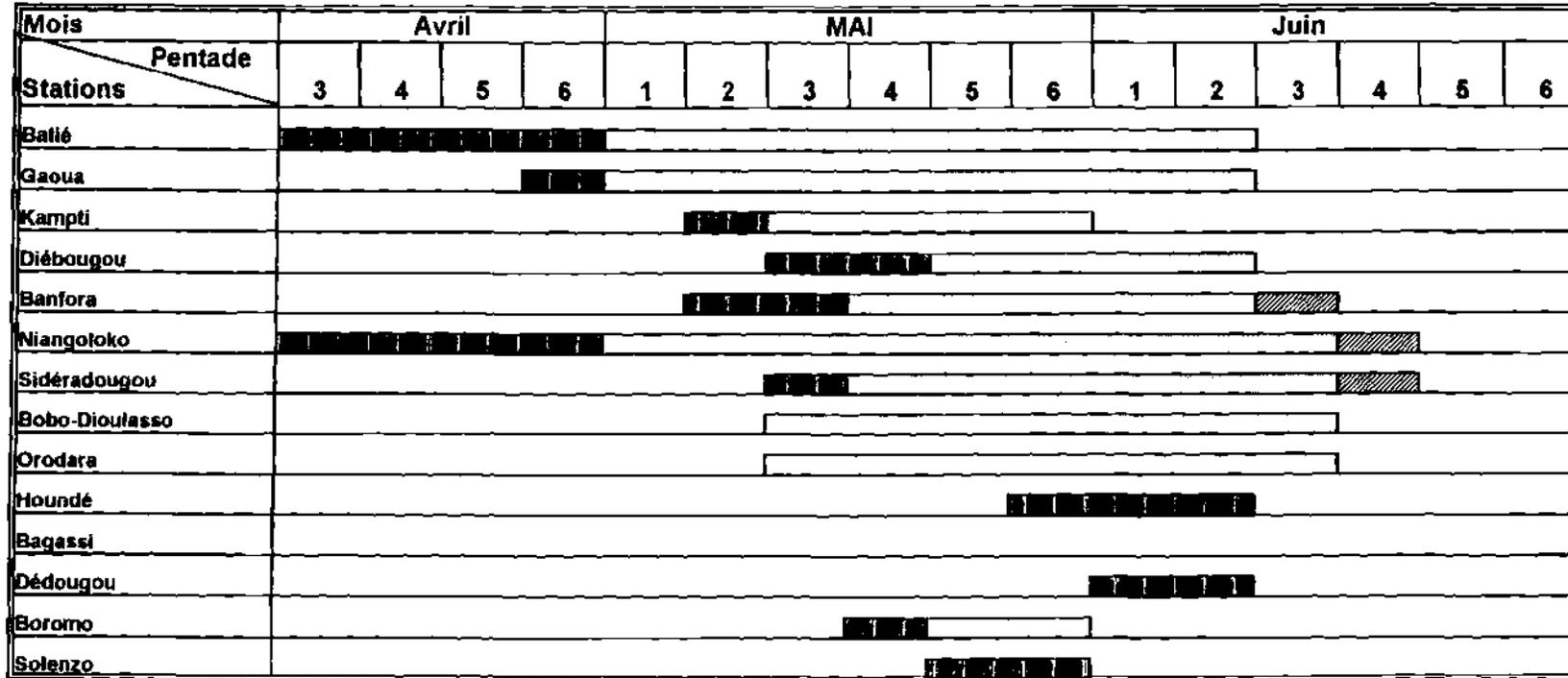


■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

Figure 6-2. Périodes de semis du Coton 135 jours à la RU 120 mm



■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

2.4.2.2.Périodes de semis du coton 160 jours

Le coton 160 jours bénéficie des conditions agropédoclimatiques favorables dans la moitié des sites considérées.

Dans les sites de Boromo, Solenzo, Bagassi, Dédougou, Houndé, Kampti et Diébougou, les conditions de culture ne sont plus réunies (Figure7-1 et 7-2). Le reste des sites peut être groupé en deux zones :

La zone regroupant Orodara, Sideradougou, Bobo-Dioulasso, et Banfora bénéficie d'une période de semis favorables allant de la troisième pentade de mai à la cinquième pentade du même mois.

Batié, Gaoua et Niangoloko constituent la deuxième zone dont la période des semis va de la première pentade de mai à la cinquième pentade du même mois.

Dans tous les cas, le coton 160 jours doit être semé dans le mois de mai.

Figure 7-1. Périodes de semis du Coton 160 jours à la RU 60 mm

Mois	Avril				MAI						Juin						
	Pentade	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Batié		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Gaoua			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kampti					■	■	■	■									
Diébougou																	
Banfora					■	■	■	■									
Niangoloko		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Sidéradougou							■	■	■	■							
Bobo-Dioulasso					■	■	■	■	■	■	■						
Orodara						■	■	■	■	■							
Houndé																	
Bagassi																	
Dédougou																	
Boromo																	
Solenzo																	

■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

Figure 7-2. Périodes de semis du coton 160 jours à la RU 120 mm

Mois Pentade	Avril				MAI						Juin					
	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Batié	■				□						□					
Gaoua	□				■				□				□			
Kampti	□				■				□				□			
Diébougou	□				□				■				□			
Banfara	□				■				□				□			
Niangoloko	■				□				□				□			
Sidéradougou	□				■				□				□			
Bobo-Dioulasso	□				■				□				□			
Orodara	□				■				□				□			
Houndé	□				□				□				□			
Bagassi	□				□				□				□			
Dédougou	□				□				□				□			
Boromo	□				□				□				□			
Solenzo	□				□				□				□			

■ : semis précoces

□ : semis favorables

▨ : semis tardifs

2.4.2.3. Conclusion sur le zonage du coton

La culture du coton, du point de vue des cycles des variétés simulées (135 et 160 jours), trouve des conditions agropédoclimatiques qui s'améliorent du nord vers le sud. Dans la zone anciennement reconnue cotonnière par excellence, les conditions s'amenuisent jusqu'à s'effacer même dans les zones du nord. Les régions du sud actuellement considérées comme non cotonnières (Niangoloko, Gaoua, Batié) offrent des conditions les meilleures de la zone étudiée.

Le coton doit être semé dès la première pentade de mai, dans la cinquième pentade du même mois, il faut arrêter les semis du coton 160 jours et continuer avec le coton 135 jours jusque dans la quatrième pentade de juin. La mise en place du coton doit se faire entre le premier mai et le 20 juin. Ce résultat général diffère de la période actuellement proposée (du 20 mai au 20 juin) (IN.E.R.A., 1994 ; Lendres, 1992) par le fait qu'on a tenu compte des régions plus au sud-ouest, considérées normalement comme non cotonnières. La période du 20 mai au 20 juin correspond à peu près à la période des semis du coton 135 jours dans les sites de Orodara, Sidéradougou, Banfora, Bobo-Dioulasso et Kampti. Il faut par ailleurs tenir compte des différents cycles et des différents sites au lieu de généraliser les résultats.

2.5. Conclusion sur le zonage par culture

L'étude a permis de déterminer au niveau de chaque culture :

- des zones ayant les mêmes potentialités agroclimatiques en fonction des dates de semis favorables ;
- les périodes optimales de semis de chaque culture pour que les besoins en eau soient satisfaits au mois à 80% pour chaque phase 8 années/10 ;

En outre, l'étude a mis en évidence le rétrécissement de la zone considérée anciennement cotonnière par excellence et l'urgence d'intensifier la culture du coton vers le sud.

Pour toutes les cultures, la phase IDV paraît la première à limiter les semis précoces par la non satisfaction des besoins en eau alors que les semis tardifs sont plus fatales pour les phases critiques (FL1 et FL2). Ce constat peut être une explication au fait que les paysans prennent toujours le risque de semer en précoces pour effectuer des ressemis en cas de besoin.

La concurrence existante dans la mise en place du maïs et du coton apparaît réelle au regard de nos résultats.

La précarité des conditions de mise en place des cultures permettent de comprendre certaines pratiques paysannes évoquées dans les résultats de l'enquête (les ressemis, semis directs, semis dans les bas-fonds etc.).

Malgré ses insuffisances, notamment le fait qu'il ne prend pas en compte les variations du seuil et du coefficient de ruissellement en fonction du développement du couvert végétal et de la dynamique du front racinaire dans la RUR, on arrive à des résultats qui peuvent expliquer le comportement des cultures considérées actuellement observé dans les milieux paysans.

CONCLUSION GENERALE

L'enquête en milieu paysan nous montre que les paysans, qui connaissent bien leurs milieux, ont développé des stratégies leur permettant de faire face aux contraintes pluviométriques, notamment au retard des pluies ou à leur installation tardive, aux poches de sécheresse et aux pluies abondantes. Le caractère aléatoire des précipitations ainsi que le faible niveau de mécanisation les amènent à semer le plus tôt possible c'est-à-dire dès les premières pluies et à pratiquer des ressemis. Pour ce faire, ils se réfèrent à des signes pour exécuter leurs opérations culturales. Ces pratiques ne permettent pas d'optimiser les productions agricoles.

Le zonage agroclimatique nous indique des périodes favorables de semis du maïs de 90 jours, 110 jours et 130 jours et du coton 135 jours et 160 jours ainsi que des périodes de semis précoces et tardives. Les périodes de semis sont plus longues pour les variétés à cycles courts et courtes pour celles à cycles longs. C'est pourquoi il est plus avantageux de commencer à semer d'abord les variétés à cycles longs (mai et juin) et ensuite celles à cycles courts (juin et juillet). Il serait judicieux de mettre ces périodes de semis issues du zonage agroclimatique en rapport avec les pratiques paysannes, afin de les amener à choisir parmi les signes observables, les plus indiquées. D'autre part, ce zonage révèle l'inadéquation actuelle des variétés à cycles longs (périodes de semis relativement courtes) dans les régions du centre-nord de la zone cotonnière ouest.

L'étude sur la répartition spatio-temporelle des précipitations n'a pas révélé de grandes variations entre la décennie 1989-1998 et la normale 1969-1989. Elle a permis néanmoins de montrer, du point de vue moyenne pluviométrique annuelle, que la décennie est déficitaire avec une persistance d'une mauvaise répartition spatio-temporelle; ce qui perturbe les producteurs dans la mise en place des cultures. Cependant, comme les autres paramètres d'ailleurs, notamment la longueur de la saison hivernale, le début et la fin des pluies, la variation pluviométrique revêt une diversité locale. Il y a des zones déficitaires et des zones excédentaires. Cette diversité peut expliquer la différence de niveaux de production dans la zone ouest.

Une analyse brève de jours successifs sans pluie observée pendant les mois de juin, juillet et août permet de cerner les fréquences des poches de sécheresse lors de la mise en place des cultures. Elle montre, sur toutes les stations de l'étude, des fréquences élevées de poches sèches de 5 et même de 10 jours. Ces poches de sécheresse sont des périodes difficiles pour l'alimentation hydrique des plantes.

Au vu de ces résultats, cette étude peut être conduite dans toutes les régions agroclimatiques du Burkina Faso, en mettant l'accent sur la dernière normale, afin de lever les contraintes rencontrées par les paysans.

De telles études pourraient intéresser, les machinistes agricoles, les généticiens sélectionneurs, les agronomes, les agroclimatologues etc. qui recherchent les solutions aux contraintes posées par les conditions climatiques précaires. Pour être efficace, ces études pourront être menées avec la participation des producteurs.

Nous proposons ici, sans être exhaustifs, quelques axes d'orientation de recherche qui pourront aider à compléter cette étude:

- adapter les variétés à l'évolution climatique;
- revaloriser les pluies précoces pour les productions agricoles en:
 - développant des séquences de travail du sol, notamment le travail du sol en sec, tant en traction animale qu'en la motorisation;
 - améliorant l'alimentation des animaux de trait pour leur permettre d'acquérir de l'énergie suffisante pour le travail du sol en sec;
 - sensibilisant les producteurs pour le travail du sol en saison sèche afin d'avoir un lit de semences à bonne rétention en eau dès les premières pluies.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARRET J. & SANOGO S., 1991.** Situation économique et sociale des unités de production motorisées de l'ouest du Burkina Faso: proposition d'une démarche de conseil de gestion en milieu paysan. Rapport de stage INERA, SOFITEX, CIRAD/IRST, 134p.
- BELEM P.C., 1985.** Coton et systèmes de production dans l'ouest du Burkina Faso. Thèse de 3^{ème} cycle en géographie de l'aménagement. Université Paul Valéry, Montpellier, France, 344p.
- BISSON P. & NTONGA J., 1993.** Conclusion sur le zonage IN Analyse de la diversité des situations agricoles ; Conséquences sur la programmation de la recherche. Actes de l'atelier d'échanges et de formation 22-28 octobre, Projet Garoua 2 IRA, IRAZV, CIRAD, Garoua, Cameroun, p21-24.
- BONKOUNGOU J., 1992.** Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la production céréalière au Burkina Faso : exemple de 1990. Mémoire de maîtrise, Université de Ouagadougou, F.L.A.S.H., Département de géographie, 101p.
- CITEAU J., GUILLOT B. & LAHUEC J. P., 1984.** Suivi des déplacements de la zone de convergence en Atlantique: une des composantes des tendances climatiques dans le Golfe de Guinée. In La sécheresse en zone intertropical pour une lutte intégrée. Actes du colloque "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical: quelles recherches pour le moyen terme ?" Dakar-Ngor, p21-26.
- C.R.P.A., 1995.** Rapport annuel d'activités campagne 1994-1995. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales, Secrétariat général, C.R.P.A. de la Boucle du Mouhoun, Dédougou, 95p.
- DAKOUO D., 1991 :** Le maintien de la fertilité des systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire : cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. IN.E.R.A.-Programme coton/ E.S.F.I.M.A , Ouagadougou, 49p.

- DAKOUO D., 1994 .** Les carences en Potassium sur cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) dans les systèmes de culture : cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Thèse option sciences agronomiques, Université Nationale de la Côte d'Ivoire, 141p.
- DAKOUO D., KOULIBALY B. & HIEN V., 1993 .** Agronomie et techniques culturales . Rapport annuel de la campagne 1992-1993, IN.E.R.A., Programme coton, Ouagadougou, 57p.
- DAKOUO D., KOULIBALY B. & HIEN V., 1995 .** Agronomie et techniques culturales . Rapport annuel de la campagne 1994-1995, IN.E.R.A., Programme coton, Ouagadougou, 81p.
- DANCETTE C., 1984 .** Contrariétés pédoclimatiques et adaptation de l'agriculture à la sécheresse en zone intertropicale IN La sécheresse en zone intertropicale pour une lutte intégrée, CIRAD-GERDAT & ISRA, p27-41.
- DIOP M., OUATTARA F. & SOME L., 1999 .** Etude de la vulnérabilité / adaptation aux changements climatiques, secteur de l'agriculture. Rapport provisoire, Conseil National pour la Gestion de l'Environnement, Ouagadougou-Burkina Faso, 50p.
- DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1982 .** Etude sur la fin de la saison des pluies en Haute-Volta., 7p.
- DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1982 .** Etude des dates favorables aux semis des céréales (mil, sorgho) en Haute-Volta., 6p.
- DIRECTION DES ETUDES DE LA PLANIFICATION, 1998.** Résultats de l'enquête permanente agricole, campagne 1997-1998. Ministère de l'Agriculture, Secrétariat Général, Imprimerie de l'A.I.M.T. Ouagadougou, 37p+ Annexes.

- DIRECTION DES ETUDES DE LA PLANIFICATION, 1998** . Résultats de l'enquête permanente agricole, campagne 1998-1999. Ministère de l'Agriculture, Secrétariat Général, Imprimerie de l'A.I.M.T. Ouagadougou,
- D.S.A.P./M.A.R.A., 1991** . Enquête Nationale des Statistiques Agricoles (E.N.S.A.), Rapport général. Imprimerie de l'A.I.M.A.T. Ouagadougou.
- D.S.A.P./M.A.R.A., 1998**. Enquête Nationale des Statistiques Agricoles (E.N.S.A.), Rapport général. Imprimerie de l'A.I.M.A.T. Ouagadougou, 31p.
- D.S.A.P./M.A.R.A., 1993** . Méthodologie de l'Enquête Nationale sur les Statistiques Agricoles, version décembre 93. Ouagadougou, 15p.
- ELDIN M. , 1984** . Relations hydriques entre Sol-Plante-Atmosphère ; Caractérisation de la sécheresse IN La sécheresse en zone intertropicale pour une lutte intégrée, CIRAD-GERDAT & ISRA, p13-20.
- FAURE G., 1990** . Pression foncière, monétarisation et individualisation des systèmes de production en zone cotonnière au Togo, CIRAD-IRCD, Montpellier, 479p.
- FAURE G., 1991** . Systèmes de production et petite motorisation. Rapport annuel en agronomie, campagne 1990/1991, Section agronomie. Recherche Développement, Projet motorisation intermédiaire, I.N.E.R.A.-Programme coton, Ouagadougou, 53p.
- FONTES J. & GUINKO S., 1995** . Carte de végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso : notice explicative. Institut de la carte international de la Recherche scientifique, Université de Toulouse III, Institut du Développement Rural, Faculté des Sciences Techniques, Université de Ouagadougou, 67p.
- GBIGPIKI P., 1996** . L'agriculture burkinabè. Projet Appui au PASA, 51p.
- GUINKO S., 1984** . Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat es-sciences, université de Bordeaux III, Tome1 et 2, 394p.

- GARNIER A., 1995** . Bilan et perspectives de la traction animale dans la zone cotonnière du Burkina Faso : C.R.P.A. des Hauts-Bassins et de la Boucle du Mouhoun. C.N.E.A.R.C./E.I.T.A.R.C. Montpellier/DIMA-PAMA Ouagadougou, CIRAD/SAR, 97p.
- IN.E.R.A., 1994** . Evaluation externe du programme de recherche sur le coton et la culture cotonnière. Bobo-dioulasso, 61p
- INERA, 1998** . Rapport annuel d'activités 1997-1998, Station de Farako-Ba, Programme Coton.
- INSD, 1997**. Recensement Général de la population du 10 au 20 décembre 1996. Résultats provisoires, Ministère de l'Economie et des Finances, Ouagadougou.
- LENDRES P., 1992**. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, C.N.E.A.R.C. Montpellier, France, 80p. + annexes.
- LEPRUN J.C. & BOURET R., 1969**. Etude pédologique de la Haute-Volta, région est, ORSTOM, centre de Dakar, 331p.
- M.A/DEP, 1998**. Résultats de l'Enquête Permanente Agricole campagne 1997-98, Service des statistiques agricoles, Imprimerie de l'A.I.M.T., Ouagadougou, 31p.
- MIETTON M., 1986**. Méthodes et efficacité de lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso. Département de Géographie - Université de Savoie-Chambéry, Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., vol. XXII, n°2, 1986, p181-196.
- MIETTON, 1988**. Dynamique de l'interface lithosphère atmosphère au Burkina Faso, contribution géomorphologique à l'étude de l'érosion en zone tropicale de savane, thèse de Doctorat d'Etat es-LETTRES, Université de Grenoble.

- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 1997.** Etude sur la typologie des exploitations agricoles familiales et adoption d'une nouvelle stratégie agricole. Rapport provisoire, Ouagadougou, Burkina Faso.
- MOURIFIE K.,1993.** Contribution à l'analyse de la motorisation conventionnelle dans l'ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, spécialité agro-économie, Ecole Supérieure d'Agronomie Tropicale, Montpellier, France, 84p + annexes.
- REYNIERS F.N. & NETOYO L., 1994.** Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale, J. Libbey, Paris, 415p.
- PARRY G., 1982.** Le cotonnier et ses produits. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. G-P Maisonneuve et Larousse, Paris-France, 502p.
- SCHWARTZ A., 1991.** L'exploitation agricole de l'aire cotonnière burkinabè : caractéristiques sociologiques, démographiques et économiques, ORSTOM, 88p.
- SANOU J, 1989.** Conduite culturale des céréales sorgho-mil-maïs, INERA, Station de Recherches Agricoles de Farako-Bâ ; Programme sorgho-mil-maïs, Bobo-Dioulasso, 12P.
- SANOU J, 1998.** Génétique et amélioration variétale du maïs . Fiche technique; Programme Céréales Traditionnelles, CERREA de l'ouest, Bobo-Dioulasso.
- SIVAKUMAR M.V.K. & GNOUMOU F.,1987.** Agroclimatologie de l'Afrique de l'Ouest : Burkina Faso. Bulletin d'information n°23, ICRISAT, Pantcheru, Inde, 192p.
- SIVAKUMAR M.V.K.,1991.** Durée et fréquence des périodes sèches en Afrique de l'Ouest. Bulletin de recherche n°13 Pantcheru, India, ICRISAT, 183p.

SOME L., 1989 . Diagnostic agroclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse de doctorat. Spécialité : physiologie, biologie des organismes et des populations : Agronomie. Université de Montpellier (Montpellier II) Science et technique de languedoc, 321pages + annexes.

SOME L., SIVAKUMAR M.V.K.,1994. Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date de début des pluies au Burkina Faso, IN.E.R.A-ICRISAT,43p.

S^t-PIERRE C. A. & GENDRON G., 1982. Les céréales et le maïs. Les presses universitaires . Laval, Québec, 219p.

TERSIGUEL P, 1995 . Le pari du tracteur ; la modernisation de l'agriculture cotonnière au Burkina Faso. Editions de l'ORSTOM, collection à travers champs, Paris, France, 273p.

ANNEXE I**QUESTIONNAIRE D'ENQUETE SUR LES PROBLEMES LIES A LA PLUVIOMETRIE DANS LA ZONE COTONNIERE DE L'OUEST DU BURKINA FASO**

Nom du village enquêté :

Ethnie dominant :

Province :

I. IDENTIFICATION DE L'EXPLOITATION

Nom de l'enquêté (Exploitant) :

Ethnie du chef d'exploitation :

Nombre de personnes actives sur l'exploitation :

Equipements agricoles : 1) traction animale :

- nombre de paires de bœufs :

- nombre et types d'outils disponibles :

2) motorisation :

-type :

-puissance :

Superficie totale cultivée :

II. CALENDRIER AGRICOLE

1. A quel date de l'année (date et/ou mois) débutent les activités d'une campagne agricole bien démarrée ?

2. Y- a-t-il des signes particuliers qui vous indiquent qu'il est temps de démarrer les activités ? Lesquels ?

3. Comment sont échelonnées dans le temps les différentes opérations culturales de mise en place des cultures pluviales (défrichage, labours, semis, fertilisation etc.)

4. Quelles sont les cultures qui sont semées en première position ?
 Le coton / / le maïs / / le mil / / le sorgho / / autres / /
 Pourquoi ?

5. A) Quelles sont les facteurs qui peuvent perturber le bon déroulement de votre calendrier agricole ?

B) Quelles sont les dispositions que vous prenez dans ce cas ?

6. Au cours de la campagne agricole :
 a) quelle est la période de travail intense ?
 b) quelle est la période la moins chargée ?

III. TRAVAUX DE PREPARATION DU SOL

1. Quels sont les travaux de préparation du sol qui précèdent les semis?
2. Quels sont les avantages et les insuffisances des opérations de préparation du sol suivantes:
 - Labour à plat
 - Le billonnage
 - Travail du sol en sec

IV. PERFORMANCE DES OUTILS

1. Quels sont les types d'outils que vous utilisez pour les opérations agricoles suivantes :
 - Défrichage :
 - Labours :
 - Scarifiage du sol :
 - Semis :
 - Buttage :
 - Billonnage :
 - Désherbage :
2. Quels sont les avantages et les difficultés liés à l'utilisation de chaque type d'outil ?
3. Avez-vous des outils qui vous permettent de réaliser la préparation du sol en sec ? Lesquels ?

V. PRINCIPALES SPECULATIONS

1. Quelles sont les principales cultures pratiquées :
2. Quelles sont les cultures qui occupent le plus de temps ?
 le coton/ / le maïs/ / le sorgho/ / le mil/ / Autres :
 parce-que
3. Quelles sont les cultures qui exigent le plus d'investissements ?
 le coton/ / le maïs/ / le sorgho/ / le mil/ / Autres :
 parce-que
4. Quelles sont les cultures qui régénèrent le plus de revenus ?
 le coton/ / le maïs/ / le sorgho/ / le mil/ / Autres :
 parce-que
5. Quelles sont les cultures qui sont cultivées chaque année quelles que soient les conditions climatiques ?
 le coton/ / le maïs/ / le sorgho/ / le mil/ / Autres :
 parce-que

VII. PROBLEMES LIES A L'IRREGULARITE DES PLUIES

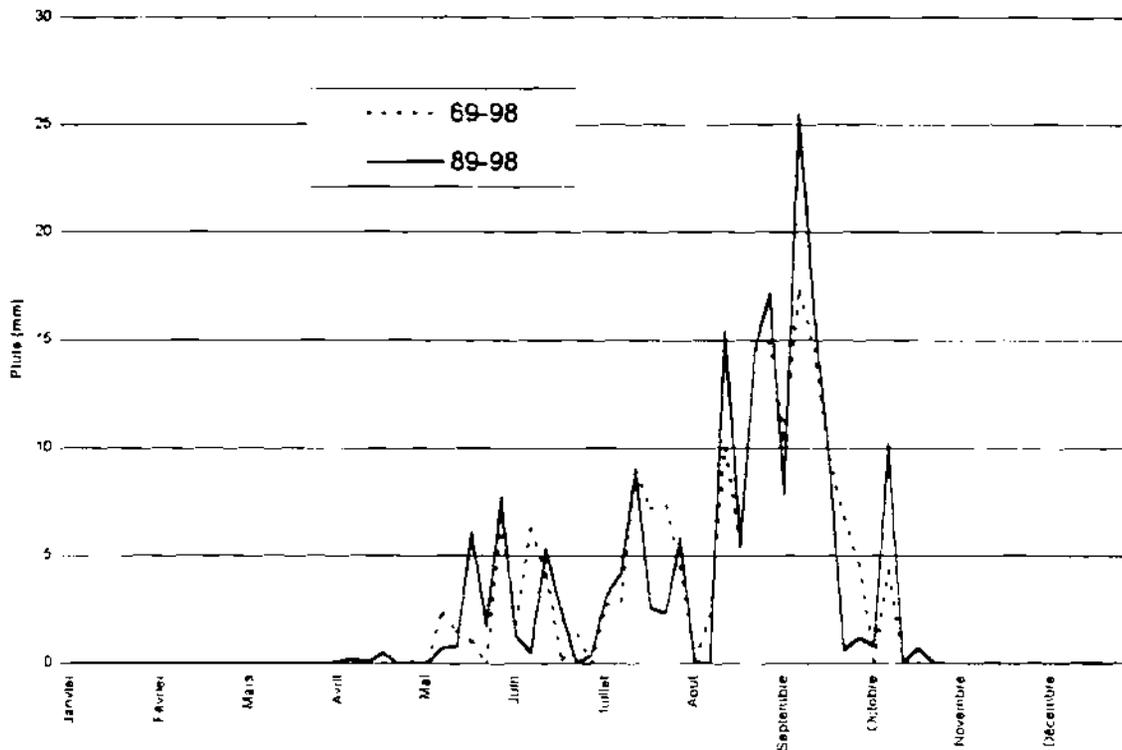
1. Quand vous pressentez qu'une campagne démarre avec des irrégularités des pluies quelles sont les précautions que vous prenez ?
 2. Dans le cas d'une installation tardive des pluies, quelles sont les difficultés rencontrées
 - a) à la préparation du sol ?
 - b) à l'exécution d'autres activités de la campagne?
 - c) à la réalisations en superficies prévues par culture ?
 - d) Autres :
 3. . Quelles sont les cultures qui souffrent le plus souvent des poches de sécheresse?
le coton/ / le maïs / / le sorgho / / le mil / /
 4. Comment adaptez-vous la gestion des stocks des vivriers et des céréales pour survivre en cas de déficits des productions ?
 5. Après une campagne perturbée par des pluies irrégulières, quelles sont les précautions que vous prenez pour la campagne suivante ?
 6. Y a-t-il des variétés qui résistent mieux à ces aléas climatiques qui vous sont consillées par les encadreurs ?
 - a) pour le coton
 - b) pour le maïs
 - c) pour le sorgho
 - d) pour le mil
 - e) autres
 7. Quelles peuvent être les conséquences des pluies très abondantes sur :
 - a) les travaux d'entretien des cultures
 - b) la fertilité du sol
 - c) le travail du sol
 - d) le développement des cultures
 - e) l'efficacité des engrais
 - f) l'efficacité des traitements phytosanitaires
-

8. Quelles sont les techniques culturales qui peuvent aider les cultures à résister contre :
- a) la sécheresse
 - b) les pluies abondantes

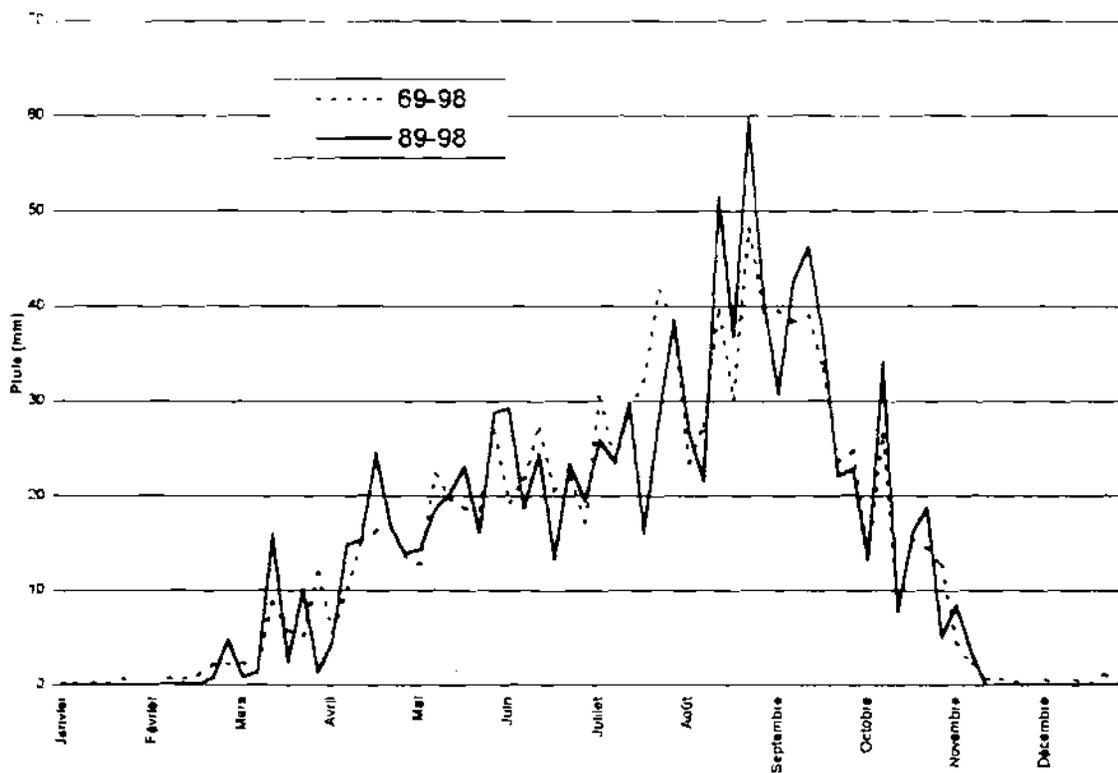
N.B. : Poser quelques questions sur l'utilisation de la fumure organique et son obtention, l'intérêt que procure la présence des arbres dans le champ, la lutte contre l'érosion, la rotation des cultures et leur association

Annexe 2 : Courbes de précipitation

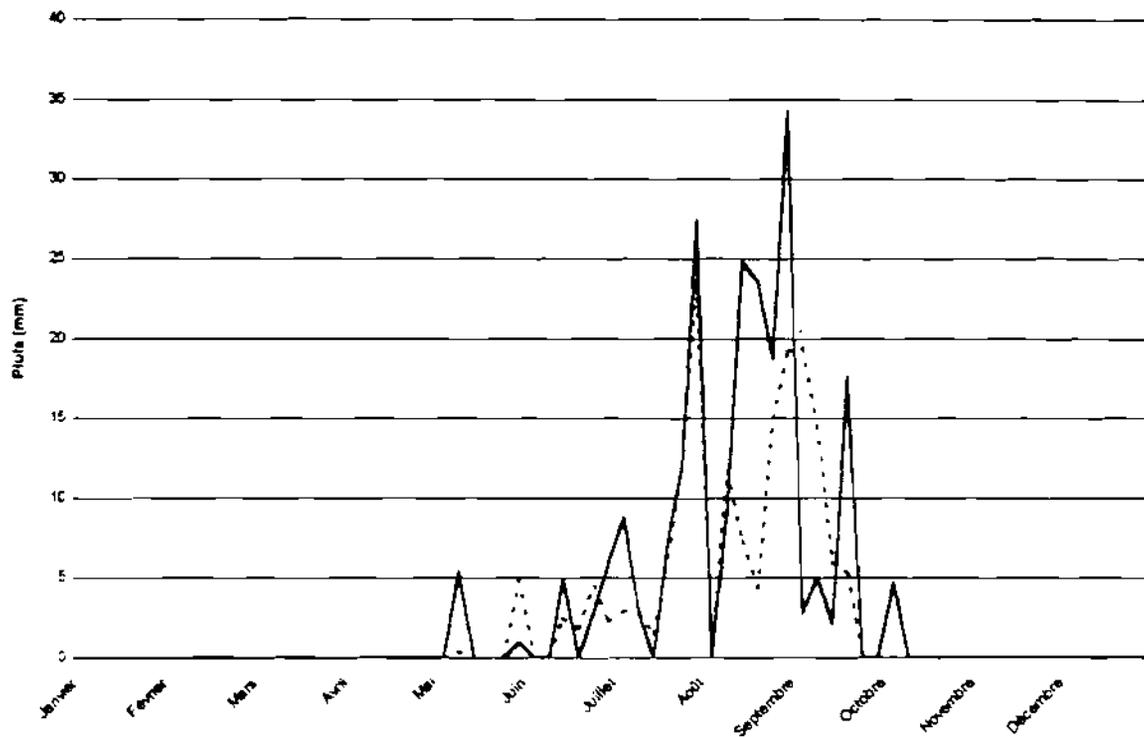
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Batié



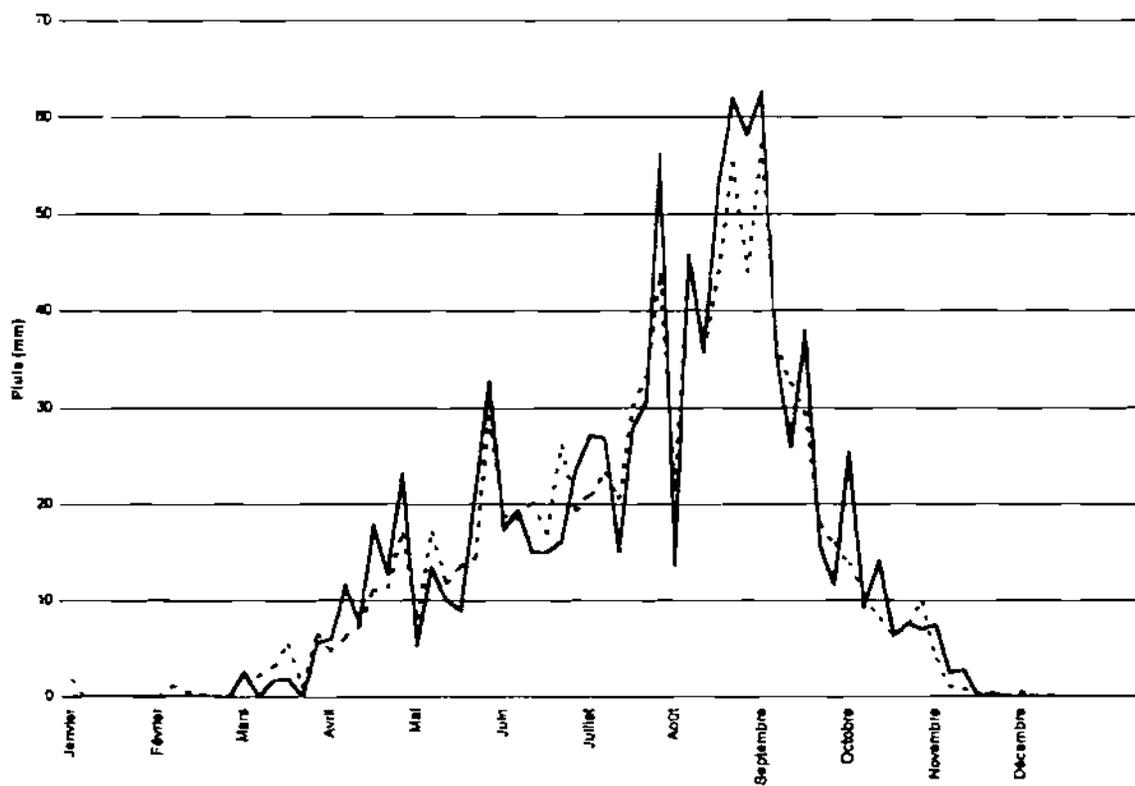
Pluviométrie moyenne à Batié



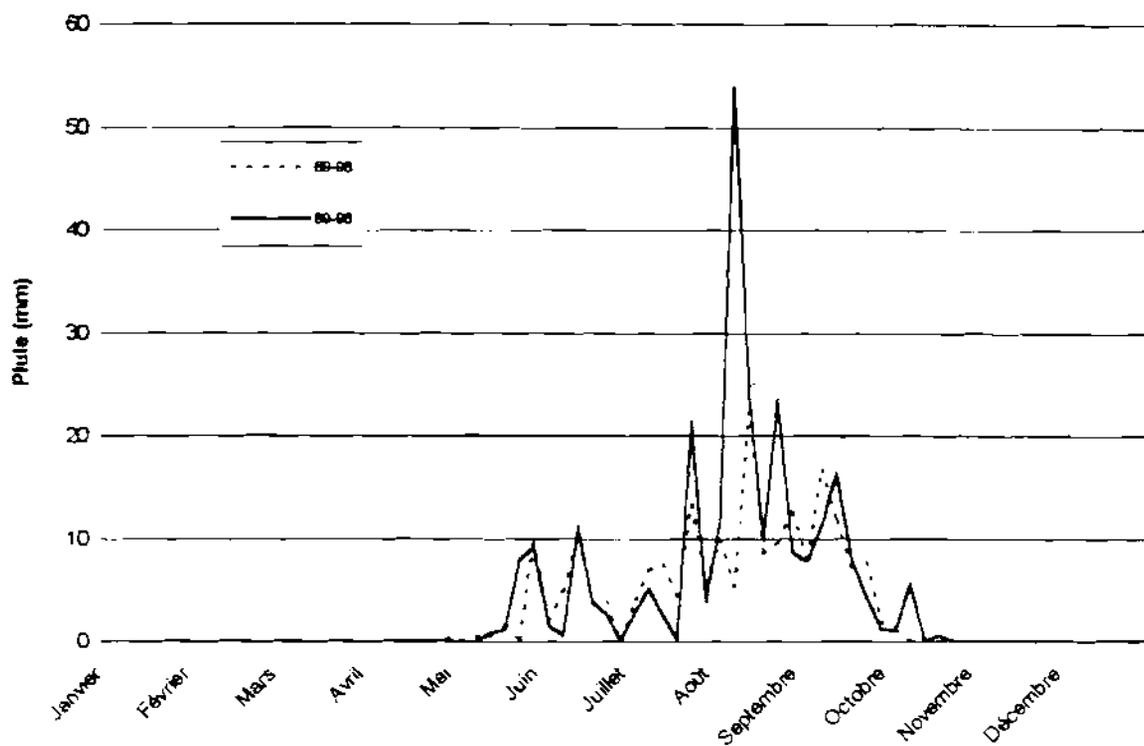
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Diébougou



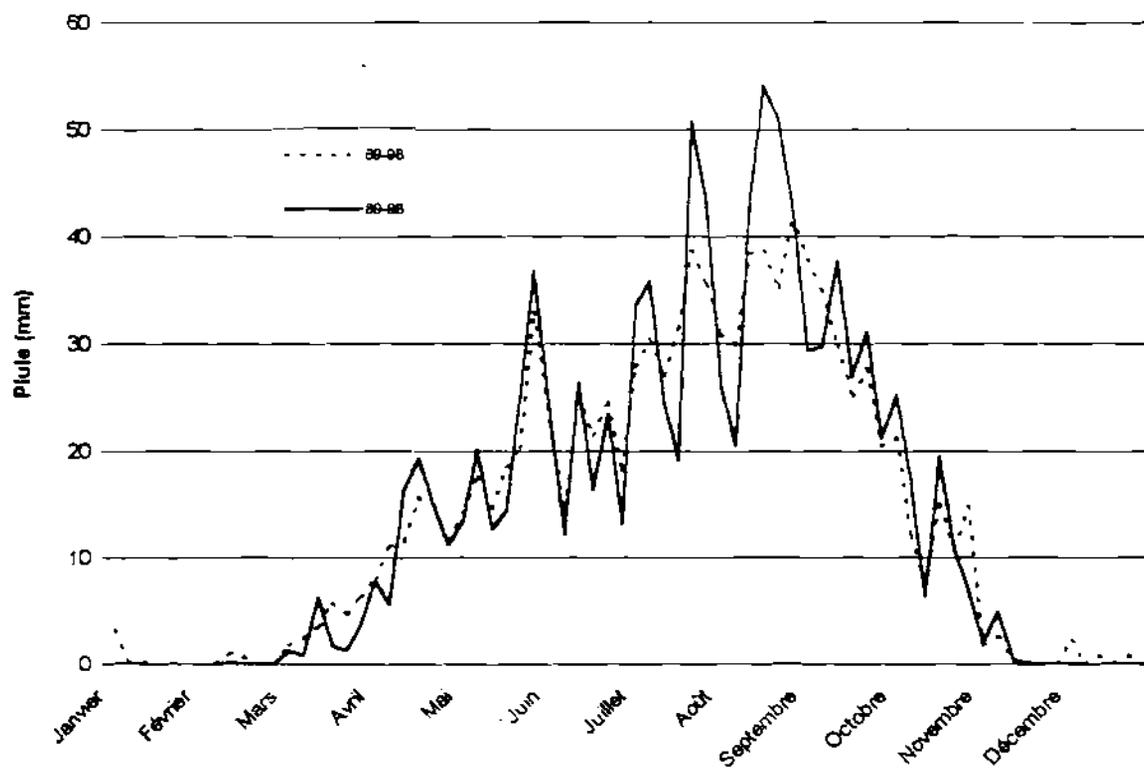
Pluviométrie moyenne à Diébougou



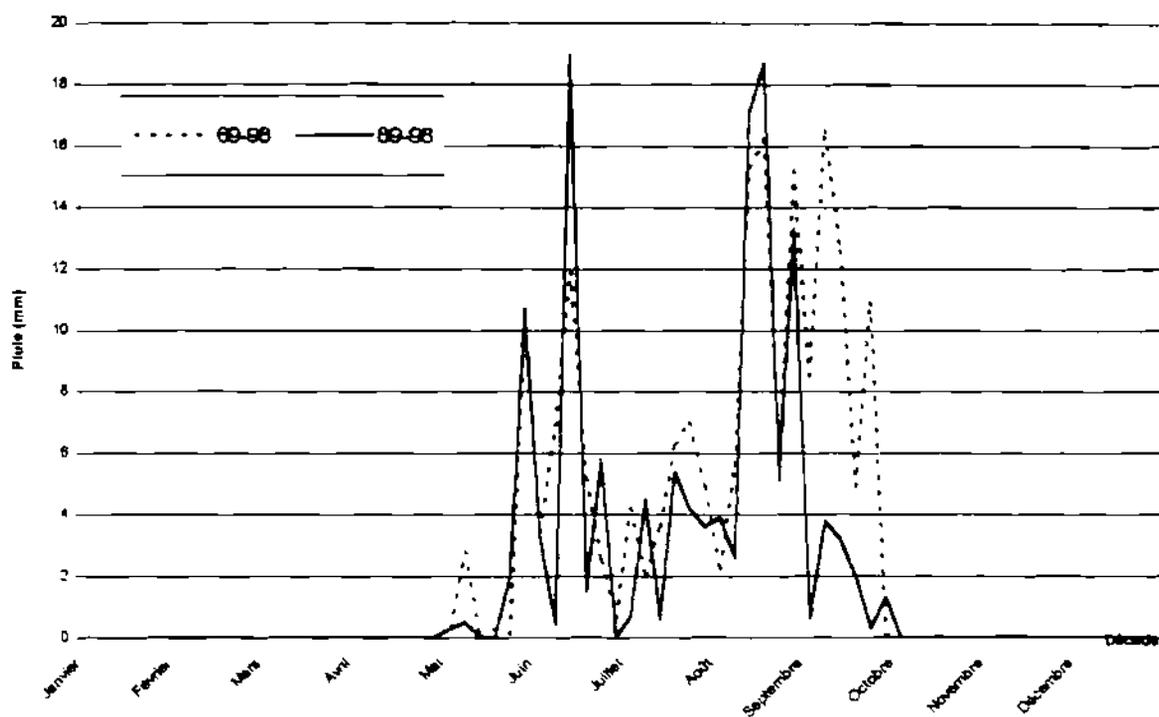
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Gaoua



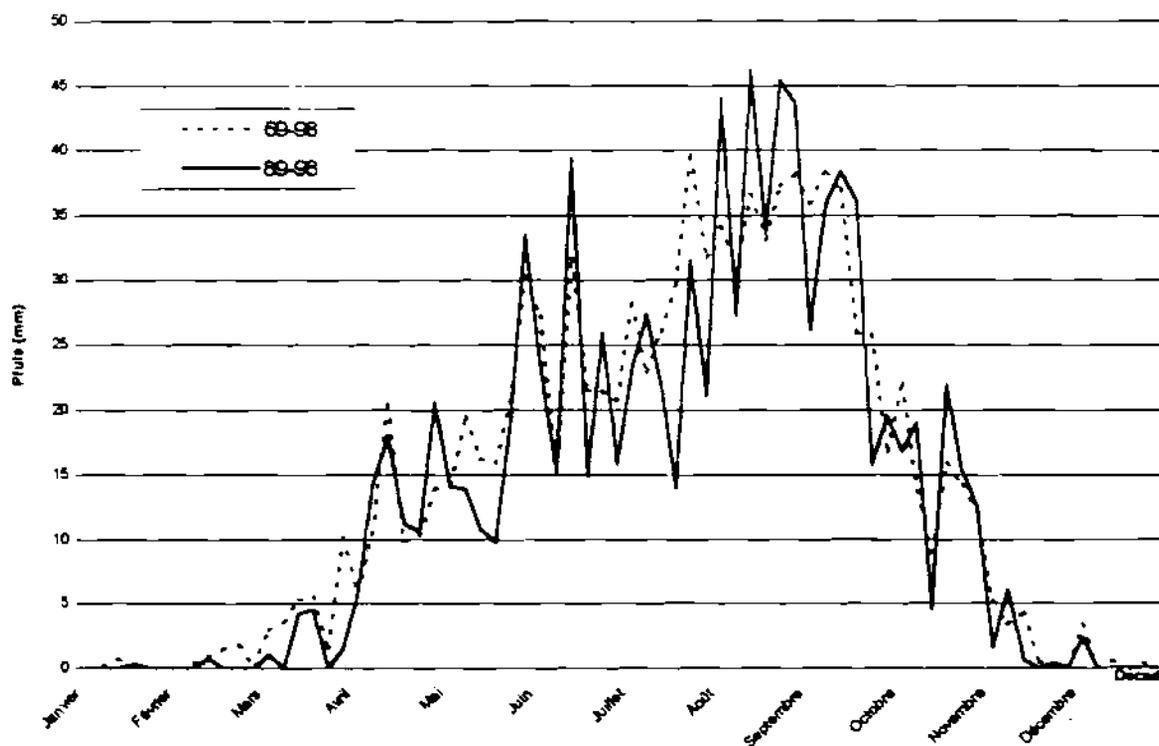
Pluviométrie moyenne à Gaoua



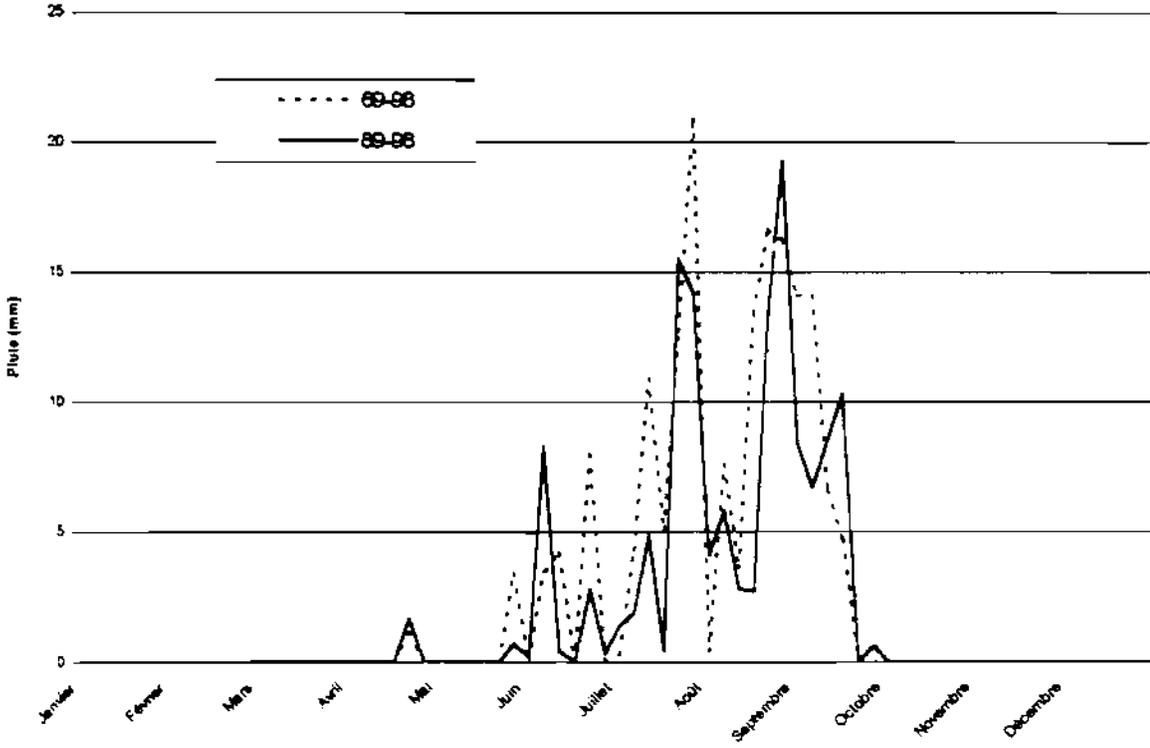
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Kampti



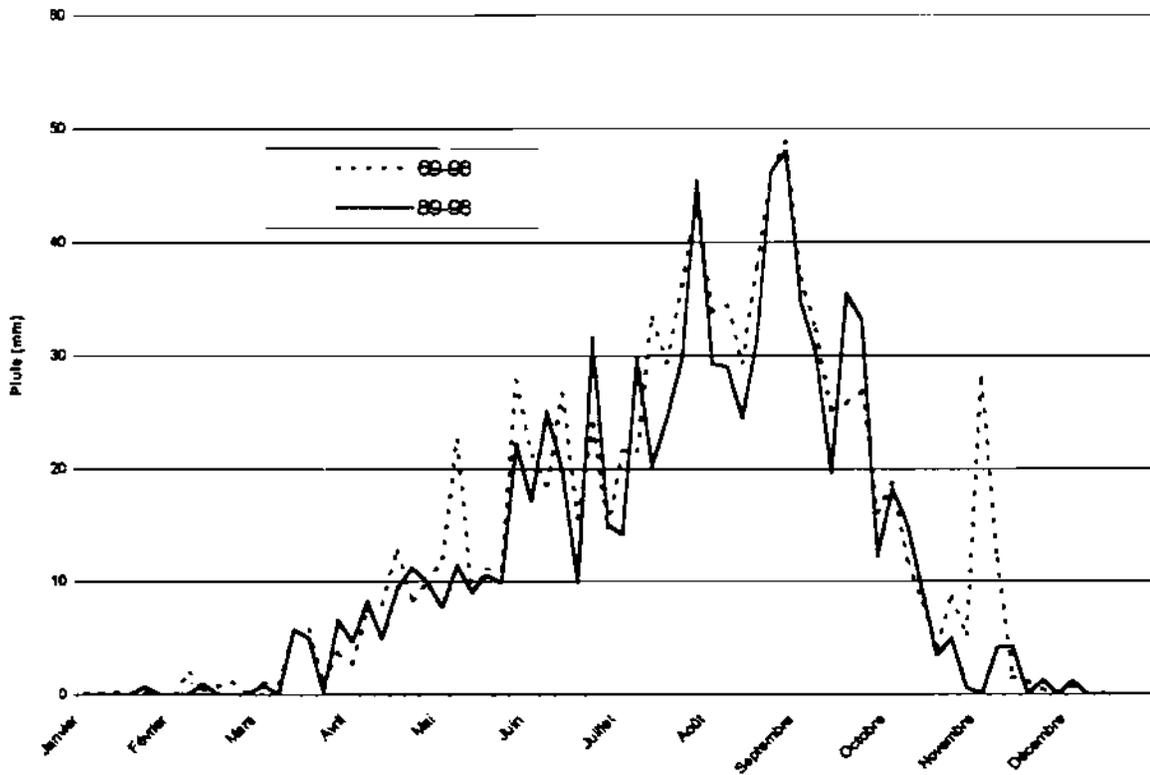
Pluviométrie moyenne à Kampti



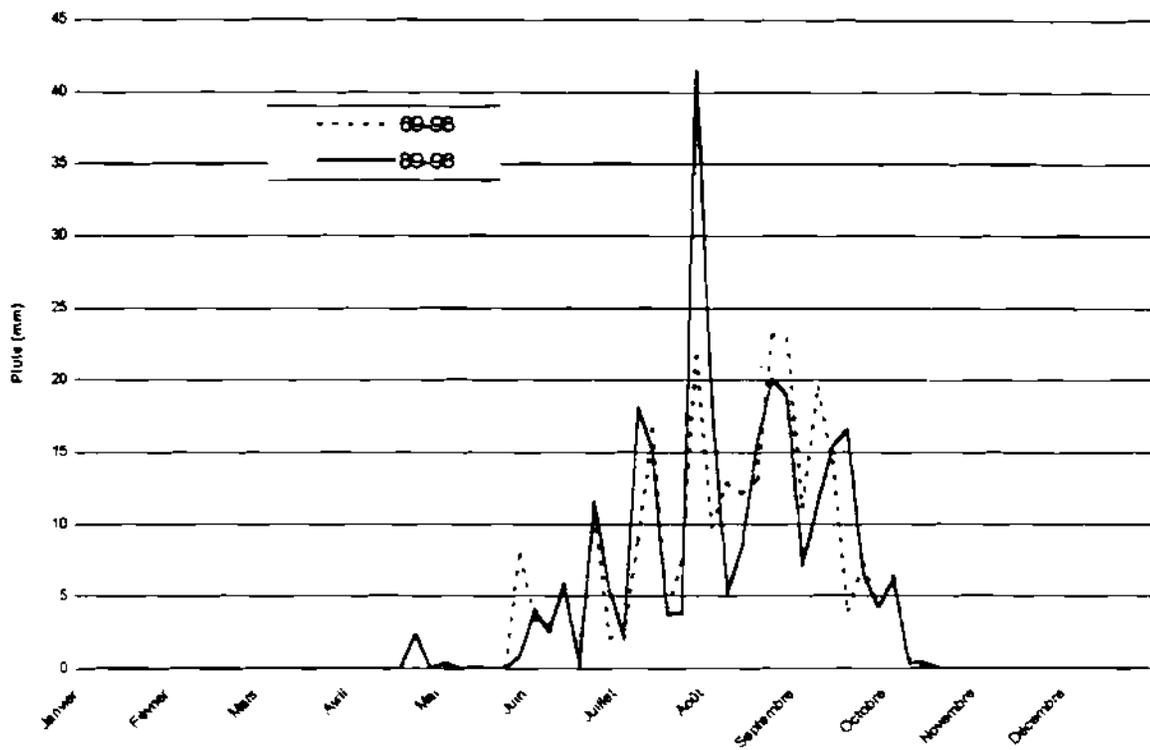
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Banfora



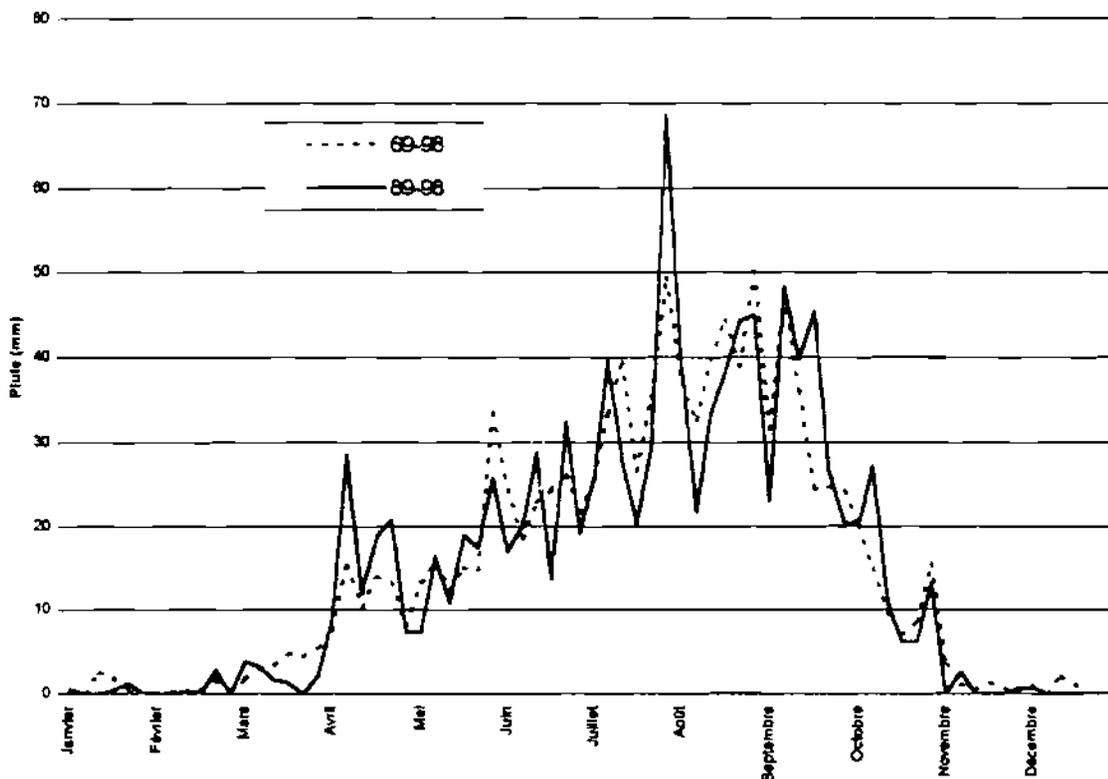
Pluviométrie moyenne à Banfora



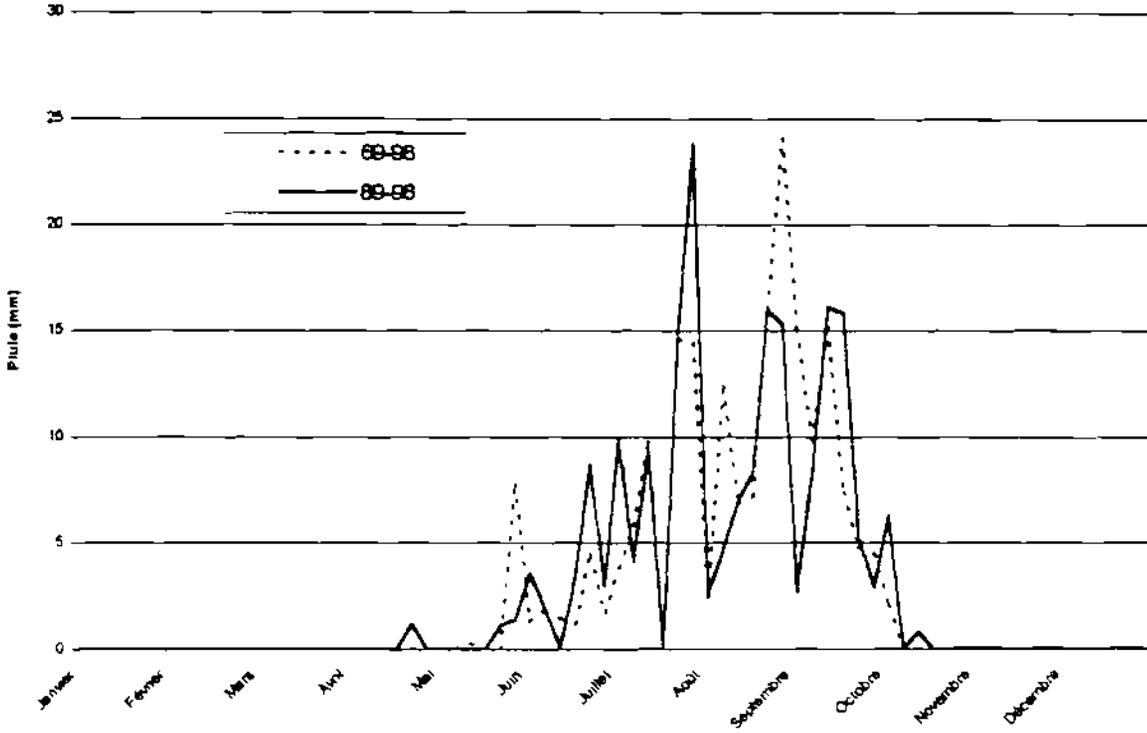
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Niangoloko



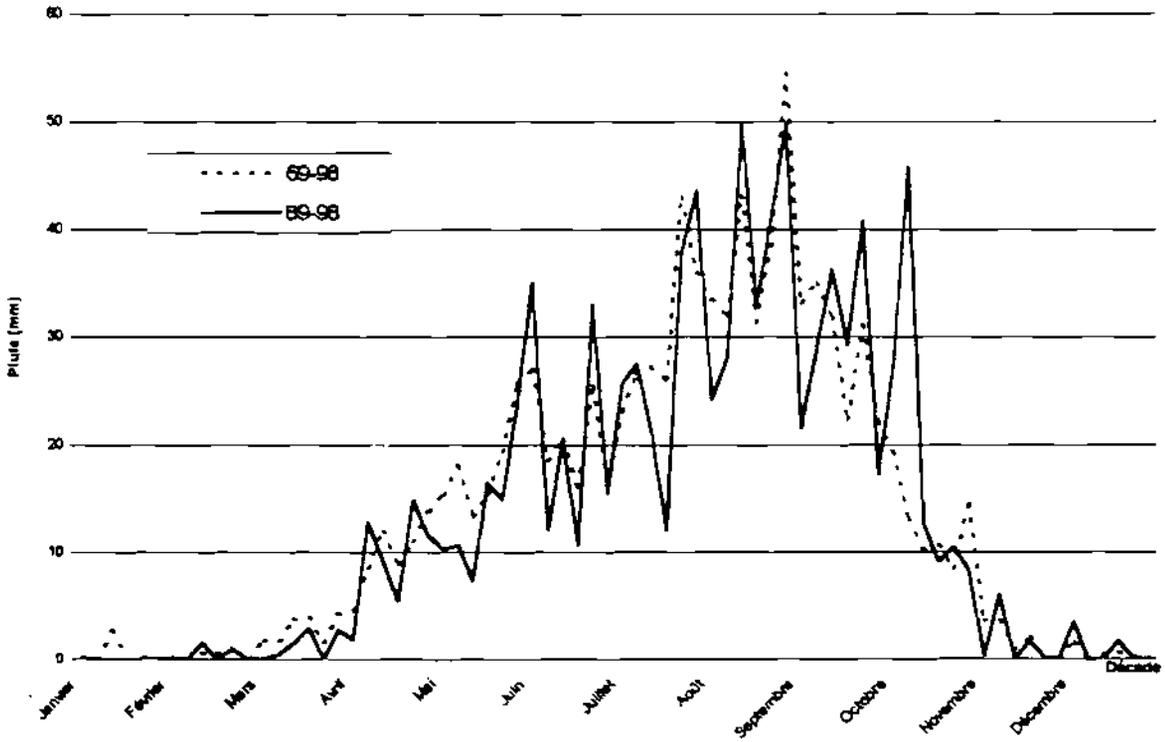
Pluviométrie moyenne à Niangoloko



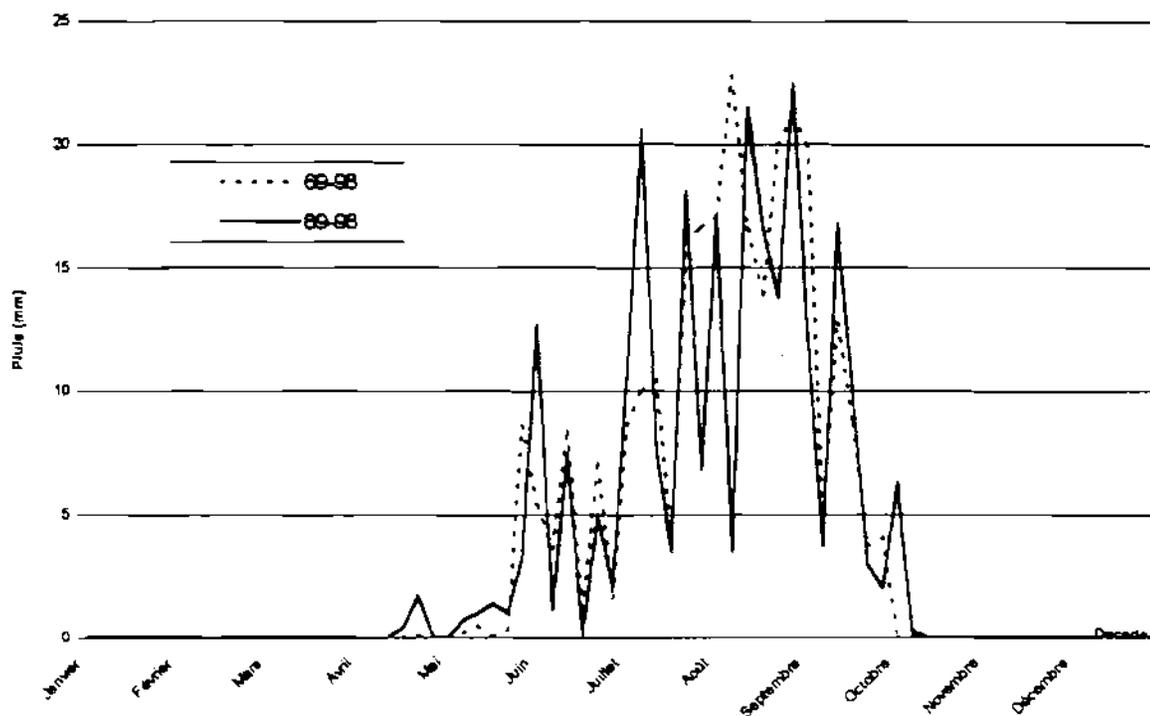
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Sideradougou



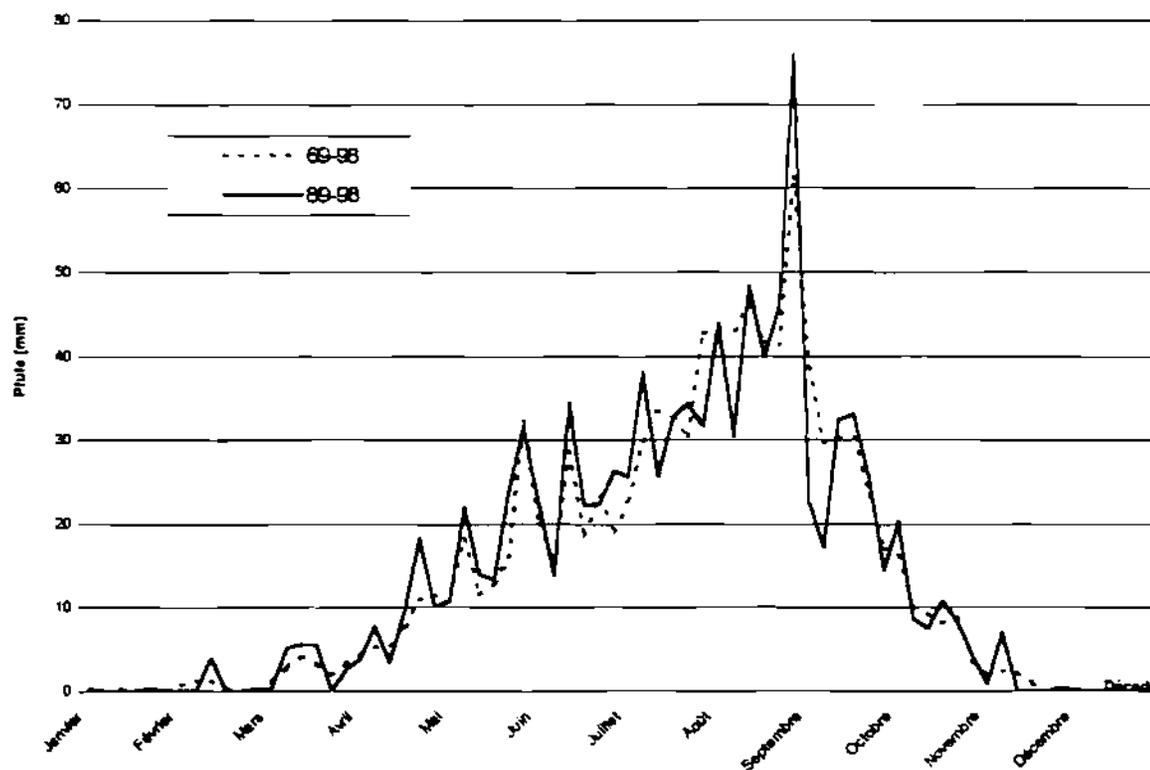
Pluviométrie moyenne à Sideradougou



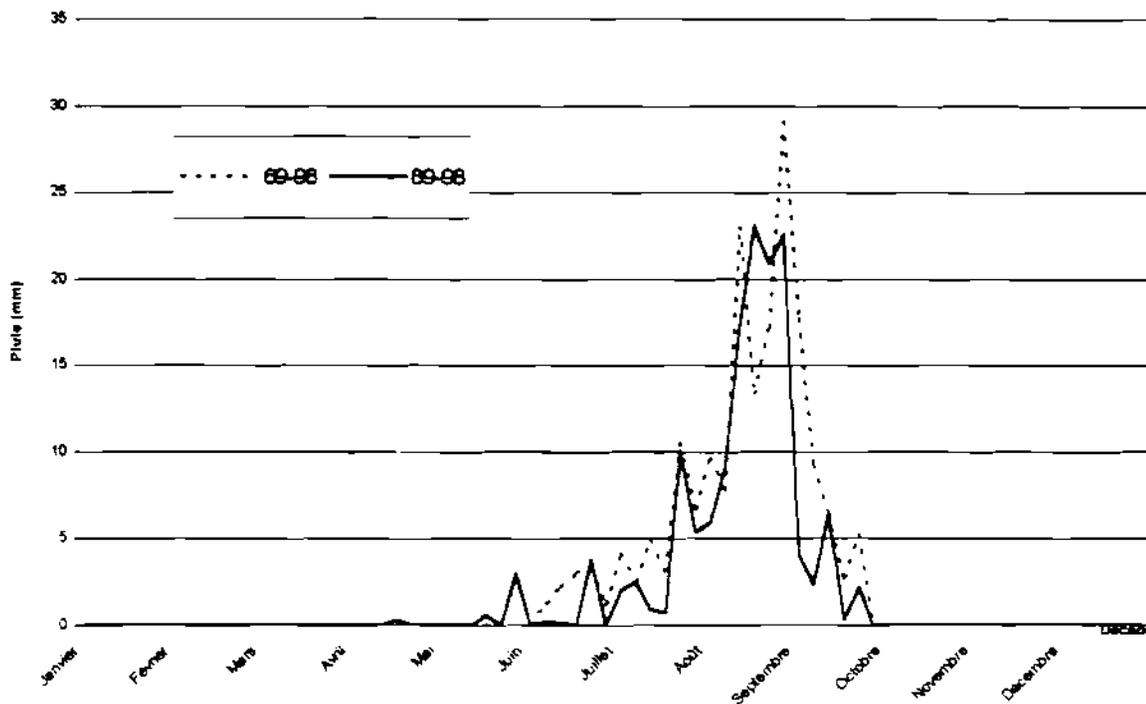
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Bobo-Dioulasso



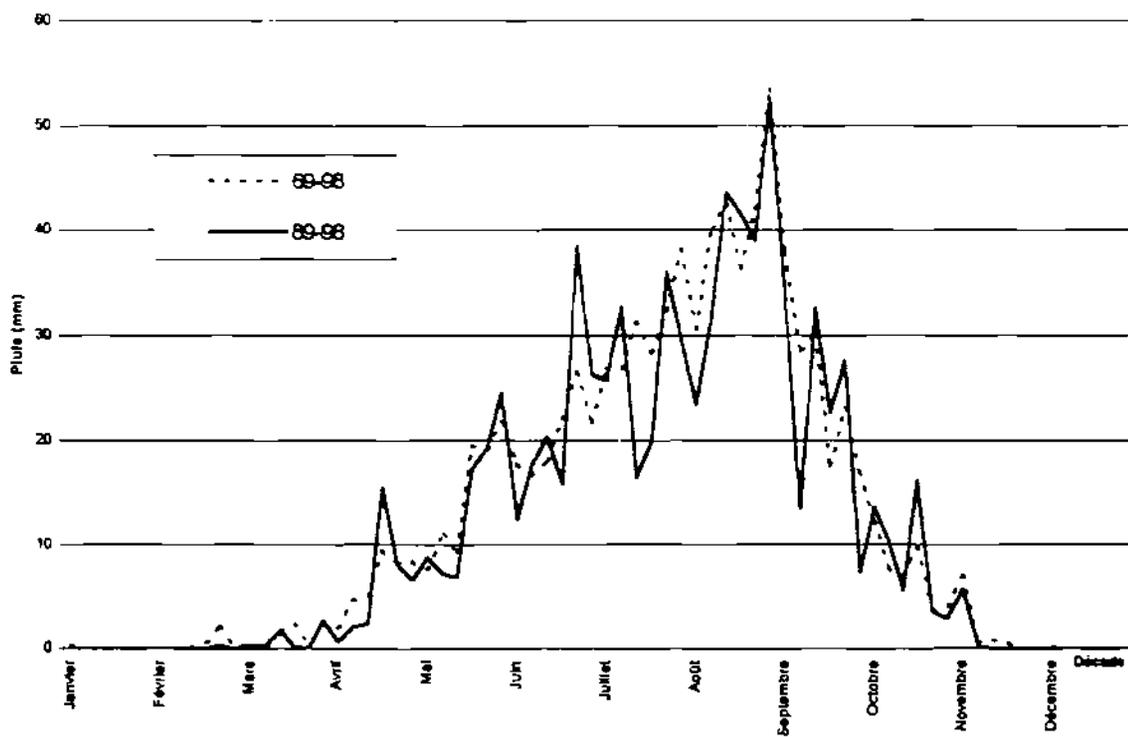
Pluviométrie moyenne à Bobo-Dioulasso



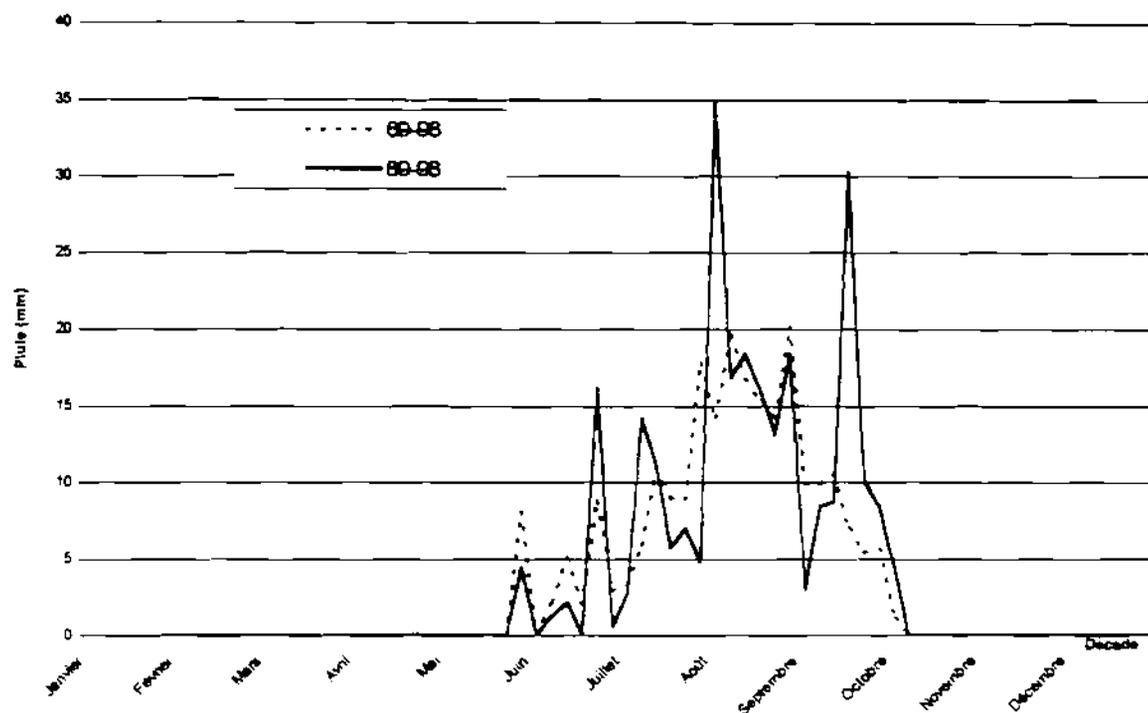
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Houndé



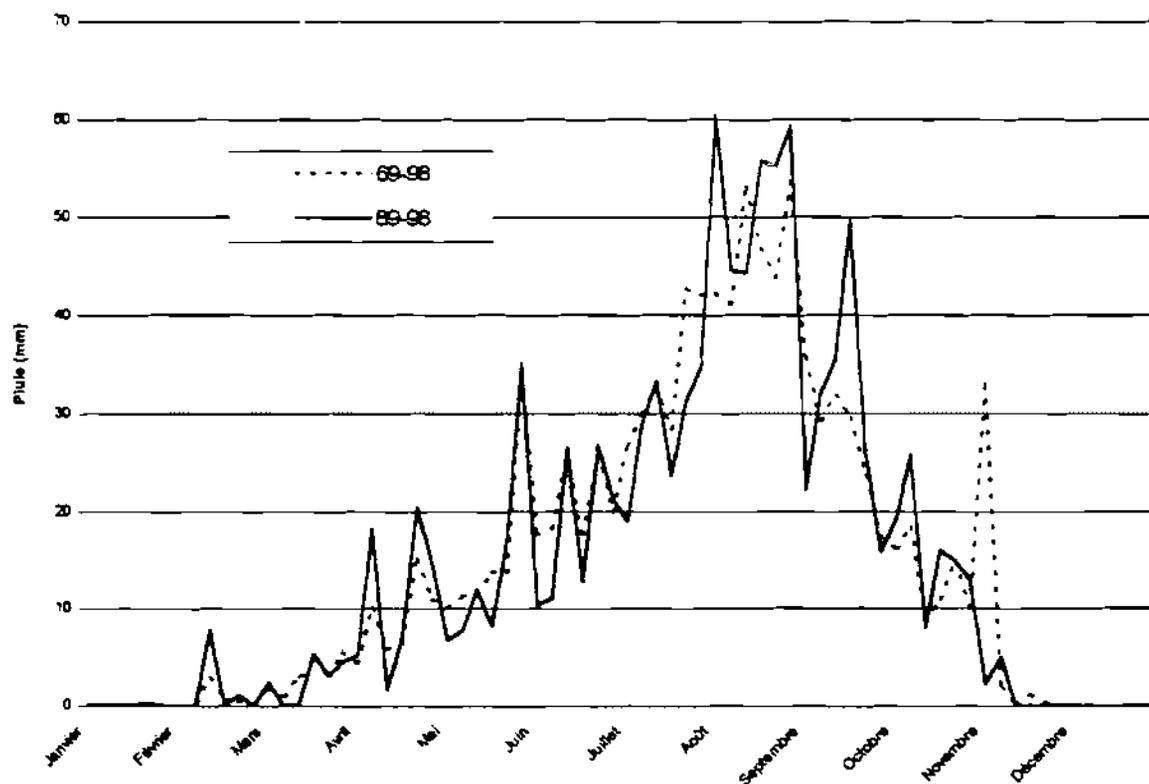
Pluviométrie moyenne à Houndé



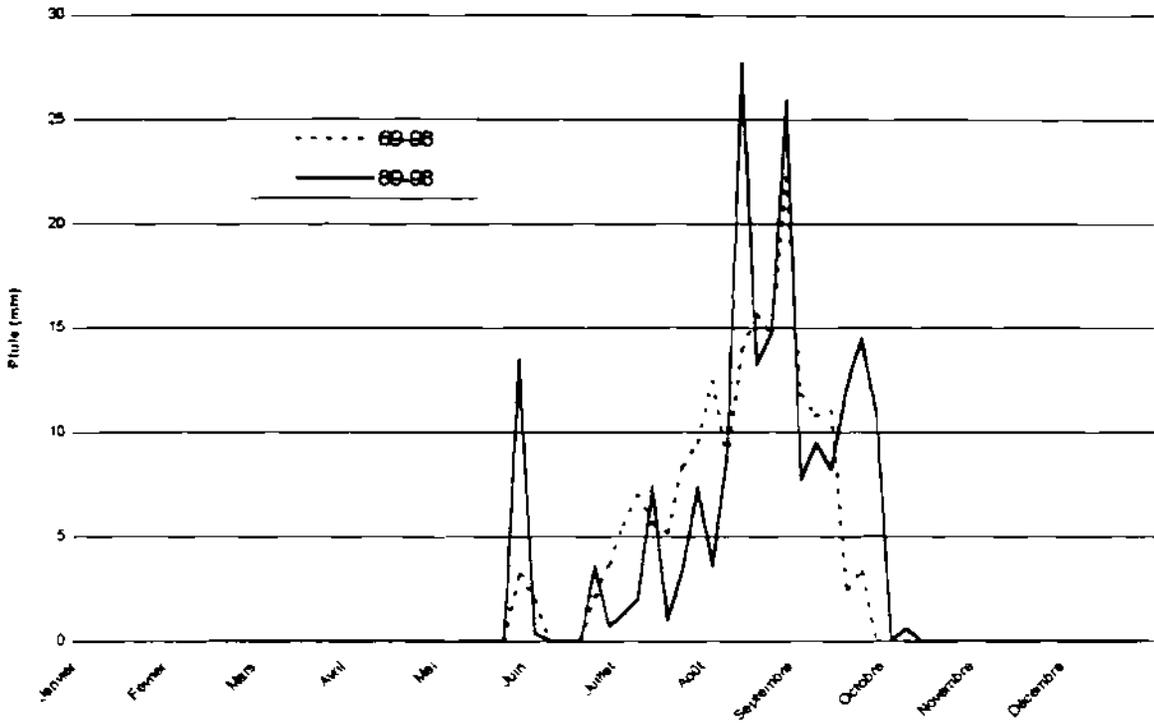
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Oro dara



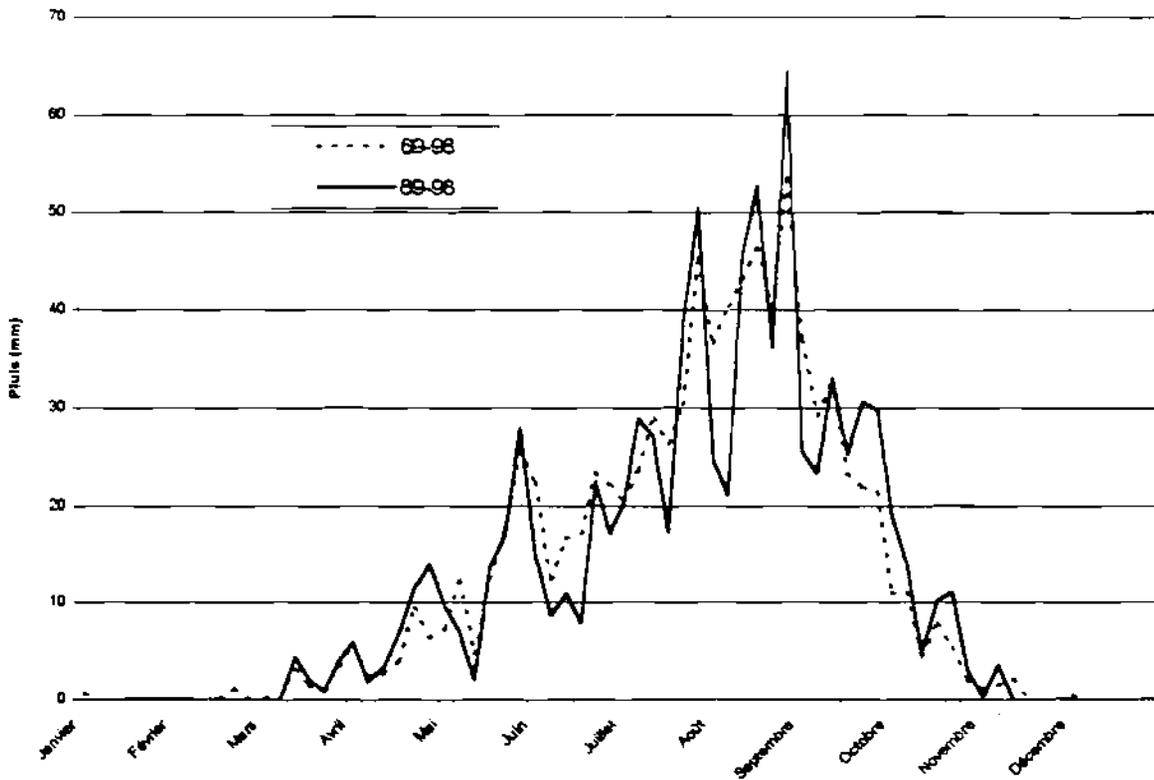
Pluviométrie moyenne à Oro dara



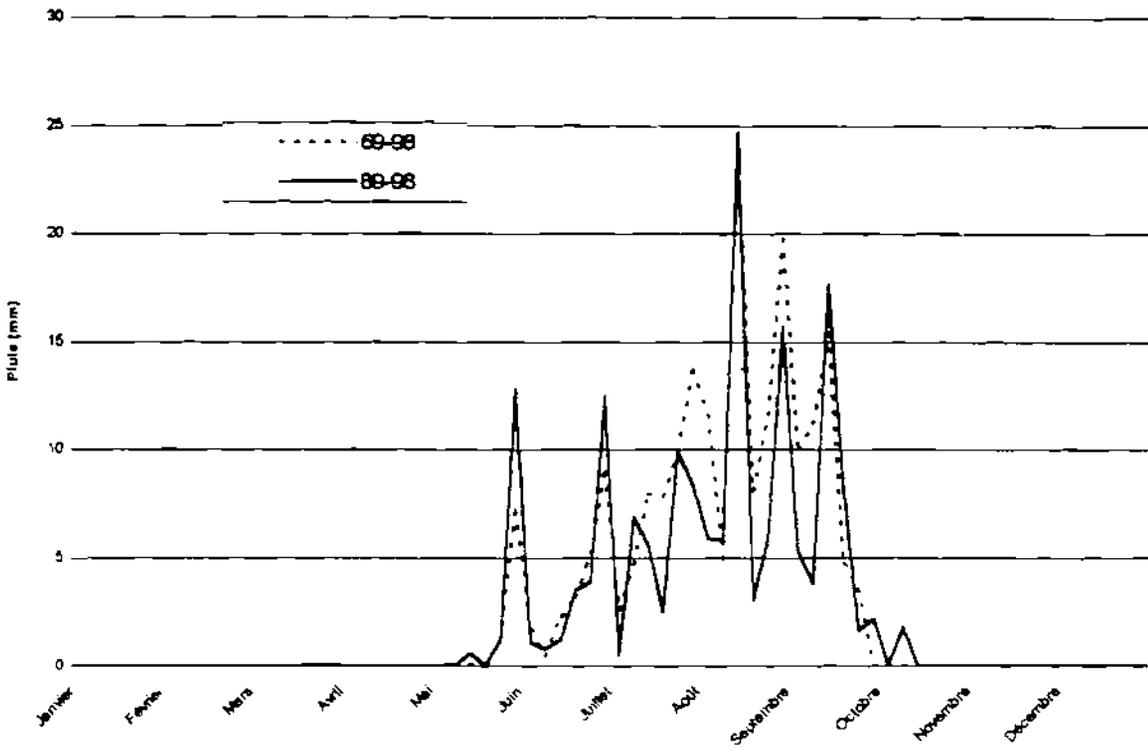
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Bagassi



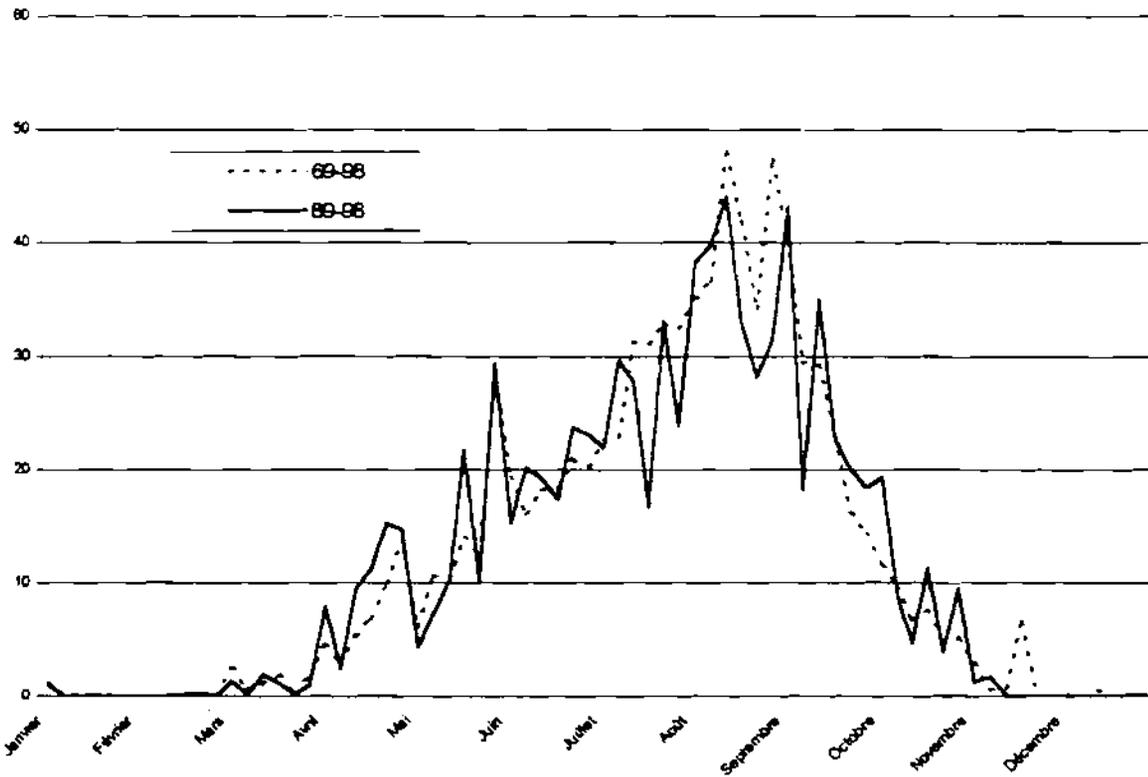
Pluviométrie moyenne à Bagassi



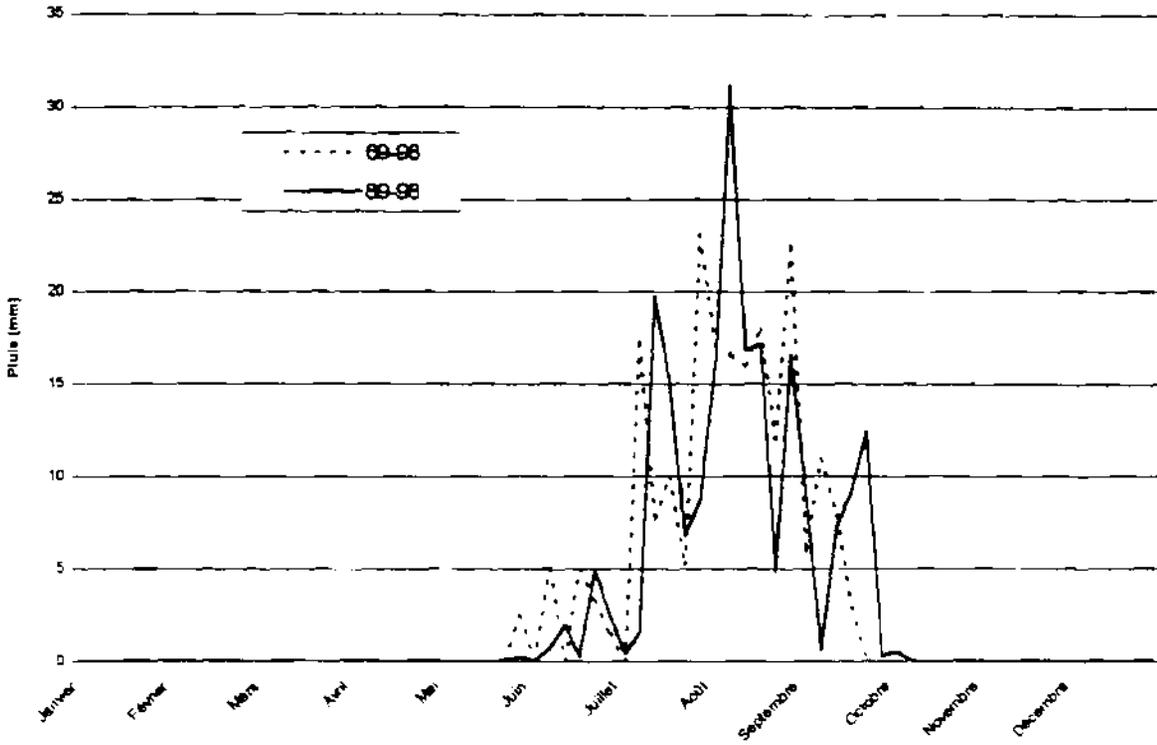
Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Boromo



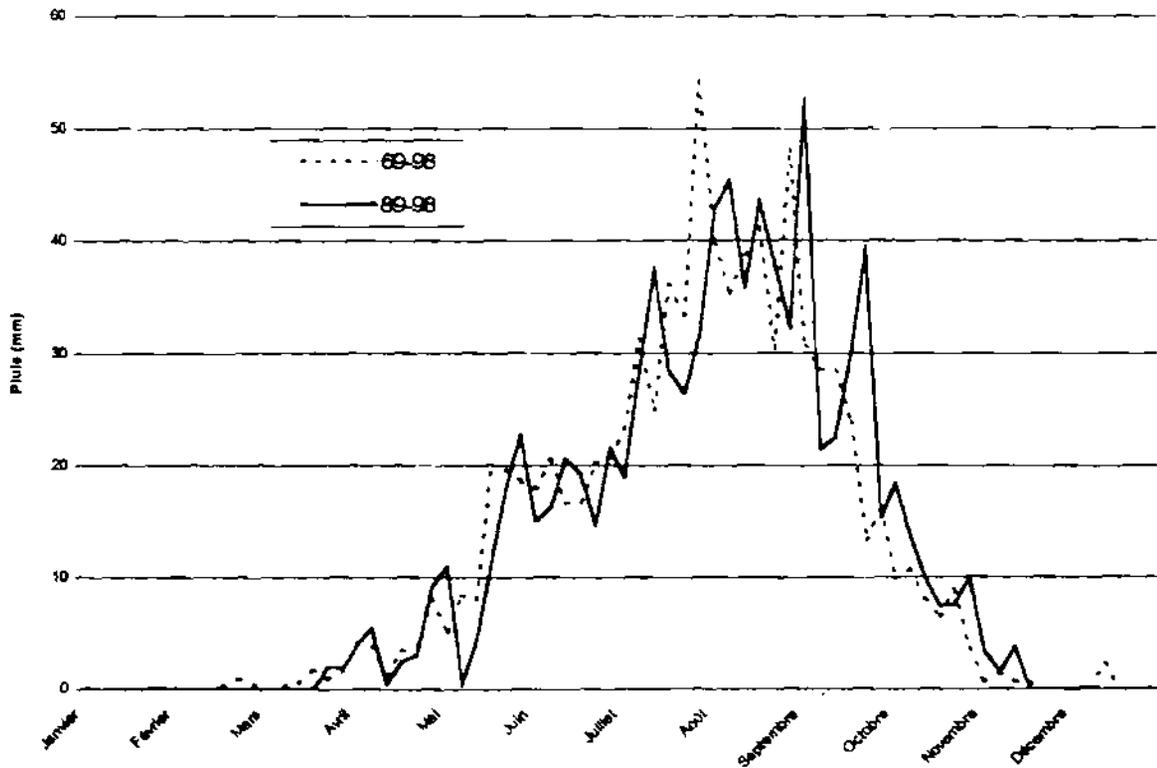
Pluviométrie moyenne à Boromo



Pluviométrie d'occurrence 8 ans sur 10 à Solenzo



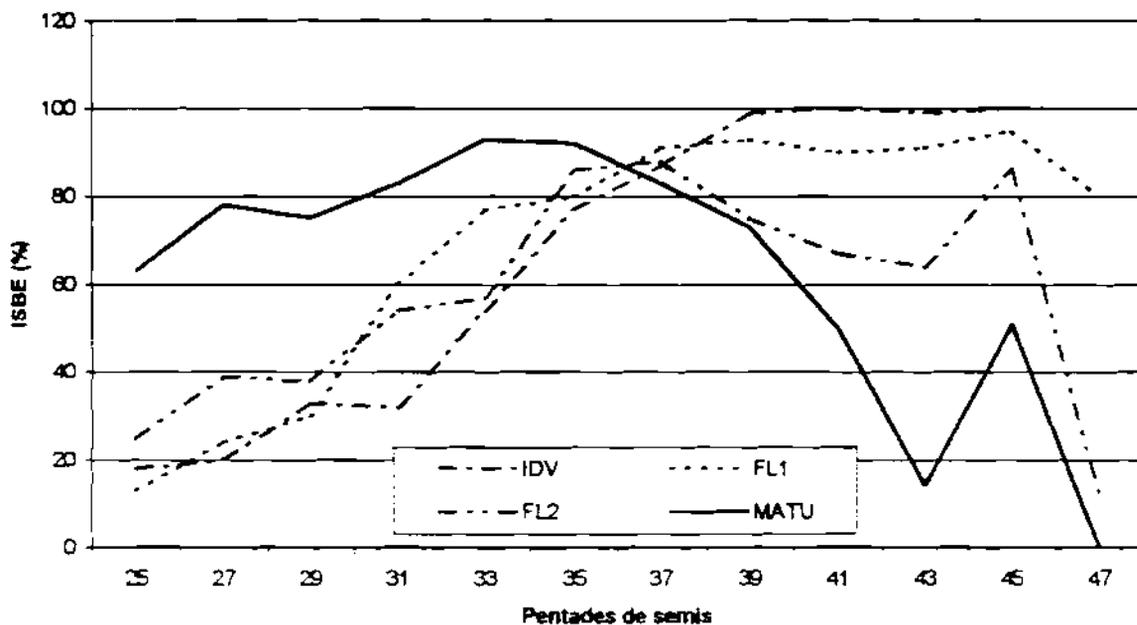
Pluviométrie moyenne à Solenzo



Annexe 3 : Courbes de satisfaction des besoins en eau des cultures

Satisfaction des besoins en eau du maïs 90 jours

Bagassi RU 60 mm

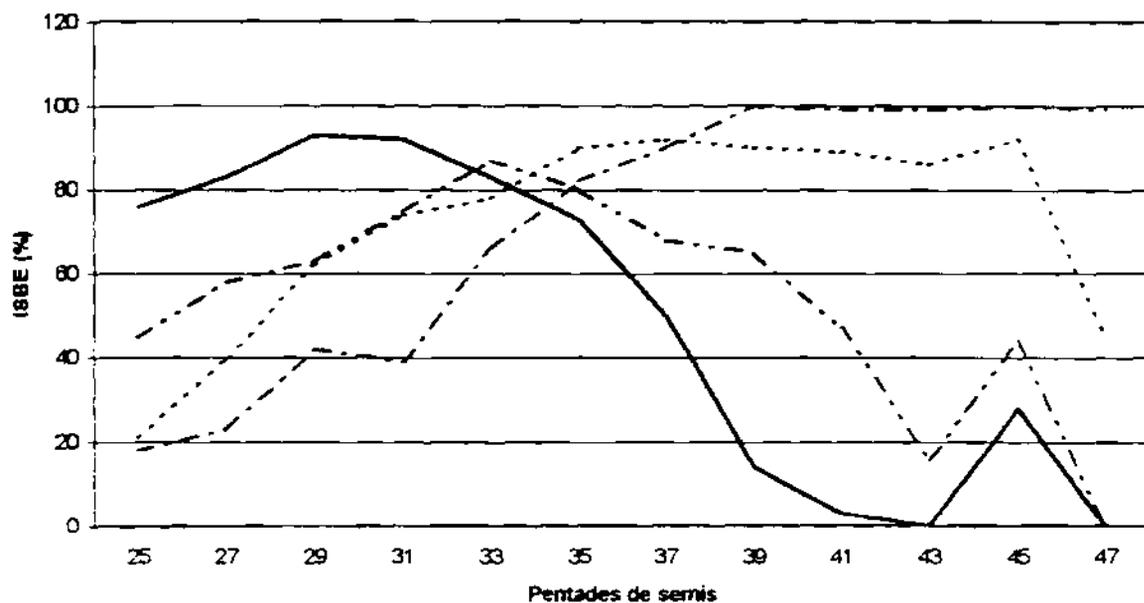


Bagassi RU 120 mm

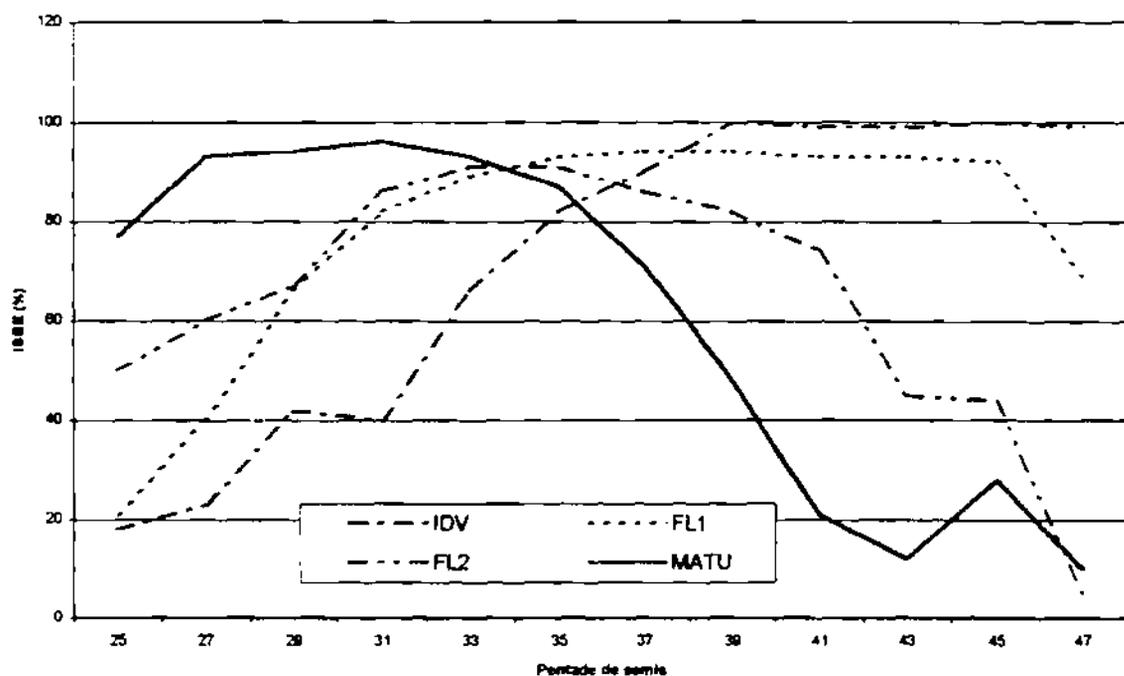


Satisfaction des besoins en eau du maïs 110 jours

Bagassi

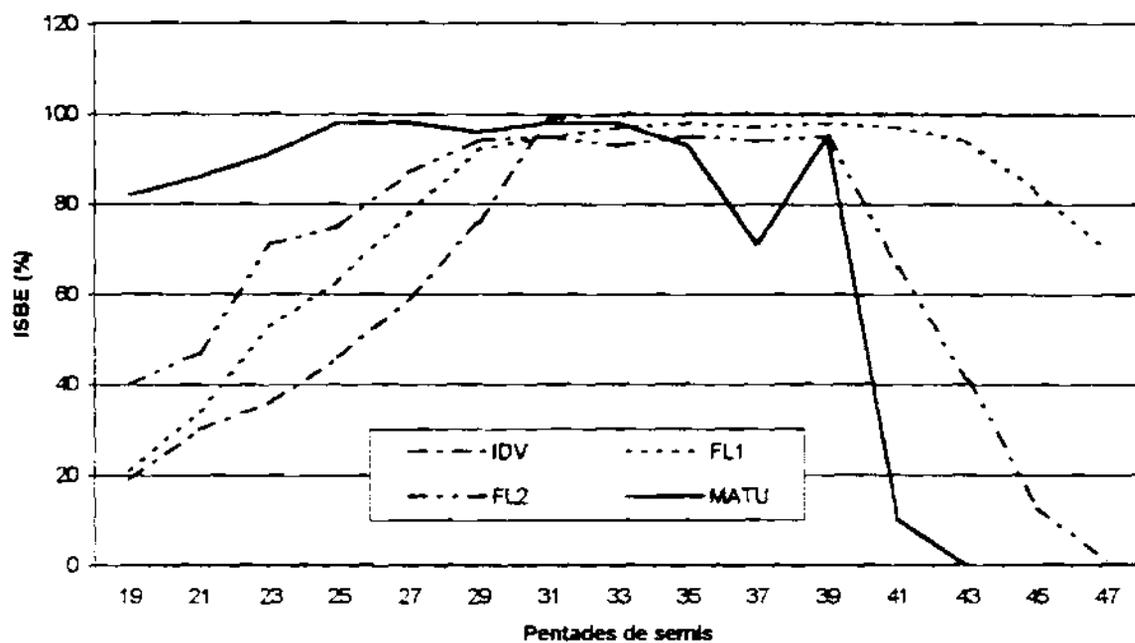


Bagassi RU 120 mm

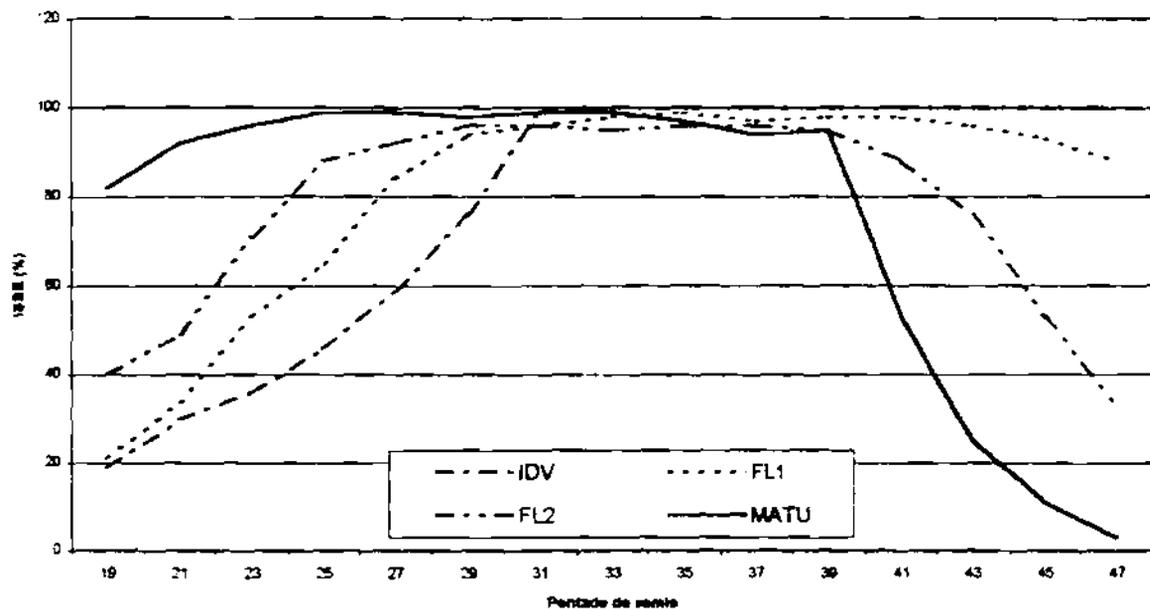


Satisfaction des besoins en eau du maïs 110 jours

Sidéradougou RU 60 mm

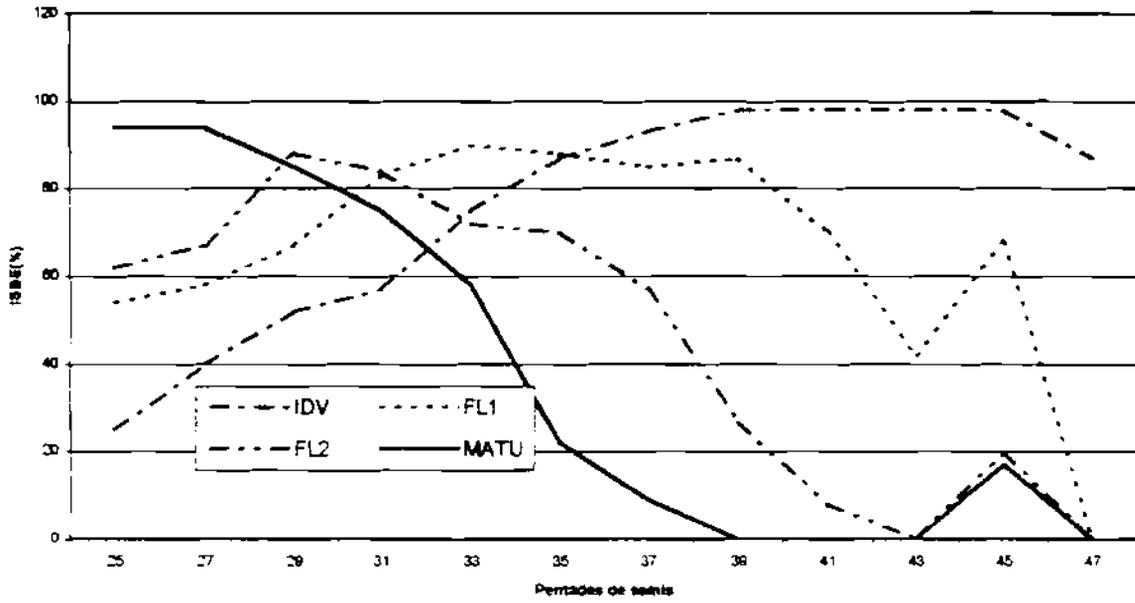


Sidéradougou RU 120 mm

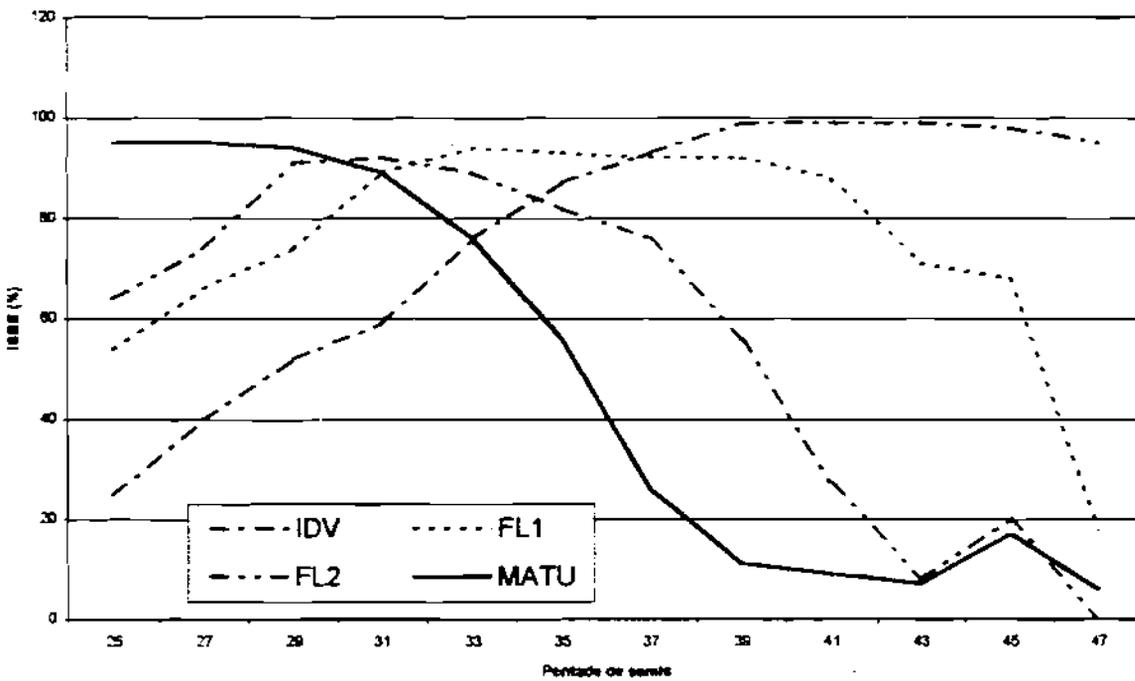


Satisfaction des besoins en eau du maïs 130 jours

Bagassi RU 60 mm

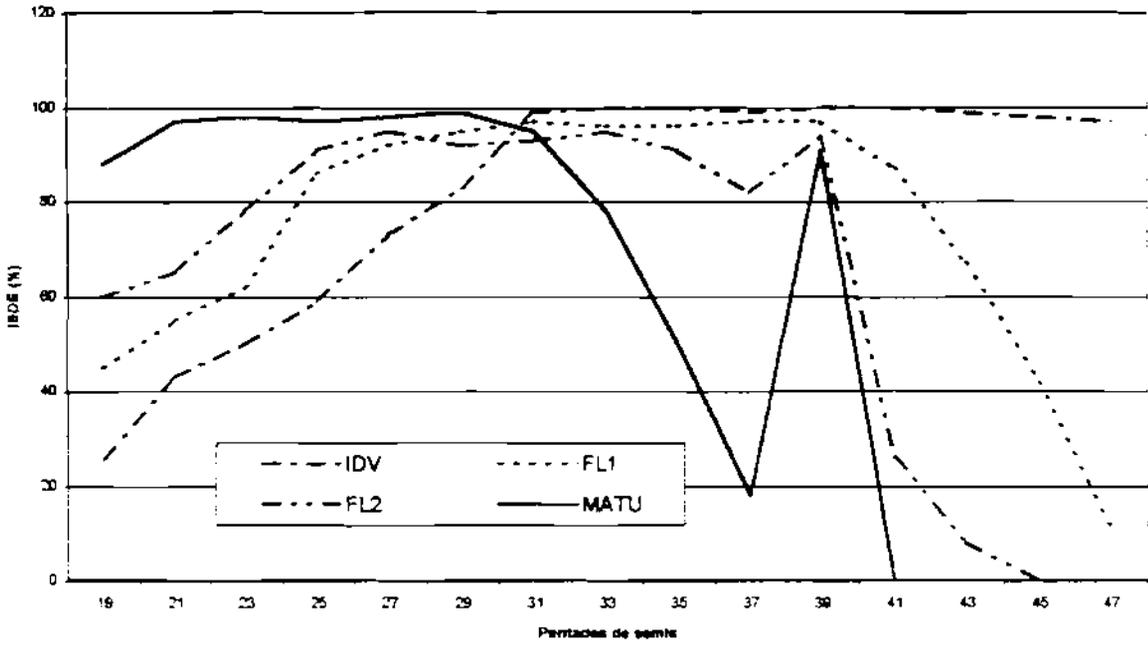


Bagassi RU 120 mm

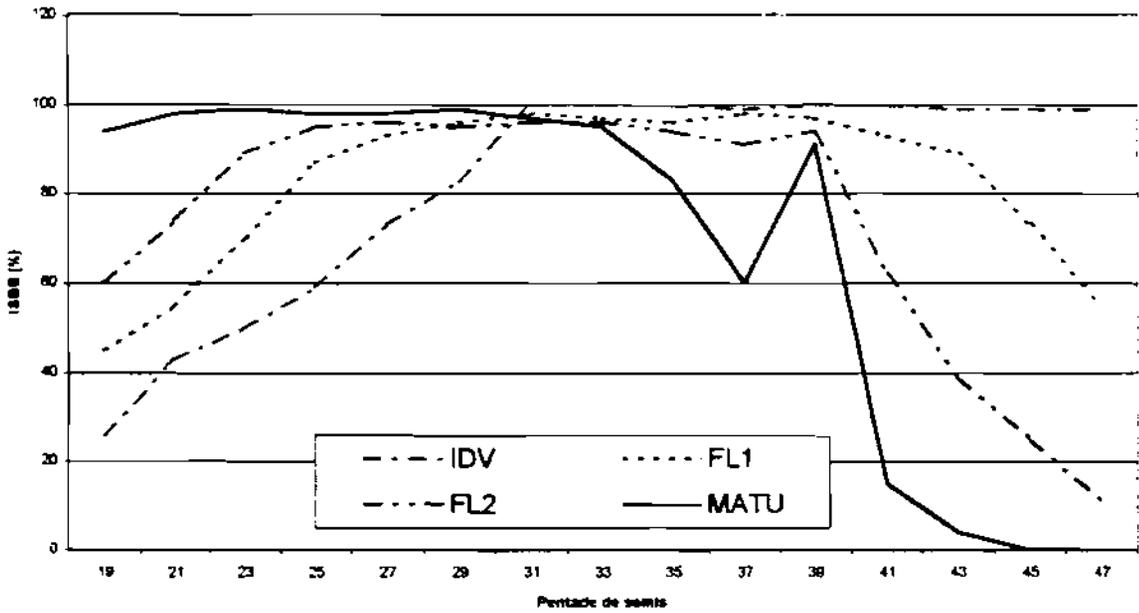


Satisfaction des besoins en eau du maïs 130 jours

Sideradougou RU 60 mm

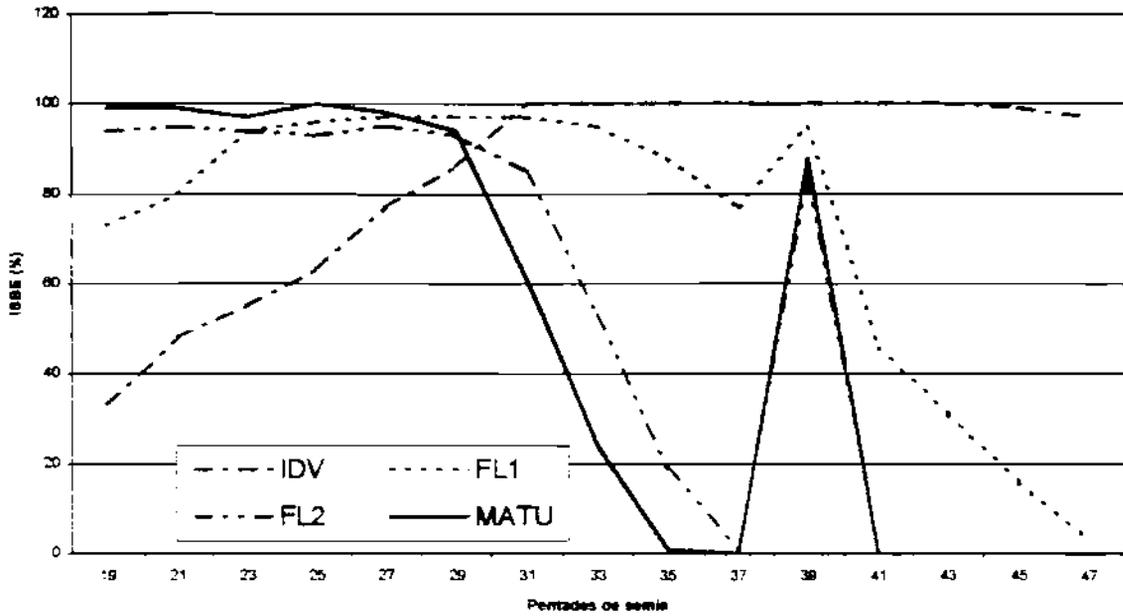


Sideradougou RU 120 mm

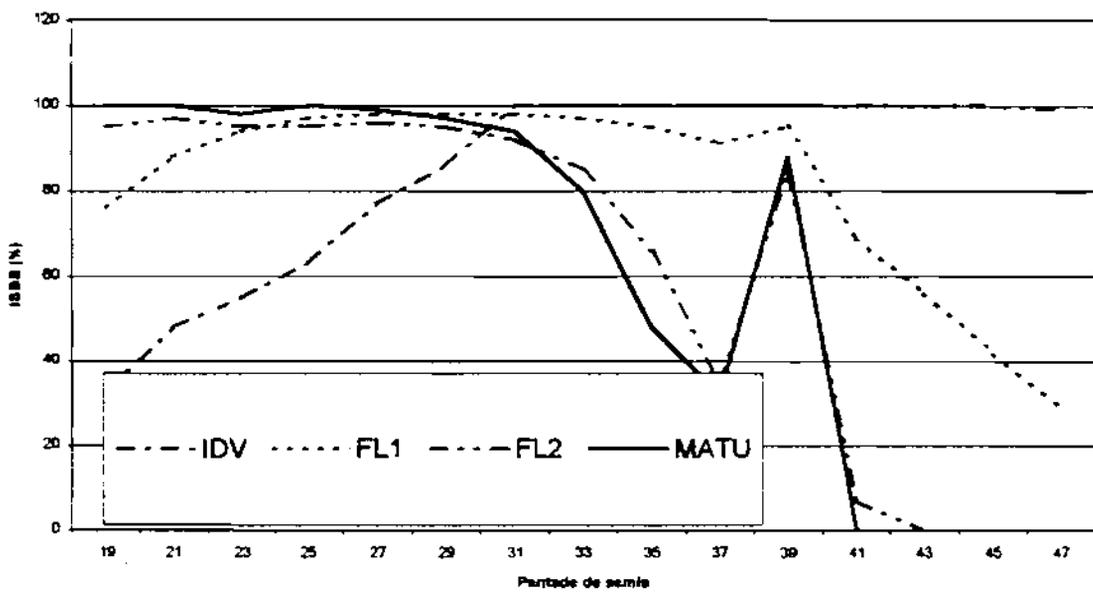


Satisfaction des besoins en eau du coton 135 jours

Sideradougou RU 60 mm

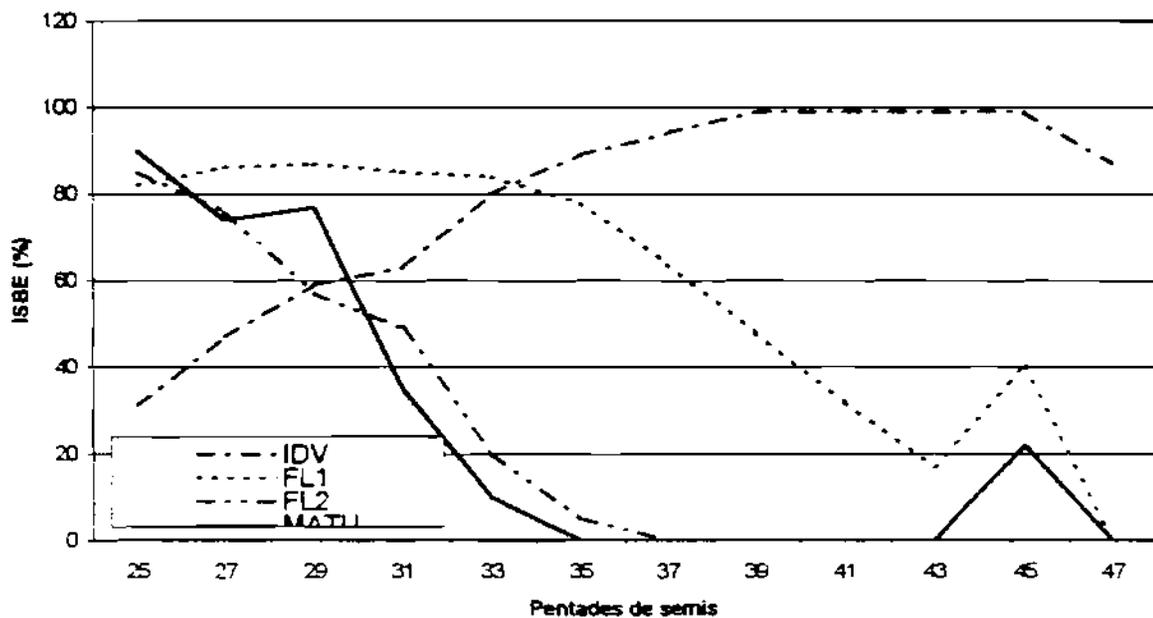


Sideradougou RU 120 mm

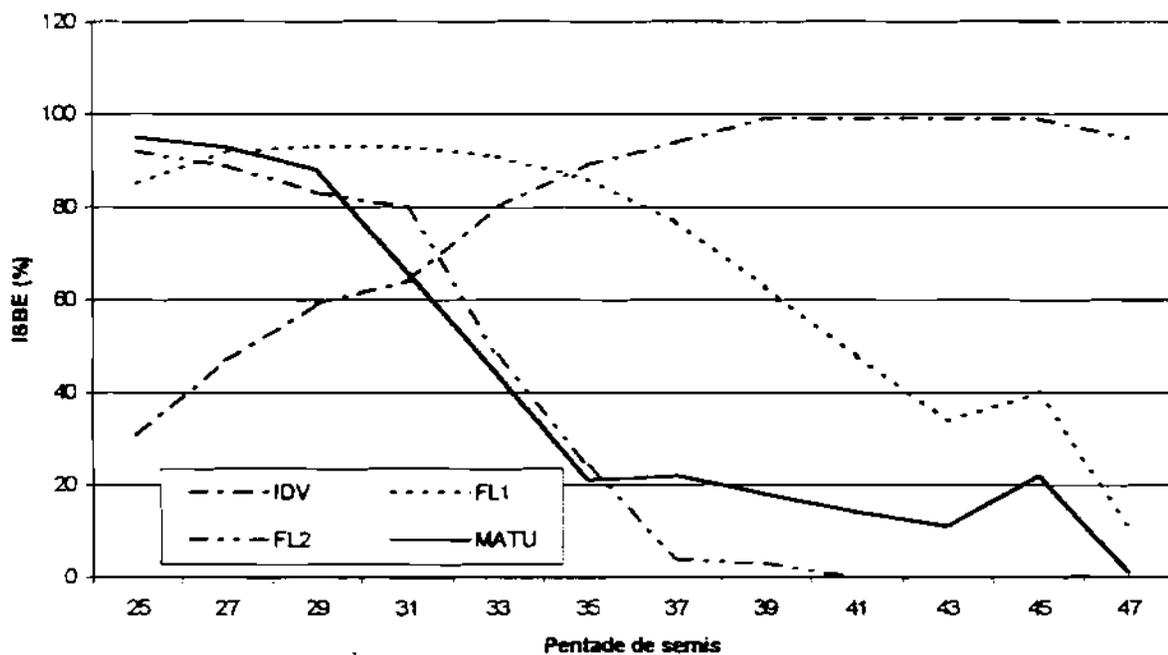


Satisfaction des besoins en eau du coton 135 jours

Bagassi RU 60 mm

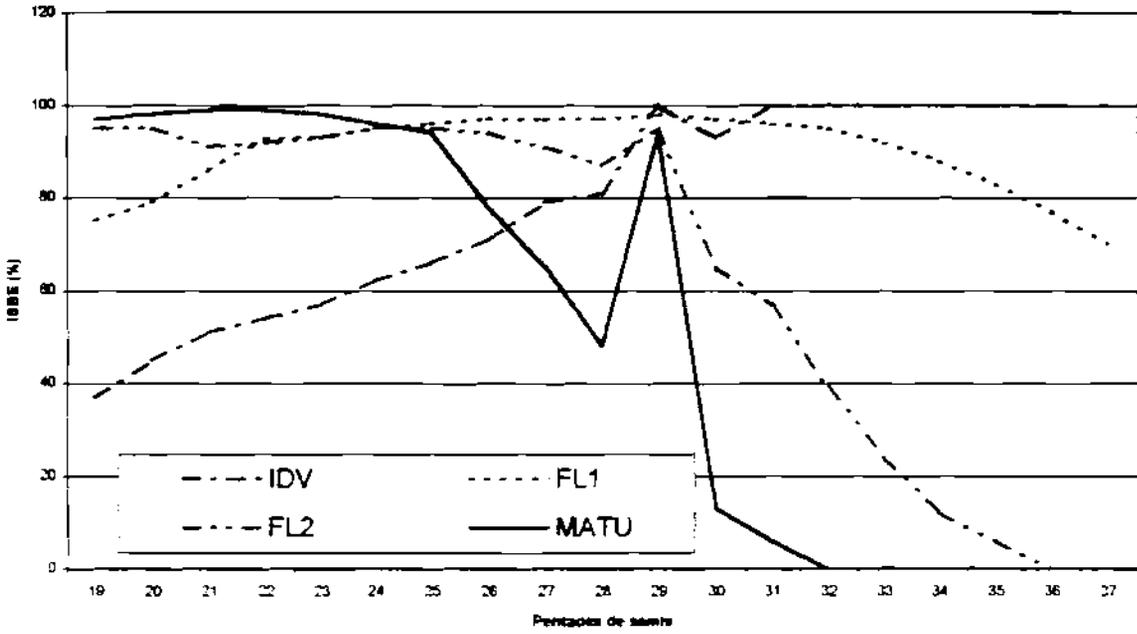


Bagassi RU 120 mm

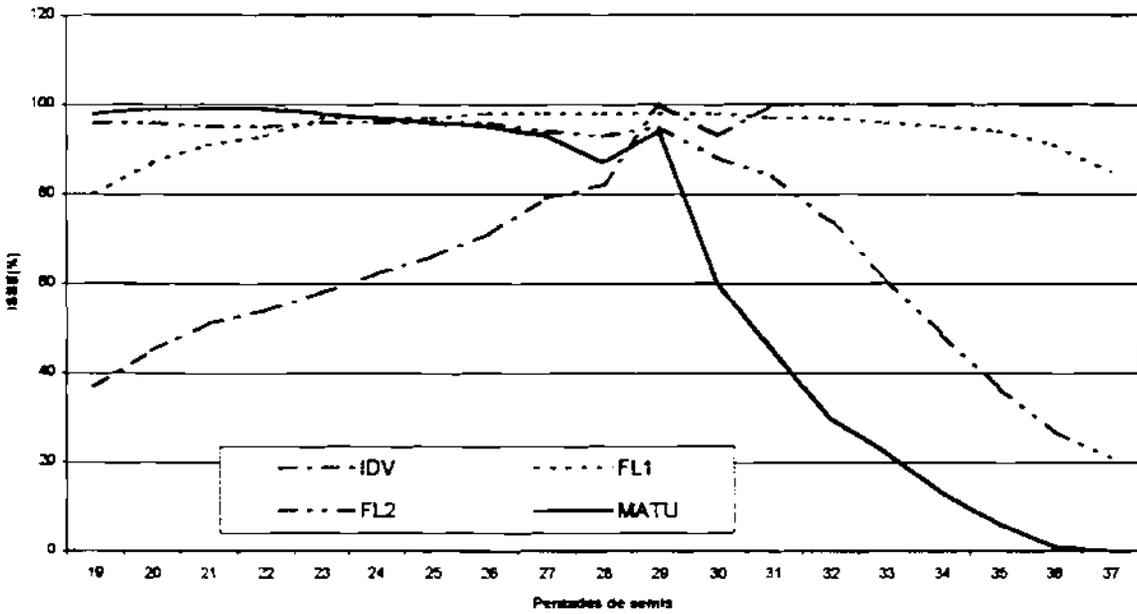


Satisfaction des besoins en eau du coton 160 jours

Sidéradougou RU 60 mm



Sidéradougou RU 120 mm



Les annexes ci-présentés sur la pluviométrie et la satisfaction des besoins en eau des cultures ne sont que des exemples tirés dans un lots de 140 figures. Nous avons choisi de présenter les sites de Bagassi et Sidéradougou parce qu'ils ont fait l'objet de nos enquêtes sur terrain en même temps objet des différentes analyses sur la pluviométrie. Ce critère nous a été dicté d'abord par le souci de permettre une liaison facile entre les résultats présentés dans les chapitres III et IV et ces annexes. Ensuite nous avons voulu éviter de présenter un document surchargé par des annexes même si ceux-ci auraient permis d'illustrer mieux l'ensemble des résultats présentés. La lourdeur d'un document réduit sa maniabilité.