

BURKINA FASO  
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE  
DE BOBO-DIOULASSO

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT DE DEVELOPPEMENT  
RURAL

INSTITUT DE RECHERCHE EN SCIENCES  
APPLIQUEES ET TECHNOLOGIQUES

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DE DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

**EFFET DES TECHNIQUES D'UTILISATION DE LA DENT IR.12  
SUR LA PRODUCTION DU COTON ET DU MAÏS  
DANS LA ZONE COTONNIERE OUEST DU BURKINA FASO**

Directeur de Mémoire : Dr SOMDA Irenée

Maître de Stage : Mr SON Gouyahali

Juin 2000

KAMBIRE Fabèkourè

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire concrétise le travail de 10 mois de stage au sein du Département Mécanisation de L'IRSAT. Nos remerciements s'adressent aux nombreuses personnes qui nous ont apporté leurs contributions dans le cadre de stage. Nous citons particulièrement :

- Monsieur le Directeur de l'IRSAT, le Dr Yaméogo Rigobert qui nous a acceptés dans sa structure.

- Le chef de Département Mécanisation, Mr SON Gouyahali, notre maître de stage qui, en plus de l'encadrement reçu a œuvré à mettre à notre disposition les moyens nécessaires.

- le chef du Programme Coton, le Dr Traoré Doulaye et ses collaborateurs, pour nous avoir acceptés dans ses locaux pendant une bonne partie de la durée du stage.

- notre directeur de mémoire, le Dr Somda Irénée, qui malgré ses charges d'enseignant-chercheur à l'IDR, nous a apporté son assistance technique judicieuse et ses encouragements. Nous joignons à ces remerciements tous ses collègues de l'I.D.R. pour la formation reçue. Que ces formateurs trouvent ici ma marque de reconnaissance.

- le Dr Sanou Jacob, et Mr Koulibaly Bazoumana, respectivement Sélectionneur au Programme Céréales Traditionnelles, et chef de la section Agronomie du Programme Coton. Ils ont accepté d'assurer l'encadrement technique pour ce qui relève de leurs programmes respectifs. La disponibilité de ces messieurs nous a paru exemplaire. Nous avons bénéficié de moyens logistiques du Programme coton grâce à la compréhension du chef de la section Agronomie du dit Programme. Qu'il soit assuré de notre profonde gratitude.

- Mrs Kambiré Hyacinthe, Diabry Seydou et Traoré Oula chercheurs du programme GRN/SP qui nous ont aidés avec de la documentation.

- Mr Ouédraogo Moussa du Département Mécanisation, avec qui nous avons partagé les peines de terrain. Son soutien multiforme nous a été très utile. Nous voudrions lui assurer de toute notre reconnaissance.

- Mr Vognan Gaspard chef de la section agro-économie du programme coton pour ses suggestions fructueuses ; Mr Guiguemé Omar de la même section pour sa sympathie.

- mes chers collègues stagiaires de l'IRSAT Mugishawimana Jean et Ouédraogo Delphine pour leur constante solidarité.

J'associe à ces remerciements les techniciens Béré, Buegué, Zouré, Habou Jacques, les observateurs Dabiré Etienne, Diakité Hamidou, Ouattara Bakary qui nous ont toujours signifié leur entière disponibilité.

A mon oncle Théodore, ma tante Bertine et mes cousins et cousines, Wilfried, Solange, Sanyir, Joachim, je dis grandement merci pour leur soutien familial.

A ma famille qui m'a toujours apporté le soutien nécessaire pour mes études, je dédie ce mémoire.

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau I : Traitements mis en comparaison
- Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sol : Parcelle 430S de Farako-bâ
- Tableau III : Rapport entre quelques éléments chimiques du sol
- Tableau IV : Levée du coton et du maïs (poquets /ha)
- Tableau V : Cotation de l'enherbement au premier sarclage (15-20 JAS)
- Tableau VI : Evolution de la vitesse de croissance racinaire (cm/jour)
- Tableau VII : Evolution de la profondeur des racines (cm)
- Tableau VIII : Distribution des racines dans le sol à 120 JAS
- Tableau IX : Poids sec des racines (g)
- Tableau X : Vitesse de croissance des plants du cotonnier selon la période (cm/jour)
- Tableau XI : Variation de la floraison en fonction des traitements
- Tableau XII : Rendements des cultures
- Tableau XIII : Variation de la densité, de la hauteur et de la matière sèche
- Tableau XIV : Nombre d'épis récoltés et acceptés
- Tableau XV : Caractéristiques des épis acceptés
- Tableau XVI : Densité des plants, nombre et poids des capsules récoltés
- Tableau XVII : Matière sèche aérienne et hauteur des cotonniers à la récolte
- Tableau XVIII : Teneur et fonction de production de l'azote (Farako-bâ 1999)
- Tableau XIX : Teneur et fonction de production du phosphore (Farako-bâ 1999)
- Tableau XIX : Teneur et fonction de production du soufre (Farako-bâ 1999)
- Tableau XXI : Teneur et fonction de production du potassium (Farako-bâ 1999)
- Tableau XXII : Teneur en calcium, en magnésium et en sodium des pétioles (Farako-bâ 1999)

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Evolution de la pluviométrie et de la température mensuelles de Farako-bâ, période pluvieuse 1999.
- Figure 2 : Répartition décadaire de la pluviométrie de Farako-bâ, année 1999.
- Figure 3 : Evolution de l'humidité de l'air de Farako-bâ.
- Figure 4 : Evolution du profil hydrique du sol durant le cycle cultural
- Figure 5 : Evolution de l'humidité pondérale dans l'horizon 0-10 cm du sol.
- Figure 6 : Evolution de l'humidité pondérale dans l'horizon 10-20 cm du sol.
- Figure 7 : Evolution de l'humidité pondérale dans l'horizon 20-40 cm du sol.
- Figure 8 : Distribution des racines dans l'horizon 0-10 cm du sol.
- Figure 9 : Distribution des racines dans l'horizon 10-20 cm du sol.
- Figure 10 : Distribution des racines dans l'horizon 20-40 cm du sol.
- Figure 11 : Evolution des cotonniers en fonction des traitements
- Figure 12 : Proportion d'épis en fonction de la taille
- Figure 13 : Rendements maïs-grain en fonction de la taille des épis.

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Schémas de montage de la dent IR.12 sur différents types de bâtis
- Annexe 2 : Travail du sol à une dent IR.12 : dimensions des mottes
- Annexe 3 : Normes d'interprétation des analyses du sol
- Annexe 4 : cotation enherbement : méthode I.R.C.T./échelle C.E.B.
- Annexe 5 : Inventaire de la flore adventice au premier sarclage (15-20 JAS)
- Annexe 6 : Caractéristiques des épis : valeurs moyennes de dix épis par classe
- Annexe 7 : Préparation du sol : temps des travaux

## SIGLES & ABBREVIATIONS

- A.R.C.O.M.A. : Ateliers Régionaux de Construction de Matériels Agricoles
- B.I.T. : Bureau Internationale du Travail
- C.E.B. : Cotation Enherbement de Base
- C.I.L.S.S. : Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
- C.N.C.A. : Caisse Nationale de Crédit Agricole
- CO.RE.M.A. : Coopératives Régionales de Construction de Matériels Agricoles
- F.A.O. : Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'agriculture
- F.I.T. : Front Inter Tropical
- IN.E.R.A. : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
- I.R.A.T. : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières
- I.R.C.T. : Institut de Recherches du Coton et Textiles Exotiques
- I.R.S.A.T. : Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologiques
- J.A.S. : Jour Après Semis
- O.C.D.E. : Organisation de Coopération et de Développement Economique
- P.A.S.A. : Projet d'Ajustement du Secteur Agricole
- R.S.P. : Recherche sur les Systèmes de Production
- S.A.T.E.C. : Société d'Aide Technique et de Coopération
- SO.FI.TEX. : Société burkinabé des Fibres Textiles
- STATITCF : Statistiques de l'Institut des Céréales et des Fourrages
- WECAMAN : Réseau de Recherche sur le Maïs en Afrique Occidentale et Centrale

# TABLE DES MATIERES

pages

RESUME

ABSTRACT

INTRODUCTION

1

## 1<sup>ère</sup> PARTIE : MILIEU D'ETUDE - PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

<b>CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA ZONE COTONNIERE OUEST</b>	<b>4</b>
1. LA SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	4
2. LE CLIMAT .....	4
3. SOLS ET VEGETATION NATURELLE.....	5
3.1. Les sols .....	5
3.2. La végétation naturelle.....	6
4. LES SYSTEMES DE PRODUCTION .....	7
<b>CHAPITRE II: PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF DE L'ETUDE.....</b>	<b>9</b>
1. PROBLEMATIQUE.....	9
2. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	17

## 2<sup>ème</sup> PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

### MATERIELS ET METHODES

<b>CHAPITRE I: MATERIELS DE L'ETUDE.....</b>	<b>18</b>
1. LE SITE EXPERIMENTAL : STATION DE FARAKO-BA .....	18
1.1. Le climat du site .....	18
1.2. Le sol .....	19
2. LES OUTILS DE TRAVAIL DU SOL.....	19
2.1 La dent I.R12.....	19
2.1.1. <i>Description</i> .....	19
2.1.2. <i>Fonction</i> .....	19
2.1.3. <i>Fonctionnement</i> .....	19
2.2. La charrue 9'' .....	20
3. LE MATERIEL VEGETAL.....	20
3.1. Le coton .....	20
3.2. Le maïs.....	21
<b>CHAPITRE II : LES METHODES .....</b>	<b>21</b>
1. LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL.....	21
2. DESCRIPTION ET CONDITIONS DE REALISATION DES DIFFERENTS TRAITEMENTS .....	22
3. LA CONDUITE CULTURALE.....	23

4. LES OBSERVATIONS PRE ET POST-RECOLTE.....	24
4.1. Les observations pré-récolte .....	24
4.2 Les observations post-récolte.....	25
5. ANALYSES DU SOL.....	25
6. LE SUIVI DU TAUX D'HUMIDITE .....	27
7. LE DIAGNOSTIC FOLIAIRE STANDARD : DF/IRCT .....	27
8. LES TRAITEMENTS DES DONNEES .....	28

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### CHAPITRE I. FACTEURS INFLUENÇANT L'ETABLISSEMENT

#### DES CULTURES

29

1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL .....	29
2. EFFET DES TRAITEMENTS SUR L'HUMIDITE DU SOL.....	30
2.1. Humidité du sol à 30 JAS .....	30
2.2. Humidité du sol à 50 JAS .....	31
2.3. Humidité du sol à 100 JAS .....	32
2.4. Humidité du sol à 120 JAS .....	32
2.5. Humidité du sol à 150 JAS .....	33
3. INFLUENCE DES TRAITEMENTS SUR LA LEVEE DES SEMIS.....	33
4. INFLUENCE DES TECHNIQUES CULTURALES SUR LA PRESSION DE L'ENHERBEMENT....	34
DISCUSSIONS – CONCLUSIONS .....	35

### CHAPITRE II : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE DEVELOPPEMENT

#### RACINAIRE ET AERIEN DU COTONNIER.....

38

1. L'EVOLUTION DU FRONT RACINAIRE.....	38
2. LA REPARTITION DES RACINES PAR HORIZON .....	39
3. L'EVOLUTION DE LA BIOMASSE RACINAIRE SECHE .....	41
4. LA CROISSANCE AERIENNE.....	42
DISCUSSIONS – CONCLUSIONS .....	44

### CHAPITRE III : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES RENDEMENTS

#### ET SES COMPOSANTES.....

48

1. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES RENDEMENTS.....	48
2. LES VARIABLES DU RENDEMENT DU MAÏS.....	49
2.1. Les Principales composantes du rendement.....	49
2.1.1. <i>La densité des plants à la récolte</i> .....	49
2.1.2. <i>Le nombre d'épis récoltés (N.E.R)</i> .....	49
2.2.3. <i>Le Nombre d'épis Acceptés (N.E.A)</i> .....	50
2.2.4. <i>Les hauteurs des plants à la récolte</i> .....	52
2.2.5. <i>La matière sèche</i> .....	52
2.3. Variables de rendement liées à l'épi.....	53
2.3.1. <i>La longueur de l'épi</i> .....	53
2.3.2. <i>Le poids de mille grams (P.M.G.)</i> .....	53
3. LES VARIABLES DU RENDEMENT DU COTONNIER .....	54

3.1. Les principales composantes du rendement.....	54
3.1.1. <i>La densité des plants à la récolte</i> .....	54
3.1.2. <i>La production de capsules par hectare</i> .....	55
3.1.3. <i>Le nombre moyen de capsules par plant et le poids moyen capsulaire(P.M.C)</i> .....	55
3.1.4. <i>La hauteur des cotonniers à la récolte</i> .....	56
3.1.5. <i>Matière sèche aérienne</i> .....	56
3.2. La nutrition minérale du cotonnier .....	57
3.2.1. <i>La nutrition azotée</i> .....	57
3.2.2. <i>La nutrition phosphatée</i> .....	58
3.2.3. <i>La nutrition soufrée</i> .....	58
3.2.4. <i>La nutrition potassique</i> .....	59
3.2.5. <i>Autres éléments minéraux</i> .....	59
DISCUSSIONS - CONCLUSIONS .....	60
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES .....	63
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	65
ANNEXES.....	74

## RESUME

Les retards de semis entraînent d'importantes pertes de rendement. Ces retards de semis sont liés aux irrégularités temporelles des pluies et conjointement à l'absence de matériels adaptés à la préparation du sol au moment opportun.

Dans le souci de permettre une implantation des cultures le plus précocement possible en traction animale, l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologiques (I.R.S.A.T.) a mis au point un outil de travail du sol à sec, la dent IR.12. La présente étude conduite sur la station expérimentale de Farako-bâ a mis en comparaison cinq techniques de préparation du sol pouvant favoriser une installation plus ou moins rapide des cultures. Aussi, cette étude a évalué leurs effets sur la production du coton et du maïs qui représentent les principales cultures en zone cotonnière Ouest du Burkina Faso. Les résultats obtenus montrent que le labour augmente significativement les rendements du coton et maïs par rapport au semis direct qui est comparable au travail du sol effectué à la dent IR.12. Cependant, sur le maïs le pseudo-labour effectué avec trois dents IR.12 présente la même efficacité que le labour. L'éclatement du sol à sec à une dent IR.12 suivi d'une reprise au labour engendre un surplus de rendement de 6,5% pour le coton et de 13 % pour le maïs par rapport au labour classique. Ces résultats ont permis de mettre en évidence un intérêt pour la dent dont l'utilisation permet d'obtenir des rendements qui sont en moyenne supérieurs à ceux du semis direct. Les investigations ultérieures prendront en compte le facteur « date de semis » et les paramètres économiques afin d'apprécier pleinement l'efficacité de la dent.

Mots clés : irrégularités des pluies, travail du sol, retards de semis, IR12, coton, maïs, , Burkina Faso

## ABSTRACT

An important loss of production are caused by the lateness seedling. That situation is explained by the rains irregularity and the missing of adapted materials for soil working during the opportune moment. For a rapid implantation of plants, I.R.12 has been invented by the Institute of Research (IRSAT). IR.12 is a tool adapted for the soil working in the dry conditions. The present experimentation on the station of Farako-bâ has chosen five methods of soil working in order to compare their effects on the production of the principals plants cultivated in the West region of Burkina Faso (cotton and mays). According to the results, cotton and mays yield increasing obtained with classic ploughing are better than the direct seedling. This treatment is comparable to the IR.12 cultivating. However, mays pseudo-cultivating with IR.12 has indicated the same efficiency than the classic ploughing. Dry soil scarification with IR.12 followed by classic ploughing has increase the cotton production to 6.5% and 13% for mays yield. This results underline the interest for IR.12, revealing upper yield than the direct seedling. The seedling date and some economic parameters will be considered as important factors in the future investigations in order to improve the efficiency of IR.12.

**Key words:** Rain irregularity; Soil working; Lateness seedling; Cotton; Mays; Burkina Faso

## INTRODUCTION

Situé au centre de l'Afrique occidentale, le Burkina Faso couvre une superficie de 274200km<sup>2</sup> avec une population d'environ onze millions d'habitants. L'économie est essentiellement dominée par l'agriculture qui occupe 85% de la population active et intervient pour plus du tiers dans la formation du Produit Intérieur Brut (P.I.B). La répartition du P.I.B primaire montre que la contribution du secteur agricole s'élève à plus de 50% (PASA, 1996). Par ailleurs, les enquêtes sur l'évolution des revenus des producteurs, font ressortir que 50 à 90% des revenus des exploitations sont d'origine agricole et que le coton contribue en moyenne pour 50 à 71% dans les exploitations mécanisées et 90% en culture manuelle (BELEM *et al.*, 1999).

Ces données témoignent de la prépondérance du secteur agricole, dont le développement a nécessité la promotion d'une nouvelle forme d'agriculture: la mécanisation agricole. Elle se définit comme le passage d'exploitations où le travail est manuel, à des exploitations utilisant du matériel de traction animale ou de la motorisation. Cette nouvelle forme d'agriculture, introduite au Burkina depuis la période coloniale, a connu dans son évolution 4 étapes (G.F.A, 1991). Les premières tentatives de promotion de la traction animale ont lieu dans les années 1950 avec la mise en place des fermes pilotes (1952-1958). Celles-ci avaient pour objectif l'installation de 800 fermes équipées en quatre ans. L'échec, qu'a connu cette expérience, a conduit au lancement de l'opération S.A.T.E.C (Société d'Aide Technique et de Coopération) qui marque la deuxième étape (années 1960) de l'évolution de la traction animale au Burkina. Elle avait en charge la diffusion des équipements, notamment la « Houe manga » adaptée à la traction asine dans le plateau central. Ensuite, la troisième étape est intervenue dans les années 1970. Elle avait pour mission la diversification du matériel agricole et la couverture de nouvelles zones par la culture attelée avec la mise en place des Ateliers Régionaux de Construction de Matériels Agricoles (ARCOMA) et des Coopératives Régionales de Construction de Matériels Agricoles (COREMA), avec l'aide du B.I.T (1971-1974), puis de la F.A.O et le soutien de divers bailleurs suisses et néerlandais. Enfin les années 1980 marquent une nouvelle ère de la promotion de la traction animale avec la création de la Caisse Nationale de Crédit Agricole (C.N.C.A) dont l'appui a consisté en l'octroi de crédit destiné à l'acquisition du matériel agricole.

De l'action de ces trois premières étapes, la promotion de la traction animale n'a connu qu'une faible progression ; de 3% après l'opération SATEC, selon AFRIQUE AGRICULTURE (1979), le taux d'équipement en matériel agricole ne dépassait guère 20% en 1991 au niveau national (G.F.A, 1991). En revanche, à la même époque, SCHWARTZ (1991) cité par GARNIER (1995), indique que ce taux atteignait 31% dans la zone cotonnière ouest.

Selon GARNIER (1995), dans certaines localités de l'aire cotonnière, le taux d'équipement des exploitations atteignait 70% et pourrait largement dépasser ce seuil de nos jours. Mais les matériels essentiellement vulgarisés dans la zone ouest sont : les charrues bovines destinées au labour, les outils de sarclage et de buttage.

Cette forte expansion est favorisée par le développement de la culture cotonnière et la plus grande disponibilité naturelle en pâturages. Conjointement, le cheptel bovin s'est donc accru de façon considérable. KABORE (1999), révèle que la zone cotonnière comptait en 1998, 1.106.500 têtes, soit 24% du cheptel national, tandis que les bœufs de traits étaient estimés à 189.767, soit 56% du cheptel national en 1993. G.F.A (1991) observe un parallélisme entre l'extension de la superficie cotonnière et la croissance du nombre d'attelages. Il ressort que selon le taux de croissance estimé de la superficie cotonnière deux (2) hectares correspondent à un (1) attelage. En favorisant ainsi un accroissement des superficies emblavées, l'adoption de la traction animale se révèle comme une stratégie d'appropriation des terres dans une région où la densité de peuplement était l'une des plus faibles du pays. Ainsi, entre 1969 et 1990 les superficies cotonnières ont été multipliées par deux et la production par cinq (GARNIER,1995). L'incidence de la traction animale sur l'accroissement des superficies est certaine, cependant l'amélioration des rendements qui s'en est suivie est jugée modeste (FAURE,1992). Ce qui se traduit par une faiblesse relative de la rentabilité économique de ces exploitations. Pourtant plus d'un auteur (FAURE,1992 ; SANOGO,1992) soutiennent que la traction animale paraît être la forme de mécanisation qui s'intègre le mieux dans les systèmes de production en zone cotonnière ouest. Pour justifier cette faiblesse relative de la rentabilité économique de ces exploitations, KABORE (1999) désigne la chaîne d'équipement qui, dans la plupart des cas, est incomplète et ne permet pas une intensification de la productivité de façon systématique. Elle doit être renforcée par du matériel adéquat pour le travail à sec du sol permettant une installation à temps opportun des cultures.

C'est dans un tel contexte qu'intervient la présente étude dont le thème est « **effet des techniques d'utilisation de la dent IR12 sur la production du coton et du maïs dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso** ». Il s'agit d'une étude préalable à la vulgarisation d'un nouvel outil de travail du sol à sec qui est la dent IR12, au profit des exploitations utilisant la traction animale. L'étude comporte deux parties :

- la première présente les généralités sur le milieu, la problématique ainsi que les objectifs de l'étude ;
- la deuxième partie qui concerne l'étude expérimentale présente les matériels et méthodes utilisés ainsi que les résultats obtenus.

**PREMIERE PARTIE : MILIEU D'ETUDE ;  
PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF DE L'ETUDE**

# CHAPITRE I: GENERALITES SUR LA ZONE COTONNIERE OUEST

## 1. LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

La zone cotonnière ouest du Burkina Faso située entre le 10<sup>e</sup> et le 14<sup>e</sup> parallèle nord couvre plusieurs provinces regroupées au sein de quatre Directions Régionales de l'Agriculture (D.R.A) :

- La D.R.A de la boucle du Mouhoun qui regroupe les provinces du Sourou, de la Kossi, du Nayala, des Banwa, des Ballé.
- La D.R.A de la Comoé que forment les provinces de la Comoé et de la Léraba.
- La D.R.A du Sud-Ouest regroupant les provinces de la Bougouriba, du Nounbiel, du Poni et du Ioba.
- Enfin la D.R.A des Hauts-Bassins regroupant le Kéné Dougou, le Houet et la province du Tuy.

Limitrophe de la république du Mali, la zone cotonnière ouest du Burkina représente 20% du territoire national, soit 57000 km<sup>2</sup>. Elle fournit 80% de la production cotonnière nationale (SO.FI.TEX, 1997). Cette production se répartit entre la région à tradition cotonnière ancienne, regroupant les provinces du Mouhoun, de la Kossi, des Banwa, des Ballés, du Houet, du Tuy, et du Kéné Dougou, qui fournissent 90% de la production du coton graine et une zone marginale (SO.FI.TEX, 1995).

## 2. LE CLIMAT

La situation géographique de la zone cotonnière ouest lui confère un climat de type soudano-guinéen (isohyètes 800-1100mm) caractérisé par l'alternance de deux saisons bien marquées ; la saison sèche plus longue dure 7 à 8 mois (novembre à mai), tandis que la saison pluvieuse qui prévaut de mi-mai à mi-octobre ne dure qu'environ 5 mois.

A l'instar du reste du pays, la zone cotonnière ouest est marquée par une variation spatio-temporelle des conditions climatiques dans le sens nord-sud, sens dans lequel croît progressivement la pluviométrie. En effet sur la base de 40 années (1944-1984) d'observations de la pluviométrie des stations représentatives de la zone, SIVAKUMAR et GNOUMOU (1987) ont enregistré 886,1mm à Dédougou, 1002,1mm à Houndé et à Bobo 1118,9mm de pluviométrie moyenne annuelle. Les maxima enregistrés pendant la même période ont été de 1551,6mm (Bobo), 1422,0mm (Houndé), 1131,3mm (Dédougou)

Les écarts par rapport à la moyenne des maxima et des minima ont été de -44% et +4% (Bobo), -41% et +99% (Houndé), -73% et +120% (Dédougou).

Ces données illustrent bien les variations inter-annuelles qui caractérisent les précipitations de la zone cotonnière ouest. Ces variations inter-annuelles sont corrélées aux variations mensuelles qui traduisent l'irrégularité temporelle des pluies. Elles sont généralement insuffisantes et irrégulières en mai-juin, abondantes en août et plus ou moins suffisantes en septembre. Cette situation se traduit par des difficultés dans la mise en place de la campagne agricole.

### **3. SOLS ET VEGETATION NATURELLE**

#### **3.1. Les sols**

Les sols de la zone cotonnière ouest sont dominés par la présence des types ferrugineux tropicaux lessivés sur matériaux divers (sableux, sablo-argileux, argilo-sableux). L'on y trouve également des sols ferrallitiques, hydromorphes, bruns eutrophes. Ces derniers sont considérés comme les meilleurs sols du pays.

Dans l'ensemble, les données disponibles expriment une grande pauvreté en éléments nutritifs et en matière organique de ces sols (BOULET, 1976 ; BERGER *et al.*, 1985 ; 1987 ; DAKOUO, 1991). En effet, la teneur en azote est inférieure à 0,06% pour 71% des sols ; le phosphore total est inférieur à 0,06% pour 93% des sols tandis que le phosphore assimilable est inférieur à 30ppm. Quant au potassium, la teneur échangeable est variable selon les sites de 0,06 à 0,34me/100g pour un seuil de déficience estimé à 0,10me/100g. Tout comme le calcium, les basses teneurs de ces sols en phosphore et en potassium résultent de l'ancienneté des matériaux qui les composent (R.S.P, 1994).

Selon BOULET (1976), les teneurs de certains éléments sont liées à la densité de la population, donc de l'épuisement des terres que du type de sol. Ainsi, dans la zone à densité faible ou moyenne, l'azote constitue le premier facteur limitant et le phosphore, le second. Par contre dans la zone à forte densité, c'est la situation inverse qui est observée. Quant à la matière organique, BOULET (1976) constate que sa teneur évolue progressivement dans le sens nord-sud parallèlement au gradient climatique (pluviométrique). Des travaux de BERGER *et al.* (1985 ; 1987), il ressort que la teneur en matière organique est comprise entre 1 et 1,5% pour une très grande majorité des sols, inférieure à 1% pour 20% des sols, et supérieure 1,5% pour seulement moins de 10% des sols.

Sachant que le taux de minéralisation annuel est de 2%, la teneur médiane actuelle de la matière organique serait de 0,85% contre 1,15% en 1985, en l'absence de restitution organique.

Cette pauvreté chimique va d'ailleurs induire des pH généralement acides. Seulement 30% des sols l'ont au-delà de 6 (BERGER *et al.*, 1985, 1987).

En conséquence, les sols de la zone cotonnière ouest se caractérisent par une structure massive, peu cohérente et d'une stabilité moyenne à mauvaise (BOULET, 1976); d'où une sensibilité à l'érosion. Cette structure massive entraîne un ruissellement des eaux des premières pluies au dépens de l'infiltration, révélant ainsi l'intérêt d'un travail adéquat et précoce du sol.

### 3.2. La végétation naturelle

Le paysage végétal dominant est une savane arborée ou boisée, coupée de galeries denses (TERRIBLE, 1982). Les espèces arborées les plus fréquentes sont *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Khaya senegalensis* (caïcedrat), *Pterocarpus erinaceus* (Venè), *Isobertinia doka*, *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus*; quant à la composante arbustive, elle regroupe selon BELEM (1985), les espèces suivantes: *Balanites aegyptiaca*, *Commiflora africana*, *Ceiba pentadra*; enfin la strate herbacée est dominée par *Andropogon pseudapricus*, *ampectus ou gayanus*, *Penissetum pedicellatum*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula ou ciliaris*, *Schoenefeldia gracilis* et *Loudetia simplex ou togoensis*.

Le paysage végétal évolue sous le contrôle des facteurs humains et climatiques. Ainsi la croissance des surfaces cultivées sous l'impulsion de la démographie croissante (migrations internes) et du développement de la culture cotonnière, se fait au détriment des brousses. TERRIBLE (1982) observe par exemple qu'entre 1952 et 1975, les galeries ont perdu environ la moitié de leur longueur et que seulement 1/3 des formations végétales, en 1975, correspondent à celles de 1952.

Selon R.S.P (1994), cette pression humaine, couplée à la dégradation climatique, a eu, entre autres pour conséquences, la disparition des espèces végétales plus exigeantes et l'apparition d'autres espèces plus résistantes à certaines latitudes.

#### 4. LES SYSTEMES DE PRODUCTION

LE THIEC (1996) cité par KABORE (1999), définit le système de production comme « l'ensemble structuré des productions végétales et animales retenues par un agriculteur. Il se caractérise entre autres, par les techniques et les moyens employés (main d'œuvre, capital...), les niveaux de production atteints et l'assolement. A une échelle plus réduite, un système de production est la combinaison cohérente des systèmes élémentaires de culture, d'élevage et de cueillette». Selon BAUDOUIN (1987) cité par DAKOUO (1994), le système de culture désigne les combinaisons culturelles adoptées par les agriculteurs. D'après DAKOUO (1994), il correspond plus précisément à un ensemble d'itinéraires techniques appliqués à un certain nombre de cultures dans une exploitation donnée, avec comme objectif l'obtention de rendements élevés de façon durable et reproductible.

Selon les niveaux de mécanisation on distingue dans la zone cotonnière ouest du Burkina Faso trois systèmes de culture :

- le système de culture manuel qui concerne moins de 30% des exploitations.
- le système de culture à traction animale ; ce système est plus prépondérant, environ 70% des exploitations (GARNIER, 1995). Sa forte expansion s'explique en grande partie par le développement de la culture cotonnière qui génère les fonds d'acquisition du matériel.
- le système de culture motorisée qui englobe les niveaux de motorisation intermédiaire et conventionnelle ; il concerne moins de 1% des exploitations.

La disponibilité des terres et la capacité de travail justifient les superficies emblavées correspondantes, qui croissent avec le niveau de mécanisation. Elles sont en moyenne de 3,39 ha pour les systèmes de culture manuelle (PALE et OUEDRAOGO, 1998), varient de 12 à 20 ha pour la grande « culture attelée » (KABORE, 1999), et de 27,24 ha en moyenne pour les motorisés (SEONE, 1999).

Ces systèmes de culture dans leur ensemble évoluent vers une rotation biennale coton-maïs. Cependant, ils se distinguent de par leur stratégie de mise en place des cultures ; cette stratégie qui est caractéristique de chaque système est fonction des cultures dominantes : dans les systèmes mécanisés (traction animale et motorisation), le coton et le maïs sont prédominants et occupent au moins 65% des superficies emblavées (KABORE, 1999 ; SEONE,

1999).

Ces cultures doivent leur place au rôle prépondérant qu'elles jouent dans le développement socio-économique tant au niveau familial que national ; en effet le coton, depuis la période coloniale, tient cette place économique qui s'est davantage renforcée, en témoigne sa contribution de 45 à 50% aux exportations agricoles du pays (SO.FI.TEX, 1995 ; PASA, 1996). Et comme l'affirme IN.E.R.A/BIOTEPP INC (1997), le coton est considéré comme le moteur de l'industrie agricole au Burkina Faso. Le coton tout comme le maïs sont les cultures prioritaires à être semées, afin de garantir une bonne productivité, et partant une plus bonne rentabilité économique. Par contre, dans le système manuel, ce sont plutôt les cultures vivrières (sorgho, mil ou maïs) qui sont prioritaires, car répondant à une préoccupation alimentaire (GUIBERT, 1987).

FAURE (1991) résume cette stratégie en affirmant que l'ordre d'installation des cultures varie en fonction de la plus ou moins grande importance donnée aux cultures de rente et du degré atteint en matière d'autosuffisance alimentaire. Cependant les spéculations commerciales et vivrières constituent deux pôles indissociables pour leur complémentarité : les premières sont considérées comme moyen d'investissement tandis que les secondes fournissent les moyens d'entretien de la force de travail (BIGOT, 1987).

La préoccupation première dans l'ensemble de ces systèmes de culture est l'installation à temps opportun des cultures, en vue de garantir de bons rendements, et par conséquent de meilleurs profits. Seuls les tracteurs conventionnels (de grande puissance) peuvent assurer un tel succès, c'est-à-dire semer à dates convenables. Les systèmes de culture en traction animale font parfois recours aux tracteurs par le biais de la location ; ce qui augmente les charges de ces exploitations dont le profit est ainsi diminué (MOURIFIE, 1993 ; KABORE, 1999). Cette situation traduit le besoin en matériel adéquat permettant un travail du sol précoce par la traction animale.

Cette vue descriptive présente la zone cotonnière ouest comme étant la partie du pays qui dispose des meilleures potentialités agroclimatiques. Malgré ces atouts naturels, elle reste assujettie, à l'instar du reste du pays, à des contraintes. L'une de ces contraintes en l'occurrence les difficultés de mise en place des cultures liées aux irrégularités pluviométriques est l'objet de la présente étude.

### 1. PROBLEMATIQUE

La zone cotonnière ouest du Burkina Faso occupe une position privilégiée par rapport au reste du pays. En effet elle jouit d'un climat soudanien, plus arrosé, et dispose des bonnes terres agricoles. Il ressort que 67% des 8915000ha des terres cultivables dont dispose le pays se situe au sud de l'isohyète 700mm, limite nord de la zone cotonnière ouest (OCDE *et al.*,1982). Ces facteurs naturels, couplés à un développement de la culture mécanisée ont fait de cette région ce que R.S.P. (1994) qualifie du grenier du pays. A ce titre elle fournit 90% de la production en coton graine (SO.FI.TEX, 1995), et 46% de la production céréalière selon les statistiques agricoles en 1998 (KABORE, 1999). Les cultures de coton et de maïs occupent respectivement 33% et 32% des superficies emblavées dans les exploitations à traction animale (SEONE, 1999), contre 46% et 36% en culture motorisée (KABORE, 1999). Toutefois cette production fluctue au rythme des paramètres environnementaux. Parmi ces facteurs, la pluviométrie, est très déterminante. Sa grande variabilité inter-annuelle explique celle de la production agricole du pays à près de 60% (LECAILLON et MORRISSON, 1984 cités par SOME et DEMBELE, 1996 ; SOME, 1991 ;). Ce constat est soutenu par FOREST et LIDON (1984) qui affirment que l'analyse systématique du régime pluviométrique constitue en zones semi-arides une condition préalable à la compréhension de la fluctuation du rendement. Cette affirmation tient à la relation qui lie les rendements des cultures à leur indice de satisfaction des besoins en eau. Cette relation est de type exponentiel au Togo (POSS *et al.*,1988) tandis qu'au Sénégal elle est de type linéaire (CORTIER *et al.*,1988). De toute façon l'indice de satisfaction des besoins en eau des cultures pluviales dépend de la disponibilité quantitative et qualitative de la pluviométrie du site.

A l'instar du reste du pays et des régions semi-arides, la pluviométrie de la zone cotonnière ouest est aléatoire et se caractérise par une irrégularité spatio-temporelle (DANCETTE, 1984 ; SIVAKUMAR et GNOUMOU, 1987 ; SOME, 1989 ; SIVAKUMAR, 1991a, b ; DICKEY *et al.*, 1994 ; SOME et SIVAKUMAR, 1994 ; SOME et DEMBELE, 1996). La région sud du pays bénéficie des premières pluies avec l'arrivée du front inter tropical (F.I.T) qui progresse vers le nord.

Ainsi le F.I.T favorise une installation des pluies relativement plus précoce dans cette zone, cependant très capricieuse ; cela est confirmé par les valeurs élevées des écart-types qui

entourent les dates de début de pluies ; elles varient, par exemple de 22 à 29 respectivement pour Dédougou et Orodara (SOME et SIVAKUMAR, 1994).

Le début des pluies selon SIVAKUMAR (1991a) correspond aux dates de semis. Selon SOME et SIVAKUMAR (1994), le début des pluies est atteint quand au moins 20 mm de pluie sont recueillis en trois jours consécutifs à partir du premier avril sans période sèche supérieure à 7 jours dans les 30 jours qui suivent. Sur ces bases, ces auteurs indiquent que la saison pluvieuse s'installe progressivement à partir 24 avril à Bobo, du 29 avril à Banfora, 4 mai à Houndé, 18 mai à Dédougou ; par contre la fin est prompte suite à la descente brutale du F.I.T.

C'est donc la date de début des pluies qui régule la durée de la saison pluvieuse, qui est d'autant plus longue que les pluies sont précoces. Mais l'installation capricieuse des pluies comme l'ont montré par ailleurs SOME et SIVAKUMAR (1994) traduit toutes les difficultés de la mise en place des cultures, en particulier du cotonnier et du maïs qui exigent un travail préalable du sol (labour). Il en résulte une réduction des superficies ensemencées en ces spéculations (KABORE, 1999 ; SEONE, 1999) ; car la productivité diminue avec l'extension de la surface labourée en raison du retard de semis qu'elle implique (FOREST et LONDON, 1984). La réduction des superficies du maïs et du coton s'opère au profit des vivriers pour assurer l'autosuffisance alimentaire (GARNIER, 1995). D'ailleurs, SOME (1989) indique que les variations inter-annuelles des superficies cultivées sont corrélées en général avec les dates d'installation des pluies. Les cultures une fois installées doivent faire face aux périodes sèches occasionnelles tout au long de la saison pluvieuse (DANCETTE, 1984 ; DICKEY *et al.*, 1996). Ces périodes sèches, comme l'a montré SIVAKUMAR (1991a) sont plus fréquentes au stade de l'initiation paniculaire jusqu'au stade floraison et deviennent progressivement plus longues au stade de remplissage des grains. La conséquence directe est une mauvaise élaboration des grains, donc une baisse des rendements.

Ces irrégularités pluviométriques ainsi mises en exergue ne sont que des éléments d'une crise climatique qui s'étend à l'ensemble de la région semi-aride (PUECH, 1983 ; SOME, 1989). Cette crise climatique selon ALERGEL *et al.* (1994) cités par R.S.P (1994), se matérialise particulièrement dans la zone sud-ouest du pays par :

- un déplacement latitudinal de l'isohyète 900mm vers l'extrême Sud, à un rythme d'environ deux degrés tous les dix ans ;
- une forte diminution du nombre de précipitations journalières supérieures à 40mm

qui s'accompagne d'une baisse de la pluviométrie annuelle.

SOME et DEMBELE (1996) indiquent que l'isohyète 1200mm a même disparu du Burkina Faso dans la série (1970-1987), tandis que l'isohyète 300mm a fait son apparition dans le nord du pays. SOME (1989) observe que cette régression pluviométrique a eu pour conséquence la dégradation du bilan hydrique à partir des années 1967-1968. Cette dégradation climatique a d'ailleurs engendré le redécoupage des zones agro-climatiques du pays auxquelles sont affectées les variétés de culture conformément à la durée de leur cycle.

Malgré toutes ces variations pluviométriques, le coton et le maïs bénéficient dans la zone cotonnière ouest d'un cumul pluviométrique suffisant (700-1100mm). Mais comme affirment SOME et DEMBELE (1996) citant SIRCOULON (1976), *il ne faut pas perdre de vue non plus que dans cette région, une seule ou quelques grosses pluies peuvent rendre une année excédentaire. Par conséquent une année ayant un total pluviométrique élevé n'est pas forcément une bonne année.* Force est alors d'admettre comme PELTRE-WURTZ et STECK (1991) qu'*autant et plus que le total des pluies, c'est leur chronologie qui importe ici.* ELDIN (1984) propose que la pluviométrie soit exprimée non pas en termes de moyennes mais en termes de fréquences ou de probabilité d'occurrence utilisées dans le modèle figure de COCHEME et FRANQUIN (1967) cité par SOME (1989). Ainsi il ressort de cette analyse que les retards de semis sont imputables aux irrégularités des pluies qui, comme l'atteste SIVAKUMAR (1991b), sont plus importantes en début de campagne. Mais les facteurs climatiques ne suffisent à eux seuls à justifier le retard de semis.

En effet, des études antérieures conduites dans cette zone (BIGOT et RAYMOND, 1991 ; LENDRES, 1992 ; FAURE, 1992 ; MOURIFIE, 1993) mettent en liaison le degré de mécanisation avec le délai d'installation des cultures. Ces auteurs indiquent en effet que la date d'installation des cultures est d'autant plus précoce que le travail du sol s'effectue avec du matériel adéquat. Ainsi les utilisateurs de la motorisation intermédiaire selon MOURIFIE (1993), ne peuvent labourer qu'après une quantité suffisante de pluies ayant humidifié convenablement le sol. Il en est de même pour la traction animale ayant des puissances disponibles encore plus faibles. Le taux d'humidité optimal pour effectuer un labour en mottes de petites dimensions se situe un peu en dessous de la capacité de rétention, soit 10 à 15% de l'humidité pondérale pour la plupart des sols argilo-sableux (I.R.A.T, 1970a). Les mesures effectuées au Burkina indiquent que la quantité d'eau nécessaire pour amener le sol du point de flétrissement à ce seuil favorable au labour, sur une épaisseur de 20 cm est de 12mm pour les sols ferrugineux et ferrallitiques et de 17 mm pour les sols bruns (I.R.A.T, 1970b).

Mais compte tenu du fort pouvoir évaporant de l'air, l'humidité du terrain variera très rapidement de l'optimum au médiocre ; la marge de temps disponible après chaque pluie pour effectuer un labour dans les bonnes conditions sera réduite (deux à trois jours). Ce temps disponible (3 jours maximum après une pluie) ne permettra de labourer que  $\frac{3}{4}$  d'hectare si l'on considère qu'une superficie d'un hectare nécessite 4 jours de travail en traction animale. Par ailleurs lorsqu'on considère la hauteur d'eau tombée, la préparation du sol (labour) est possible après 20 mm à 25 mm de pluie (IRAT, 1970 a ; SOME, 1989). Ces valeurs paraissent faibles pour humidifier le sol au seuil ci-dessus lorsqu'on considère que les sols de la région tropicale sont caractérisés par un fort ruissellement comme l'ont montré CIARREAU (1969), CHARREAU *et al.* (1969), ROOSE (1977, 1981). Sur un sol ferrugineux dénudé à Saria (Burkina Faso), ce dernier rapporte que l'infiltration varie de 10 à 20 mm/h alors que l'intensité de la pluie peut atteindre 120 mm/h ; d'où un ruissellement important notamment au cours des averses<sup>1</sup> où le coefficient de ruissellement peut atteindre 60 à 80%. A Séguénéga (Sénégal), BOULET (1976) observe sur sol ferrugineux peu lessivé, qu'une pluie de 25 mm n'humecte que la couche superficielle de 7 à 11 cm ; ce qui correspond à une lame d'eau de 4 à 6 mm, soit 16 à 24% de la hauteur d'eau tombée. Il est de même pour les sols ferrallitiques : sous savane, en Centrafrique, la perméabilité de ces sols passe 50-80 mm/h à 5 mm après huit ans de culture ; à Ibadan (Nigeria), elle évolue de 35 à 1-2 mm/h en trois ans (BOYER, 1892). Cette forte susceptibilité au ruissellement et donc à l'érosion résulte du double aspect dénudé et compact des sols en début de saison, limitant aussi bien l'infiltration des eaux des premières pluies que la réalisation des labours précoces si les pluies ne sont pas régulières. Cette situation renforce l'intérêt d'un outil dont l'intervention en sec favorisera l'économie de ces eaux et partant une amélioration des conditions de préparation précoce du lit de semis.

---

<sup>1</sup> Selon Baldy cité par Somé (1989), les averses sont des lignes de grains qui désignent un type de pluie plus fréquent en zone soudano-sahélienne en début (mai-juin) et en fin (septembre-octobre) des pluies. Les lignes de grains sont de loin les pluies les plus érosives de par leur grande intensité, 60 à 120 mm/h, surtout lorsqu'elles surviennent en mai-juin sur sol nu et sec.

Les études conduites dans la zone de N'DOROLA révèlent que les utilisateurs de la traction animale accusent un retard dans les semis du cotonnier de 8 à 9 jours par rapport aux motorisés (BIGOT et RAYMOND, 1991). Cette situation traduit le besoin en matériels adéquats pour préparer le sol à sec au moment opportun pour les exploitations utilisant la traction animale. Ce besoin est d'ailleurs exprimé par 73% des producteurs qui se sont exprimés en faveur de ce type de matériel, à travers une enquête réalisée durant la campagne 1994 dans la zone cotonnière ouest par GARNIER (1995). La même enquête révèle que 85% des producteurs ne possèdent pas de semoirs, ce qui accentue les retards de semis. Or c'est la précocité des semis qui explique les rendements plus élevés en culture motorisée qu'en traction animale qui, elle, procure des rendements supérieurs à ceux obtenus en système manuel (FAURE, 1992).

Selon plusieurs études concordantes au Burkina Faso et ailleurs, les retards de semis se traduisent par des pertes de rendements qui croissent avec le recul de la date de semis (FRANQUIN, 1954 ; BRAUD et RICHEL, 1963 ; CAUQUIL, 1963 ; MEGIE, 1963 ; CHABROLIN, 1968 ; FRITZ, 1971 ; COUILLLOUD et DAESCHNER, 1971 ; FOREST et LIDON, 1984 ; JOSHUA *et al.*, 1985 ; SCHALBROECK et AUTRIQUE, 1988 ; DAKOUO et BERGER, 1987 ; DAKOUO *et al.*, 1991 ; 1993 ; 1995). Ces auteurs ont montré que la baisse de production des cultures en général, du cotonnier et du maïs en particulier, exprimée en pourcentage du rendement maximal varie linéairement avec le retard du semis exprimé en jours par rapport à la date la plus précoce possible. Toutefois la date de semis moyenne pour chaque région reste dépendante comme le souligne FRANQUIN (1954) du mode de culture (cultures pures ou associées), de la coutume et du régime de pluies. Mais le régime hydrique semble plus déterminant pour nos régions à pluviosité aléatoire. Au Burkina Faso, la recherche recommande que les semis du cotonnier s'effectue dans l'intervalle de temps allant du 20 mai au 15 juin ; cette période jugée optimale est définie selon SOME (1989) de sorte à permettre au cotonnier de satisfaire ses besoins en eau au moins à 80% sur une référence de huit années sur dix. Au delà de ce délai les pertes de rendements sont considérables et entraînent une mauvaise rentabilité économique de la culture.

BERGER et DAKOUO (1987), DAKOUO *et al.* (1991 ; 1993 ; 1995) observent que par rapport à des semis de la dernière décade de mai on a 9% de rendement en moins, soit plus de 260 kg/ha par décade de retard. Sur le maïs, JOSHUA *et al.* (1985) observent dans la basse Casamance présentant les mêmes conditions écologiques que l'ouest Burkina, que la perte de rendement atteint 140 kg/ha par semaine de retard après la date ultime de semis (15 juin).

Ainsi la réalisation des semis le plus vite possible, s'impose en vue de permettre une maximisation des rendements. Cette conclusion est largement approuvée par CHARREAU et

NICOU (1971) qui affirment qu'*il est primordial, entre autres, que les semis soient effectués aussi précocement que possible de sorte que les cycles végétatifs coïncident au mieux avec les cycles pluviométriques* ; pour de nombreuses raisons. En effet ces auteurs soutiennent, entre autres, que les premières pluies déclenchent dans le sol un processus de minéralisation très rapide et très fugace (pic de minéralisation) de l'azote ainsi qu'une reprise active de la vie microbienne (qui diminue par la suite). Cela favorise mieux la croissance des plantes semées dès les premières pluies que celle des plantes à semis retardé. Des résultats similaires ont été obtenus des études réalisées sur le maïs au Burkina Faso, par IN.E.R.A (1997) et KAMBIRE *et al.* (1999). Il ressort que le maïs se développe d'autant moins bien que la culture est installée plus tard après le démarrage de la saison des pluies. Ce développement limité est lié au fait que la capacité du sol à fournir de l'azote à la culture diminue progressivement. Ainsi la quantité d'azote absorbée au stade floraison diminue pour les semis tardifs. Il s'ensuit, entre autres, une forte stérilité des plantes et une baisse de la taille du grain.

Quant au cotonnier, la supériorité de la productivité en semis précoces s'explique par la durée de la floraison, elle-même dépendante de la précocité des semis (BERGER et DAKOUO, 1987 ; DAKOUO *et al.*, 1993). Le démarrage précoce de la floraison, et partant une plus longue durée de la floraison permet d'obtenir un volume plus important des fleurs utiles (MEGIE, 1963 ; COULLLOUD et DAESCHNER, 1971 ; BERGER et DAKOUO, 1987 ; DAKOUO *et al.*, 1993) ; COULLLOUD et DAESCHNER (1971) estiment que les semis tardifs donnent 45 à 70% du volume des fleurs utiles des semis précoces. Ainsi les semis précoces permettent l'obtention d'un plus grand nombre de capsules en diminuant considérablement le quotient de pourritures (CAUQUIL, 1963) et le « shedding » qui varie de 25 à 65% entre les dates extrêmes de semis (BERGER et DAKOUO, 1987). Dans nos conditions où les cycles végétatifs se trouvent moins bien ajustés aux cycles pluviométriques, FRANQUIN (1966) souligne à juste titre que le nombre de fruits (capsules) est plus déterminant dans l'explication du rendement. Tout comme le rendement, la production en coton graine par pied baisse de 36 à 93% avec les retards de semis (DAKOUO *et al.*, 1993).

Par ailleurs, ces auteurs indiquent que les semis précoces valorisent mieux les fumures complètes qui ne se justifient que pour les semis réalisés au plus tard le 15 juin au Burkina Faso. La réponse aux engrais du cotonnier et du maïs est influencée en partie, selon CRETENET (1984), par la durée du cycle des pluies utiles, elle-même allongée la précocité des semis et l'indice de satisfaction des besoins en eau de la culture.

Sur le plan phytosanitaire, en semis précoces les dégâts sont moins sévères que dans le

cas des semis tardifs (COUJLOUD et DAESCHNER, 1971 ; CAUQUIL, 1987). Ainsi, les pertes de rendements sont évaluées entre 30 et 50% voire plus sur les semis tardifs qui sont plus sensibles et vulnérables aux attaques des ravageurs tels que *Helicoverpa amigera* (SOFUTEX, 1997). Aussi les travaux de FRANQUIN (1954) montrent que la précocité des semis couplée aux traitements insecticides se traduit par une supériorité des rendements, qui améliore la rentabilité économique selon BRAUD et RICHEZ (1963). Le semis précoce semble alors se positionner comme une méthode de lutte culturale efficace contre certains ravageurs.

Ainsi ces exemples militent en faveur de la nécessité des semis précoces dont la supériorité des rendements s'accompagne absolument du travail du sol précoce.

Cela révèle l'intérêt du travail du sol en particulier le labour, largement admis et reconnu par de nombreux auteurs (CHARREAU, 1969 ; CHARREAU *et al.*, 1969 ; CHARREAU et NICOU, 1971 ; NICOU, 1974 ; CHOPART et NICOU, 1976 ; WEY et OBATON, 1978 ; CHABALIER, 1985 ; CHOPART et KONE, 1985 ; DUGUE, 1985 ; NICOU et CHARREAU, 1985 ; PIERI, 1985 ; NICOU *et al.*, 1987 ; SOME, 1989 ; SOLTNER, 1990 ; DAKOUO *et al.*, 1993).

En effet, le labour, améliore les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, favorise une meilleure colonisation du sol par une masse plus importante de racines, augmentant ainsi les possibilités de nutrition hydrominérale de la plante. Il en résulte un gain très significatif de rendement par rapport au semis direct, qui toutefois est variable selon la spéculation et le site. Au Burkina Faso, DAKOUO *et al.* (1993) observent que le gain de rendement en coton-graine est de 11% à Gampéla. Sur le maïs il atteint 61% dans la zone ouest (NICOU *et al.*, 1987 ; SOME, 1989)

Cependant, la réalisation de cette opération culturale n'est pas toujours évidente au regard des contraintes qu'elle présente. Ces contraintes telles que définies par CHARREAU et NICOU (1971) sont d'ordre pédo-climatique et économique :

- d'une part, la brièveté de la saison des pluies utiles limite la durée de préparation du sol. La période opportune de la préparation du sol se situe à un moment où les conditions d'humidité sont le plus souvent limitantes.
- d'autre part, le manque de matériels adéquats, en particulier les tracteurs, s'explique par les conditions économiques très précaires qui prévalent chez les agriculteurs des zones tropicales en général.

La grande majorité utilise la traction animale dont la force de traction constitue cependant une limite au labour en période sèche ou pré-humide. Environ 70% des exploitations utilisant la traction animale dans la zone cotonnière (GARNIER, 1995), se trouvent ainsi pénalisées par ces contraintes ; cela se traduit par de semis plus ou moins tardifs.

Dans un tel contexte, il est important pour obtenir de bons rendements, donc rentabilisant au mieux les systèmes de production, d'associer correctement les semis précoces au travail du sol qui cependant se révèle difficile à réaliser. Pour y remédier plusieurs voies ont longtemps été prospectées par la recherche. Il s'agit d'adapter le cycle végétal au cycle pluviométrique, par la mise au point de variétés à cycle court même si elles apparaissent moins productives (FRANQUIN, 1966 ; LAMBERT, 1983 ; DANCETTE, 1984 ; SOME, 1989). C'est plutôt les variétés à cycle long qui valorisent mieux l'eau.

Les variétés à cycle long sont par contre plus pénalisées par les irrégularités des pluies en début de saison qui tendent à raccourcir la durée de l'hivernage. C'est pourquoi l'autre alternative qui consiste à travailler précocement le sol à sec peut présenter dans cette situation un intérêt indéniable ; en témoignent les travaux de l'I.R.A.T (1970a), du C.E.E.M.A.T (1975), et de HERBLOT (1984). En effet dans une expérimentation « travail du sol en sec » à Gampela, HERBLOT (1984) montre que l'augmentation du rendement en sorgho, due au sous-solage est en moyenne de 50%, à laquelle s'ajoute un effet résiduel non négligeable de 25%. Cependant les outils mis au point par le C.E.E.M.A.T (dent canadien, pic fouilleur, pointe diamant), tout comme la dent mise au point par le C.R.A de Bambeï (C.E.E.M.A.T, 1975), n'ont pu être vulgarisés au profit des utilisateurs de la traction animale à cause de la non-disponibilité de la force de traction nécessaire pour travailler le sol à une profondeur convenable. Cette force de traction comme le remarque LE THEC (1992) en expérimentant le *coutrier RS.8*, est variable suivant la texture du sol ; elle est d'autant plus élevée que la texture est de type argileuse. De ce fait la conception de la dent devra prendre en compte la performance mais aussi et surtout concilier l'effort de traction exigé à celle disponible.

C'est cette ligne directrice qui a conduit à la mise au point de la dent IR12 en 1994, par l'I.N.E.R.A à travers sa section machinisme devenue I.R.S.A.T, à partir des expériences antérieures menées sur le *coutrier RS.8*. Des essais ont révélé que l'effort extrême de traction de la dent utilisée à sec est inférieur à celui exigé dans le cas du labour classique.

L'utilisation de la dent IR12 dans la présente étude vise un certain nombre d'objectifs.

## **2. OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Les objectifs de la présente étude se résument comme suit :

- Apprécier l'incidence des techniques de préparation du sol sur la mise en place des cultures.

- Evaluer l'incidence agronomique de la dent IR12 sur la production du maïs et du coton selon différentes techniques de travail du sol.

- Comparer les résultats agronomiques obtenus par l'emploi de la dent à ceux des pratiques de la zone.

Cela a pour but de dégager au moins une alternative de travail du sol en vue de pallier aux contraintes liées au labour.

**DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE**  
**MATERIELS ET METHODES**  
**RESULTATS ET DISCUSSIONS**

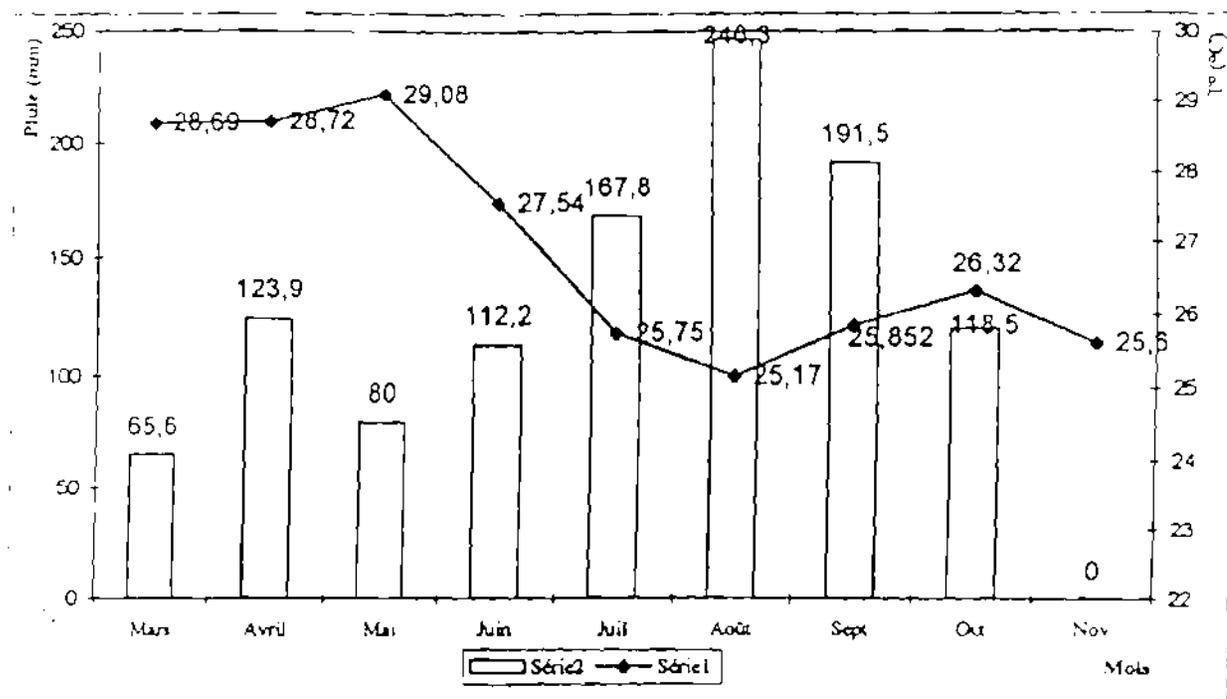


Figure 1 : Evolution de la pluviométrie et de la température mensuelles de Farako-bâ ; période pluvieuse 1999.

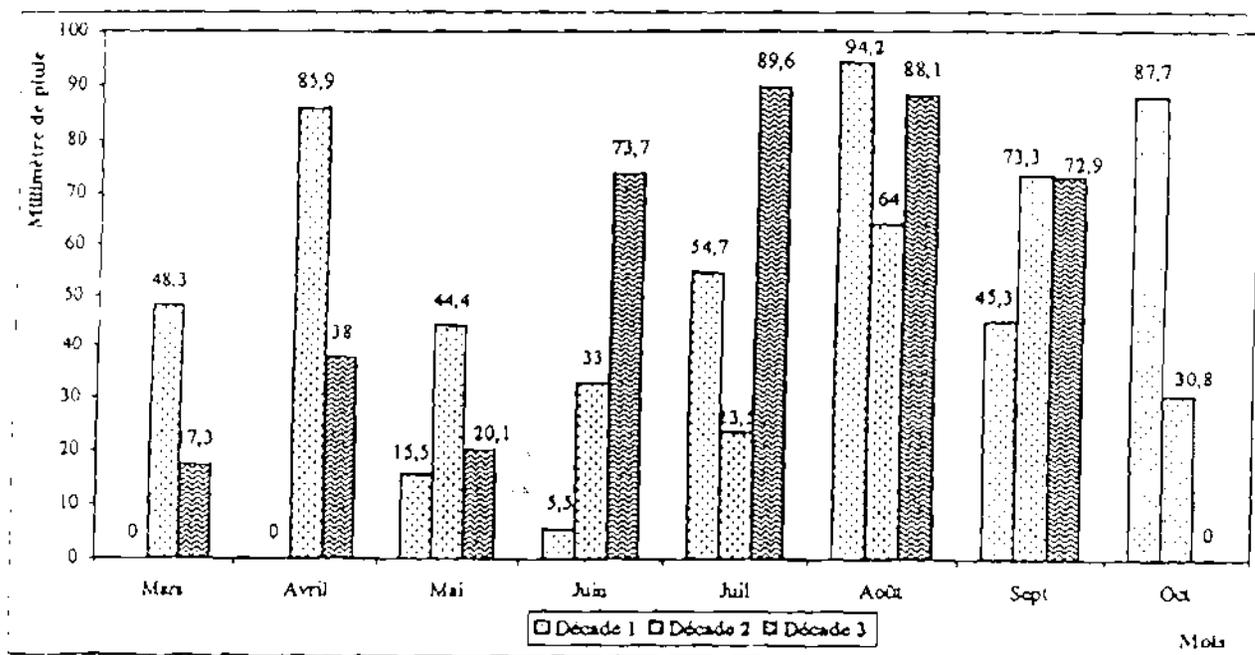


Figure 2 : Répartition décadaire de la pluviométrie de Farako-bâ, année 1999

# CHAPITRE I: MATERIELS DE L'ETUDE

## 1. Le site expérimental : Station de farako-bâ

Crée en 1950, la station de Farako-bâ, siège du Centre Régional de Recherche Environnementales et Agricoles de l'ouest (C.R.R.E.A), se situe à une altitude de 405 m, à 10 km de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfora. Ses coordonnées géographiques sont de 04°20' de longitude et 11°06' de latitude nord-ouest.

### 1.1. Le climat du site

La situation géographique de la station lui confère un climat sub-soudanien caractérisé par une seule saison de pluies dont le cumul varie de 950 à 1100 mm avec 130 à 150 jours de période de végétation active (HIEN, 1990, cité par ILBOUDO, 1997).

La moyenne pluviométrique des dix dernières années est de 1073,4 mm. Cette moyenne a été dépassée seulement 4 années sur 10. La plus forte pluviométrie est 1234,1 mm enregistrée en 1998 contre seulement 841,1 mm en 1993. L'année 1999 a enregistré un cumul pluviométrique (figure 1) de 1134,9 mm en 90 jours de pluie contre une moyenne de 84 jours durant les dix dernières années.

La répartition décadaire de la pluviométrie indiquée dans la figure 2 fait apparaître des irrégularités matérialisées par de grands écarts inter-décadaires. Durant la période semis-récolte (juin à novembre), on a enregistré de faibles pluies pendant les deux premières décades de juin. Cette situation a retardé aussi bien la réalisation du labour que le semis des traitements préparés à sec (traitements 1, 2, 4). On relèvera après les semis réalisés le 18 et le 26 juin, que la deuxième décade de juillet a été nettement moins pluvieuse. Une chute brutale des pluies observée dans la deuxième décade d'octobre marque la fin de la saison. Pendant la même période, les moyennes de température (figure 1) et d'humidité de l'air (figure 3) sont respectivement de 25,98° et de 69,15%. Les valeurs extrêmes sont observées en juin (27,54°) et en août (25,17°) pour la température ; en novembre (45,07%) et en août (80,43%) pour l'humidité.

### 1.2. Le sol

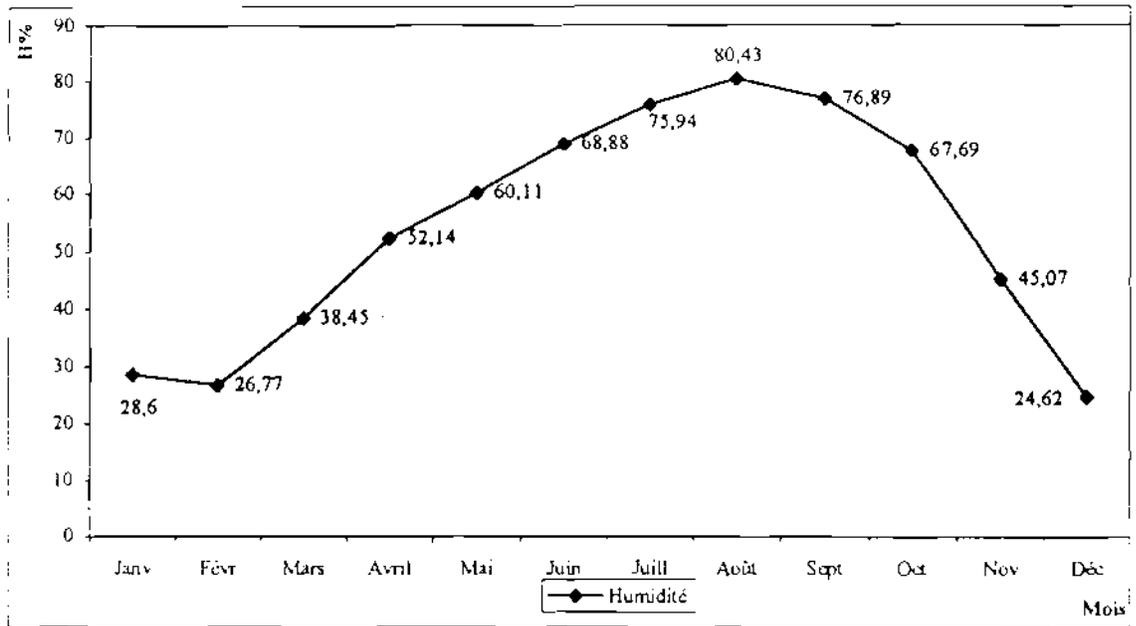


Figure 3 : Evolution de l'humidité de l'air de Farako-bâ, année 1999

L'essai est implanté sur un sol ferrallitique dont les caractéristiques seront présentées ultérieurement (Tableau III). La parcelle a été durant les deux années précédentes exploitée en coton. Le choix d'un précédent cultural avec billons a été motivé par le souci de nous conformer au milieu paysan. Il convient de rappeler que dans l'itinéraire technique de la culture du cotonnier et du maïs, intervient en dernier lieu le buttage qui engendre la formation des billons.

## **1.2. Les outils de travail du sol**

### **2.1 La dent I.R12**

#### *2.1.1. Description*

L'outil utilisé est un fer plat de 12 mm d'épaisseur et de 450 mm de longueur dénommé I.R.12 où :

I = I.N.E.R.A;

R = Réversible car les angles de coupe étant réalisés aux deux extrémités ;

12 = épaisseur de la dent en mm.

#### *2.1.2. Fonction*

Cet outil est utilisé pour le scarifiage des sols à sec permettant une meilleure gestion :

- de l'eau de pluie en facilitant l'infiltration par l'éclatement du sol ;
- de la fertilité par l'épandage du Burkina Phosphate (B.P.) ou du compost dans les sillons réalisés à cet effet ;
- du calendrier agricole en favorisant les labours et les semis précoces.

#### *2.1.3. Fonctionnement*

##### **Les montages**

La dent I.R.12 présente l'avantage d'être inter-changeable en s'adaptant à plusieurs bâtis qui sont : la charrue CH9'', la houe manga, la houe triangle et la houe sine (annexe 1).

Pour chaque type de bâti, il est prévu un étau sur lequel se monte la dent et sert de liaison entre celle-ci et le corps. En fonctionnement le bâti doit être horizontal.

### **Conditions d'utilisation de la dent I.R.12**

La période de travail du sol couvre toute la saison sèche. De préférence, cette période s'étale de novembre à février pour profiter de l'humidité résiduelle, de la bonne condition des animaux et du temps frais pour de meilleures conditions de travail. Son utilisation nécessite d'avoir une paire de bœufs bien en forme et bien alimentés.

Le travail du sol s'effectue en sec pour obtenir un meilleur éclatement. Le taux d'éléments fins et notamment l'argile détermine la formation d'agrégats (mottes) ; le taux optimal selon LE THEC (1992) est de 12% car les sols argileux (lourds) sont plus difficiles à travailler. Les mesures de force de traction effectuées en 1994 montrent que l'énergie de traction passe de 63,7 à 86,6 kgf d'un sol gravillonnaire au type limono-argileux pour des profondeurs respectives de 9,9 et 8,5 cm (sur sol plat). Ces forces restent tout de même inférieures à celles exigées en labour classique dans les conditions d'humidité optimale (90 à 110 kgf selon IRAT, 1970 a, CHARREAU et NICOU, 1971).

Sur un sol plat, la réalisation des raies doit s'effectuer parallèlement aux courbes de niveau pour éviter le décapage dans le sens de l'écoulement de l'eau. Les passages de la dent peuvent être simples ou croisées et les croisements variés selon les cas : 40 cm x 40 cm ; 60 cm x 60 cm et 80 cm x 80 cm

## **2.2. La charrue 9''**

Elle a été utilisée pour l'exécution du labour en humide

## **3. Le matériel végétal**

### **3.1. Le coton**

La variété utilisée, **FK 290**, est inscrite dans le catalogue variétal de l'année 1995. C'est la variété qui est cultivée dans la zone ouest pour son cycle relativement long de 150 jours. Sa description morphologique indique un port en gobelet avec 3 à 4 branches végétatives, une tige rougeâtre avec des entre-nœuds longs, un feuillage vert foncé, une

pilosité moyenne. Les capsules rondes, légèrement mucronées, s'ouvrent en quartiers dirigés vers le haut.

Les caractéristiques agronomiques définies dans la fiche élaborée par la Section Génétique du Programme coton/IN.E.R.A sont :

- Productivité en coton graine:2201 kg/ha ;
- Productivité en fibre : 944 kg/ha ;
- Rendement à l'égrenage : 42,9% ;
- Poids moyen capsulaire (P.M.C) : 5,2g.

La recherche recommande que les semis soient réalisés durant la période optimale du 20 mai au 15 juin permettant d'escompter de meilleurs rendements.

### **3.2. Le maïs**

La variété utilisée est la **FBC 6** (Farako-Bâ Composite 6<sup>e</sup> génération) sélectionnée à Farako-bâ. C'est une variété précoce dont le cycle varie de 86 à 94 jours. Sa productivité est de l'ordre de 5,6 tonnes à l'hectare. Elle est conseillée en culture semi-intensive.

Compte tenu de son cycle relativement court, la période de semis peut s'étaler jusqu'au 15 juillet. La phase physiologique la plus sensible à la sécheresse reste comme pour toutes les variétés du maïs, la floraison. Le semis doit être réalisé de sorte à éviter des poches de sécheresse durant la période de 20 jours avant et après floraison.

## CHAPITRE 2 : LES METHODES

Le principe de cette expérimentation repose sur une approche qui vise à apprécier l'influence de différentes techniques culturales sur la productivité du cotonnier et du maïs.

### 1. le dispositif expérimental

Deux essais comportant chacune des cultures de coton et de maïs ont été conduits. Le dispositif statistique utilisé pour chaque essai est un bloc Fisher à quatre répétitions. Cinq techniques de préparation du sol telles qu'indiquées dans le tableau ci-dessous constituent les traitements. Ils sont les mêmes pour les deux cultures.

**Tableau 1 : Traitements mis en comparaison**

Traitements	Techniques de préparation du sol
T1	Semis direct sur billons, sans travail du sol
T2	Eclatement des billons dans l'axe central, à sec avec une dent IR. 12
T3	Eclatement des billons sec à une dent suivi d'une reprise au labour à temps humide à la charrue
T4	Pseudo-labour à sec avec trois dents associés à un écartement de 10cm
T5	Labour classique à la charrue à temps humide suivi d'un hersage manuel

N.B.: tous ces travaux ont été effectués à la traction animale tandis que l'entretien cultural a été manuel.

La superficie de chaque essai est de 1920 m<sup>2</sup>. Chaque parcelle élémentaire compte six (6) lignes et mesure 96m<sup>2</sup> ; la parcelle utile quant à elle mesure 64 m<sup>2</sup> recouvrant les quatre (4) centrales de la parcelle élémentaire.

### 2. Description et conditions de réalisation des différents traitements

La réalisation de chacune de ces techniques culturales appliquées dans cette étude

exige un certain nombre de conditions plus ou moins spécifiques. Le semis direct sur billons (T1) ne présente aucune contrainte en matière de travail du sol.

L'éclatement des billons (T2) est un travail partiel du sol qui consiste au passage, en temps *sec*, d'une dent IR.12 dans l'axe central du billon. Cela engendre la formation de mottes dont les plus grosses sont de l'ordre décimétrique (annexe 2) ; la profondeur de travail est en moyenne de 11,9 cm . La structure motteuse ainsi formée favorise l'infiltration des eaux des premières pluies. Il s'ensuit une humidification du sol qui présente l'avantage de permettre une anticipation du labour (T3) ou des semis si l'humidité est bonne (T2).

Le pseudo-labour (T4) consiste à éclater les billons par le passage à trois dents IR.12 fixés sur le bâtis, dont deux en arrière plan ; la dent centrale passe dans l'axe central du billon. Les deux extrêmes sont montés à un écartement légèrement supérieur à la largeur du billon de sorte qu'elles permettent une prise du billon, totalement éclaté. Il est comme le traitement T2, est un travail partiel du sol. Cependant la taille des mottes est plus réduite de même que la profondeur de la couche travaillée qui est en moyenne de 11,4 cm. En revanche la largeur du sol travaillé par passage est nettement plus élevée. Elle est environ de 33,6 cm en considérant l'écartement de 10 cm x 2 entre les dents, l'épaisseur des trois dents (12 mm x 3) et la partie remuée de part et d'autre des dents fixées aux extrémités (5 cm x 2). Sa réalisation est possible à temps sec ou pré-humide puisque l'augmentation du nombre de dents accroît l'énergie de traction.

Comme nous l'avons indiqué auparavant, le travail du sol à la dent (T2, T4) s'étale sur une longue période. La programmation du travail peut ainsi être faite de sorte à réduire la fatigue des animaux. Les temps de préparation du sol indiqués en annexe 7 montrent que le labour classique (T5) nécessite un volume de travail plus élevé. Cela veut dire que la reprise au labour en T3 s'effectue à une vitesse de travail plus élevée qu'en labour direct (T5). Même si le traitement T3 nécessitait plus de temps de travail que le traitement T5, le premier conserve l'avantage de permettre une préparation du lit de semences dans le délai car la reprise au labour est anticipée ; en plus ce temps de travail est reparti sur une plus longue de période.

Cette situation illustre un intérêt de la dent IR.12 qui en permettant une préparation précoce du lit de semis, peut limiter le risque de semis tardifs. Par contre le labour direct (T5) du fait qu'il exige une humidité beaucoup plus importante présente un risque maximal de semis tardifs.

### **3. La conduite culturale**

Les semis ont été réalisés à la date du 18 juin pour tous les traitements des deux essais. La mauvaise levée consécutive au manque de pluies a engendré un resemis le 26 juin qui est considérée comme la date de semis. L'écartement a été de 0,80 m entre les lignes et de 0,40 m entre les poquets conformément aux recommandations techniques.

Le démariage est intervenu quinze jours après semis en laissant deux plants par poquet. Ce qui donne une densité théorique de 62500 plants à l'hectare.

Les différents traitements de chaque culture ont bénéficié des mêmes entretiens culturaux et traitements phytosanitaires conformément aux recommandations de la recherche.

Sur le cotonnier, une fumure minérale uniforme constituée de 200 kg/ha de 22-14-15-4,5-0,75 est appliquée à 30JAS. Sur le maïs, en plus de cette dose, un complément d'urée 46% a été appliqué à la dose de 50 kg/ha à 45JAS.

#### **4. Les observations pré et post-récolte**

##### **4.1. Les observations pré-récolte**

Ces observations ont porté sur l'enherbement, la levée, la densité, la croissance végétative, le niveau de floraison aussi bien sur le cotonnier que sur le maïs. Un diagnostic racinaire a été réalisé sur le cotonnier.

##### **La levée et la densité**

Ces variables sont mesurées respectivement par le comptage du nombre de poquets levés et de plants à l'échelle de la parcelle utile.

##### **L'enherbement**

Une cotation d'enherbement selon l'échelle C.E.B (Cotation Enherbement de Base) de l'I.R.C.T est réalisée en même temps que l'inventaire de la flore adventice avant le premier sarclage. Ces observations permettent d'apprécier l'état d'enherbement sur chaque traitement. L'enherbement selon cette échelle placée en annexe 4 est d'autant plus dense que la note comprise entre 1 et 10 est faible.

##### **La croissance végétative et le niveau de floraison**

Le suivi de la croissance végétative du cotonnier repose sur les mensurations des

hauteurs à 30, 50, 100, 120 et 150JAS. Chacune de ces périodes correspond plus ou moins à un stade végétatif de la plante. Sur chaque parcelle utile, 20 pieds choisis au hasard sont mesurés. L'échantillon est le même sur le maïs maïs, seules les mensurations indiquant la hauteur finale ont été faites à 10 jours avant récolte. Par contre les méthodes d'évaluation du niveau de floraison diffèrent selon les cultures. Sur le maïs, elle consiste en une évaluation du taux de plants portant une soie (fleur femelle qui apparaît la dernière) sur l'ensemble des plants de la parcelle utile. Le stade floraison est atteint lorsque 50% des plants portent une fleur (WECAMAN, 1999). C'est une façon d'apprécier l'influence des traitements sur la précocité. Sur le coton, la méthode repose sur le calcul du niveau de floraison à 70JAS. C'est un des paramètres de la méthode de Diagnostic Foliaire Standard<sup>®</sup>:DF/IRCT.

### **Le diagnostic racinaire du cotonnier**

L'alimentation hydrominérale dépend du degré de colonisation du sol par le système racinaire. En vue d'apprécier l'influence des différents traitements sur l'évolution du système racinaire, la méthode de HENIN (profil cultural) adaptée au cotonnier a été utilisée. Couramment utilisée à l'IN.E.R.A/Programme coton, cette méthode consiste à faire une fosse à la profondeur limite du front racinaire pour caractériser le système racinaire par certains paramètres. Il s'agit :

- de la profondeur d'enracinement qui correspond à la distance comprise entre le collet et l'extrémité visible de la racine pivotante.
- de la répartition des racines dans le sol, qui est appréciée par un comptage des racines par couche d'horizon ( 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm).
- du poids sec racinaire qui indique l'importance du développement des racines. Pour ce faire les racines sectionnées à partir du collet, et la partie aérienne sont séchées à l'étuve à 70°C pendant 72 heures.

Cette méthode est destructrice car 4 plants par parcelle élémentaire, soit 16 par traitement sont prélevés lors de chacune des trois observations (40, 80, 120 JAS).

## **4.2 Les observations post-récolte**

Ces observations portent sur le rendement et ses principales composantes.

Il s'agit du nombre de capsules et de la matière sèche sur le cotonnier. Sur le maïs, les

composantes retenues sont la matière sèche, le nombre d'épis et les caractéristiques des épis.

## **5. Analyses du sol**

Elles sont faites à partir des échantillons prélevés aux horizons 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, avant l'implantation de l'essai. Elle consiste à déterminer d'une part la texture du sol et d'autre part les nutritifs du sol. Les échantillons, une fois séchés, sont pilés et tamisés afin de déterminer le refus (> 2mm) ; la partie fine est soumise aux analyses ci-dessous, réalisées au laboratoire du BU.NA.SOLS.

### **La granulométrie**

La méthode internationale à la Pipette ROBINSON a été utilisée pour la granulométrie 5 fractions.

### **Le pH eau**

La mesure du pH est faite par la méthode électronique au pH-mètre à électrode en verre.

### **L'azote**

La méthode de détermination de l'azote est celle de KJELDAHL dont le mode opératoire comporte deux phases : la minéralisation et le dosage.

### **Le carbone**

La teneur en carbone organique est déterminée par la méthode WALKEY-BLACK. Celle de la matière organique est calculée en multipliant la valeur du carbone obtenue par 1,724.

### **Les bases totales**

La spectrophotométrie d'absorption atomique est utilisée pour la détermination des doses de Ca et Mg. Quant au potassium, il est déterminé par la spectrophotométrie de flamme.

### **Les bases échangeables**

Elles sont déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique pour  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  et par spectrophotométrie de flamme pour  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ .

### **La capacité d'échange cationique (C.E.C)**

Elle se mesure à partir de la solution d'extraction des bases échangeables. La teneur en ions  $\text{Ag}^+$  dans cette solution est déterminée. On déduit la quantité d'argent retenue par le sol par comparaison de cette teneur à celle obtenue sur un échantillon « blanc » témoin. La C.E.C exprimée en milliéquivalent pour 100g de sol (m eq/100g) est calculée par addition des bases

échangeables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) ainsi que l'hydrogène et l'aluminium échangeable qui n'a pas été déterminé.

### **Le phosphore**

L'extraction du phosphore total se fait par une attaque perchlorique à chaud de 1g de sol broyé. Le broyage est effectué par colorimétrie en présence de vanado-molybdate. La mesure de l'extinction est faite à 430nm. Quant au phosphore assimilable, il est déterminé par la méthode de BRAY n°2.

## **6. Le suivi du taux d'humidité**

Les mêmes types d'échantillons que précédemment, sont prélevés le long du cycle des cultures. La périodicité de prélèvement est de 30, 50, 100, 120, 150 JAS. Ces périodes correspondent plus ou moins à des stades de développement du cotonnier.

Le taux d'humidité mesuré est un indicateur de la disponibilité de l'eau en fonction des différents traitements appliqués. Il est estimé sous la forme pondérale (H%), par la différence du poids des échantillons du sol avant et après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures.

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = \frac{\text{Poids humide} - \text{Poids sec}}{\text{Poids sec}} \times 100$$

## **7. Le Diagnostic Foliaire standard : DF/IRCT**

Il a pour but d'apprécier l'influence des traitements sur l'état de nutrition globale du cotonnier. A cet effet, 100 feuilles au maximum ont été prélevées au hasard par traitement, soit 25 par parcelle élémentaire à 70JAS avant 9 heures. Ces feuilles sont celles à l'aisselle de la fleur du jour, situées sur les premiers nœuds des branches fructifères.

Les pétioles sont ensuite séparés des limbes à l'aide d'une lame de rasoir, donnant ainsi deux sous-échantillons (limbes et pétioles). Une fois séchés à l'air puis à l'étuve, à 70°C pendant 48 heures, ces sous-échantillons sont broyés avant d'être soumis aux différentes analyses. Elles concernent les éléments nutritifs qui interviennent dans les fonctions de production.

Ce sont :

- Les cations K, Ca, Mg et Na, au niveau des pétioles.
- Les anions N, P et S au niveau des limbes.

Ces éléments sont déterminés au BU.NA.SOLS selon les méthodes ci-dessous indiquées :

#### **L'azote total**

La détermination de cet élément est effectuée par la méthode micro-KJELDAHL qui est basée sur le même principe que la méthode KJELDAHL pour l'azote total du sol. La minéralisation est suivie du dosage effectué par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 N.

#### **Le phosphore total**

L'échantillon de la plante est attaqué à l'acide perchlorique en présence d'acide nitrique et d'acide sulfurique concentrés. Le dosage est effectué par colorimétrie par un réactif vanado-molybdique.

#### **La détermination de Ca, Mg, Na, K et S**

L'échantillon de plante broyé est minéralisé par attaque de nitro-perchlorique en présence d'acide hydrochlorique (HClO<sub>4</sub>) concentré. La solution obtenue sera retenue pour le dosage des différents éléments. Le temps de minéralisation est plus long pour le dosage du soufre effectué par néphélométrie.

Pour Ca et Mg, le dosage est effectué par spectrophotométrie par absorption atomique tandis que Na et K sont dosés par spectrophotométrie de flamme.

### **2.8. Les traitements des données**

Les données sont traitées à l'aide du logiciel STATITCF adapté aux essais agronomiques ; Le test de NEWMAN et KEULS est choisi pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle une différence significative au seuil de probabilité considérée.

---

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

---

**Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du sol : Parcelle 430S de Farako-bâ.**

Caractéristiques	Profondeurs (cm)			Caractéristiques	Profondeurs (cm)		
	0-10	10-20	20-40		0-10	10-20	20-40
<b>Granulométrie (%)</b>				<b>C.E.C (T)</b>			
Argile (< 2 $\mu$ )	12,13	15,25	23,38	még/100g	3,90	4,13	5,20
Limon fin (2-20 $\mu$ )	12,19	12,19	14,38	<b>Taux de</b>			
Limon grossier (20-50 $\mu$ )	47,27	44,23	34,4	<b>saturation</b>			
Sable fin (50-250 $\mu$ )	2,11	2,41	2,79	(S/T) %	63,88	66,25	60,88
Sable grossier (250-2000 $\mu$ )	26,30	25,93	25,05	<b>pH.eau</b>	5,90	5,76	5,48
Refus (> 2 mm)	7,37	9,18	20,88				
<b>Matière Organique %</b>	0,77	0,81	0,78	<b>Acidité</b>			
Carbone %	0,43	0,45	0,45	d'éch.			
Azote % <sub>s</sub>	0,36	0,37	0,38	még/100g			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total (ppm)	95,75	108	126,5	H <sup>+</sup>	0,16	0,15	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. (ppm)	5,18	4,70	2,78	Al <sup>3+</sup>	0,03	0,04	0,06
<b>Bases éch. még/100g</b>				<b>Rapports</b>			
Ca <sup>2+</sup>	1,52	1,75	1,93	C/N	12,13	12,15	11,82
Mg <sup>2+</sup>	0,55	0,63	0,81	N/P.ass.	0,07	0,08	0,14
K <sup>+</sup>	0,34	0,29	0,34	Mg/K	1,60	2,18	2,38
Na <sup>+</sup>	0,09	0,08	0,09	(Ca + Mg)/K	6,04	8,23	7,15
Sommes des bases (S)				K/C.E.C	0,09	0,07	0,07
még/100g	2,50	2,75	3,17	Mg/Ca	0,36	0,36	0,42
				Ca/Mg	2,76	2,78	2,38
				Ca/K	4,47	6,03	5,68

# CHAPITRE I. FACTEURS INFLUENÇANT L'ETABLISSEMENT DES CULTURES

## 1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

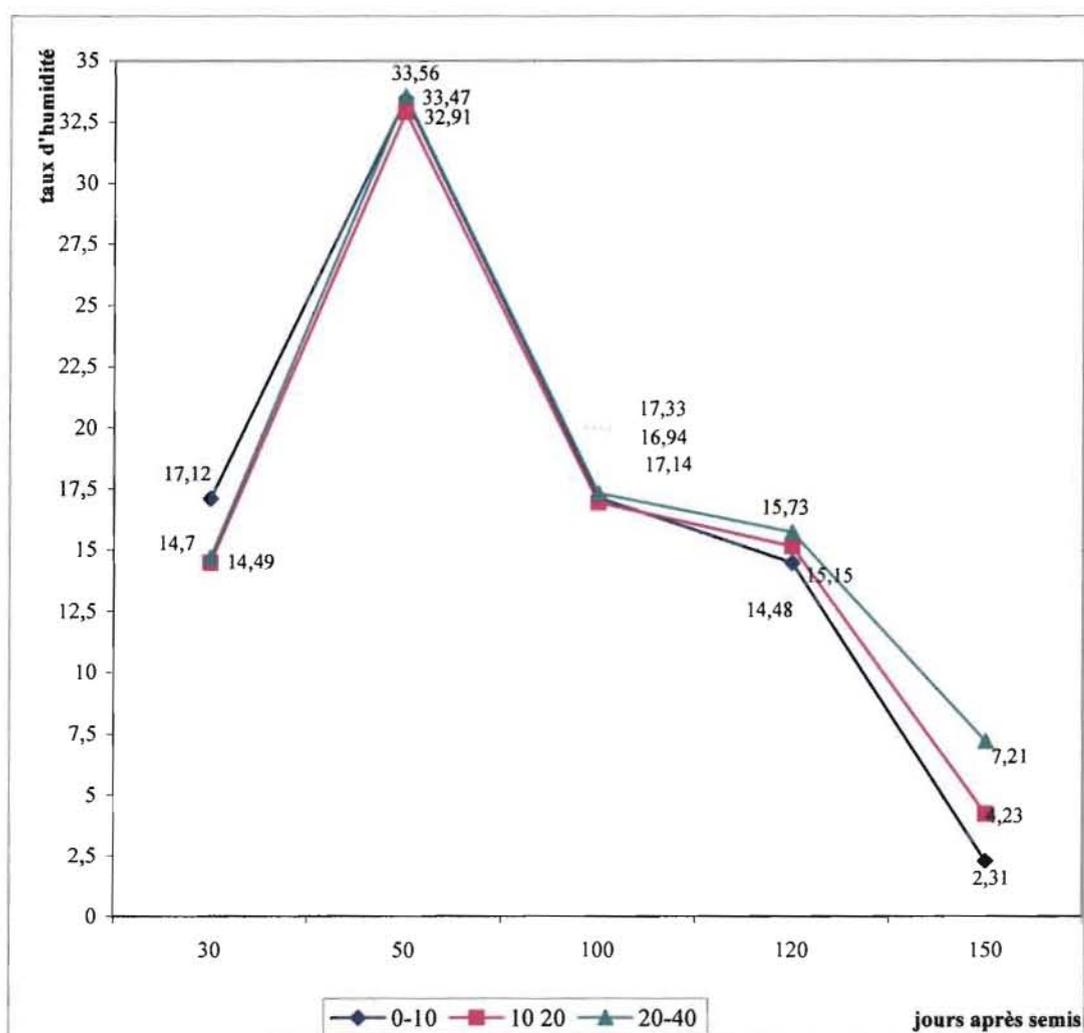
Les proportions granulométriques indiquées dans le tableau II confèrent à ce sol une texture limono-sableuse, dominée par les éléments grossiers ( $> 20\mu$ ) présents à environ 75% dans l'horizon 0-20 cm. Quant aux éléments fins, argile et limons fins, intervenant le plus dans la rétention des minéraux, ils existent dans des proportions de plus en plus importantes en profondeur. De 26% dans l'horizon 0-20 cm, ces proportions passent à 40% environ dans l'horizon sous-jacent. Cependant, on observe la présence de concrétions ferrugineuses constituant la charge gravillonnaire (de taille supérieure à 2 mm) dont la teneur augmente également avec la profondeur. La stabilité structurale est indiquée, selon BOYER (1982), par le rapport Ca/Mg correspondant à l'indice de HENIN. Les valeurs obtenues correspondent à celles d'une stabilité moyenne (1 à 7,6), mais sont plus proches de celles d'une mauvaise stabilité mauvaise.

Le sol est très pauvre en matière organique dont les teneurs varient de 0,77 à 0,81%. Ces teneurs bien que faibles, restent supérieures à 0,60% correspondant au seuil de non-réponse aux engrais. Le rapport C/N variant de 11,82 à 12,15 implique que la minéralisation s'effectue presque normalement. BOYER (1982) indique que les valeurs normales de la minéralisation se situent entre 9 et 12, d'où une libération normale de l'azote du sol pour la plante. Cependant, les teneurs disponibles en azote, tout comme pour le carbone et le phosphore, sont inférieures aux seuils de pauvreté définis par l'IN.E.R.A (cf. annexe 3). Il en est de même pour l'ensemble des bases échangeables dont la somme (2,50 à 3,17 méq/100g) est également inférieure au seuil de pauvreté. On observe toutefois une teneur de bases échangeables plus importante en profondeur sous l'effet très probable de la lixiviation. C'est cette pauvreté en bases qui explique la nature désaturée du complexe argilo-humique ; l'indice obtenu indiquant un état « dégradé » du sol.

Rappelons que la teneur en phosphore total ( $P_2O_5$  total) augmente avec la profondeur alors que la partie assimilable décroît. Cela s'explique par les phénomènes agissant sur la solubilisation de cet élément. Le rôle du pH y est très déterminant. D'ailleurs sa variation indiquée dans le tableau II est similaire à celle du phosphore assimilable. Les valeurs des  $pH_{eau}$  correspondent à celles d'un sol légèrement acide (SOLTNER, 1990). A cet égard, MOREL (1989) souligne qu'il est à craindre une baisse de l'activité des micro-organismes considérée

**Tableau III : Rapport entre quelques éléments chimiques du sol**

Rapports	Plages optimales selon BOYER (1982)	Résultats obtenus : P 430S		
		0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
Mg/K	3 ou légèrement >à 3	1,60	2,18	2,38
(Ca+Mg)/K	15 à 25-30	6,04	8,23	7,15
Ca/Mg	1 à 40-50	2,76	2,78	2,38
Ca/K	6 à 12	4,47	6,03	5,68
N/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .ass	2 à 4	0,07	0,08	0,14



**Figure 4 : Evolution du profil hydrique du sol le long du cycle cultural**

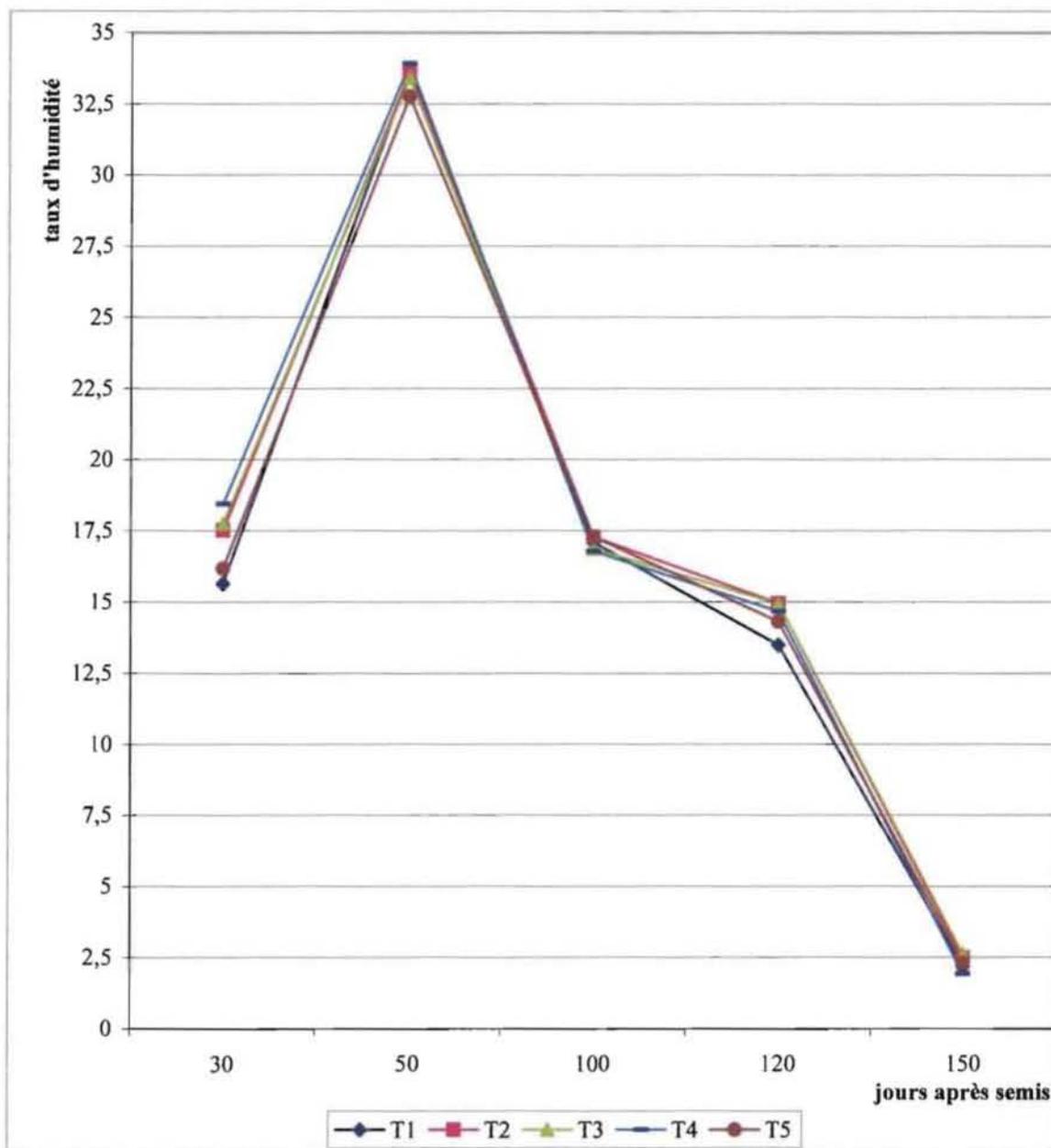
dans son ensemble, car celle-ci décroît lorsque le pH est inférieur à 6. Cette acidité va affecter d'une part de façon variable la solubilisation des éléments nutritifs et d'autre part l'enracinement des plants. Par rapport au premier aspect, SOLTNER (1990) a montré que dans une telle situation l'assimilabilité des éléments tels le phosphore, le calcium, le magnésium, le molybdène est légèrement en baisse ; celle de l'azote, du potassium et du soufre étant relativement meilleure. En revanche, cette gamme de pH favorise une bonne solubilisation du fer, du manganèse, du bore et du cuivre. Par conséquent des phénomènes de toxicité sont à craindre.

L'influence de l'acidité sur l'enracinement se traduit par une réduction du front racinaire limité dans les horizons superficiels (BOYER, 1982). La pauvreté du sol, notamment en phosphore qui baisse considérablement avec la profondeur, et l'apparition de l'aluminium à des teneurs également plus importantes en profondeur, en sont les causes. Pourtant la colonisation du sol par le système racinaire est très déterminant dans l'absorption hydrique et minérale. Cette absorption minérale va par ailleurs dépendre des phénomènes d'antagonisme et de synergie qui existent entre les différents éléments.

L'examen des rapports entre certains de ces éléments consignés dans le tableau III permet d'appréhender ces phénomènes pouvant être à l'origine des carences dites induites. Les résultats obtenus montrent que toutes les valeurs sont très faibles par rapport aux plages définies par BOYER (1982). Par conséquent, il est à craindre des manifestations de déséquilibre chimique entre ces différents éléments, à l'exception du calcium et du magnésium qui présentent un rapport équilibré.

## **2. EFFET DES TRAITEMENTS SUR L'HUMIDITE DU SOL**

Il faut souligner que l'évolution l'humidité du sol le long du cycle cultural est étroitement liée à la répartition temporaire de la pluviométrie. La variation de l'humidité pondérale dans les horizons 0-10 cm, 10-20 cm et 20-40 cm du sol est traduite par la figure 4. Celle-ci montre que ces horizons sont uniformément humide entre 50 et 100 JAS (Jour Après Semis) dates auxquelles la pluviométrie passe de 652,3 mm à 1008,9mm. Cet intervalle qui va de la fin de la deuxième décade de juillet à fin septembre a régulièrement enregistré de pluies. Parallèlement, on note une meilleure humidification du sol avec un taux d'humidité qui baisse de 30 à 17%. Cela fait penser l'eau n'est plus un facteur limitant pour aucun des traitements à cette période. Par contre une humidification relativement faible des horizons inférieurs certainement liée en grande partie à la faiblesse des pluies est observée avant 50 JAS. A 30



**Figure 5 : Evolution du taux d'humidité dans l'horizon 0-10 cm du sol**

JAS, 488,8 mm de pluies irrégulièrement réparties sont enregistrées. Au delà de 100 JAS, on observe un dessèchement progressif du profil suite à la baisse des pluies dont l'arrêt intervient à 117 JAS. Contrairement à ce qu'on observe durant les 50 premiers jours, ce sont les horizons profonds qui restent relativement plus humides car moins ils sont exposés à l'évapotranspiration

De cette analyse, on peut s'attendre à observer une influence des traitements sur l'humidité du sol que durant les périodes allant de 0-50 JAS et de 100-150 JAS, la période de 50 à 100 JAS étant bien arrosé. Soulignons que les résultats des taux d'humidité n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique.

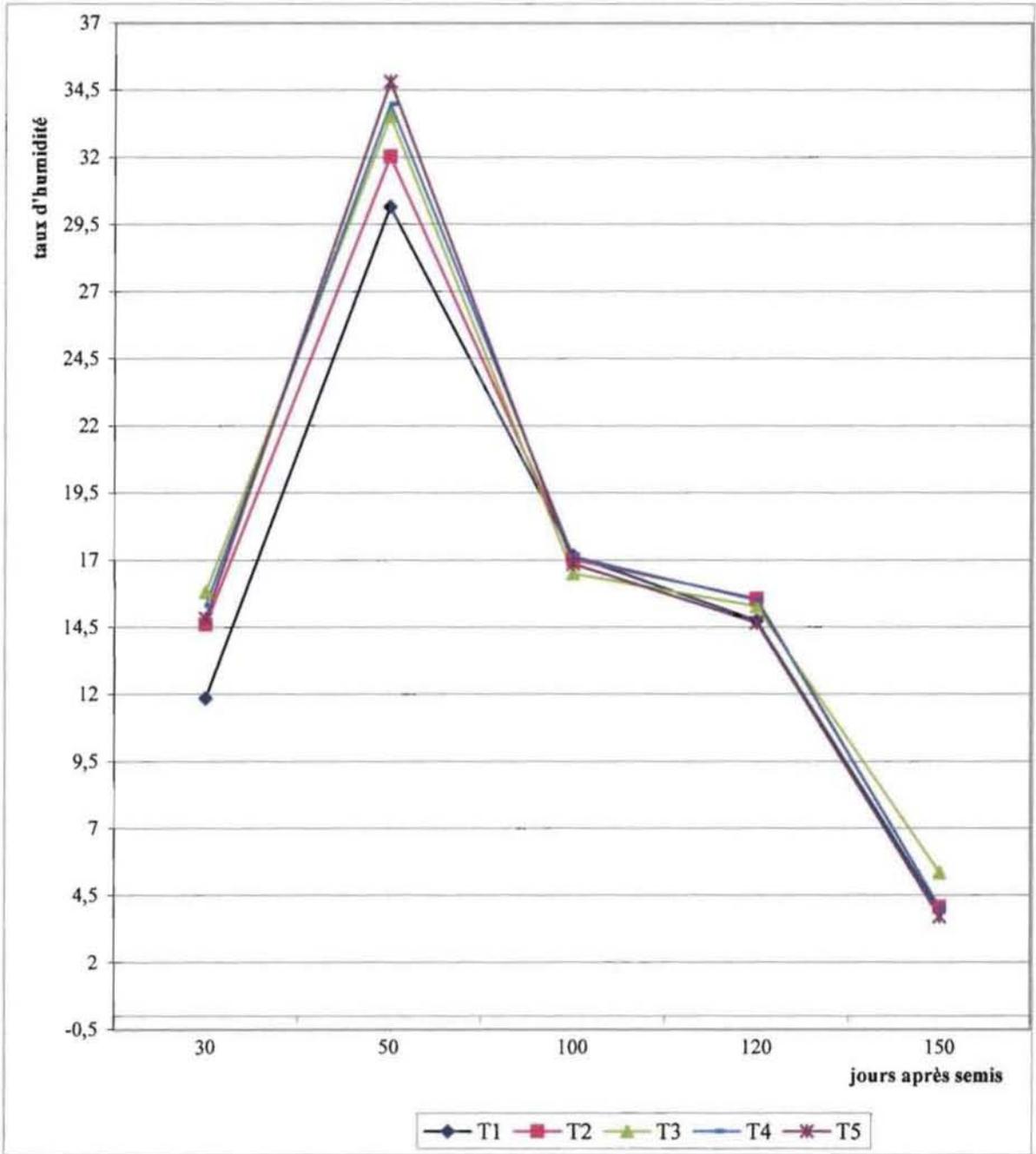
### **2.1. Humidité du sol à 30 JAS**

Les figures 5, 6 et 7 montrent que le traitement T1 présente une plus faible teneur en eau par rapport aux autres. Cette différence s'observe plus nettement au niveau des horizons 10-20 et 20-40 cm. Cette situation s'explique par les différences d'infiltration de l'eau qui est déterminé selon ROOSE (1981) par l'état structural du sol. La faible teneur observée en semis direct (T1) peut se justifier l'existence de la croûte superficielle qui réduit l'infiltration. En dépit d'un travail du sol, le labour classique (T5) présente une teneur relativement faible qui est plus proche de celle observée en semis dans l'horizon 0-10 cm. Cela révèle un effet probable de la taille des agrégats dans la conservation de l'eau ou de la précocité du travail du sol à sec et à la dent.

Dans les cas ces résultats renforcent l'intérêt du travail du sol qui permet de briser la croûte superficielle du sol en vue de favoriser l'infiltration, et partant augmenter le stock d'eau utilisable par la plante.

### **2.2. Humidité du sol à 50 JAS**

Dans l'horizon 0-10 cm, l'humidité est sensiblement la même pour l'ensemble des traitements (figure 5). Cela semble marquer la saturation de cet horizon en eau du sol dans la mesure où la pluviométrie à 50 JAS est devenue importante. Par contre, on observe une variation de plus en plus nette de l'humidité dans les horizons 10-20 cm et 20-40 cm (figure 6 et 7). Ces horizons demeurent moins humides en semis (T1) comparativement au travail du sol en général même si dans l'horizon 20-40 cm, c'est le labour classique qui présente la plus faible teneur en eau du sol. Dans la mesure où cet horizon est à peine explorée par le système



**Figure 6 : Evolution de l'humidité pondérale dans l'horizon 10-20 cm du sol**

racinaire à 50 JAS, ceci pourrait s'expliquer par la formation d'une semelle de labour liée au travail répétitif du sol à la même profondeur.

On note une meilleure humidification de l'horizon 20-40 cm du sol avec les traitements 2 et 4 ayant bénéficié d'un travail du sol à sec et à la dent. La structure grossière qu'engendre ce type de préparation du sol semble selon PAPY (1986), améliorer la vitesse d'infiltration de l'eau. Sa rétention en profondeur étant favorisée par la teneur en argile relativement plus importante.

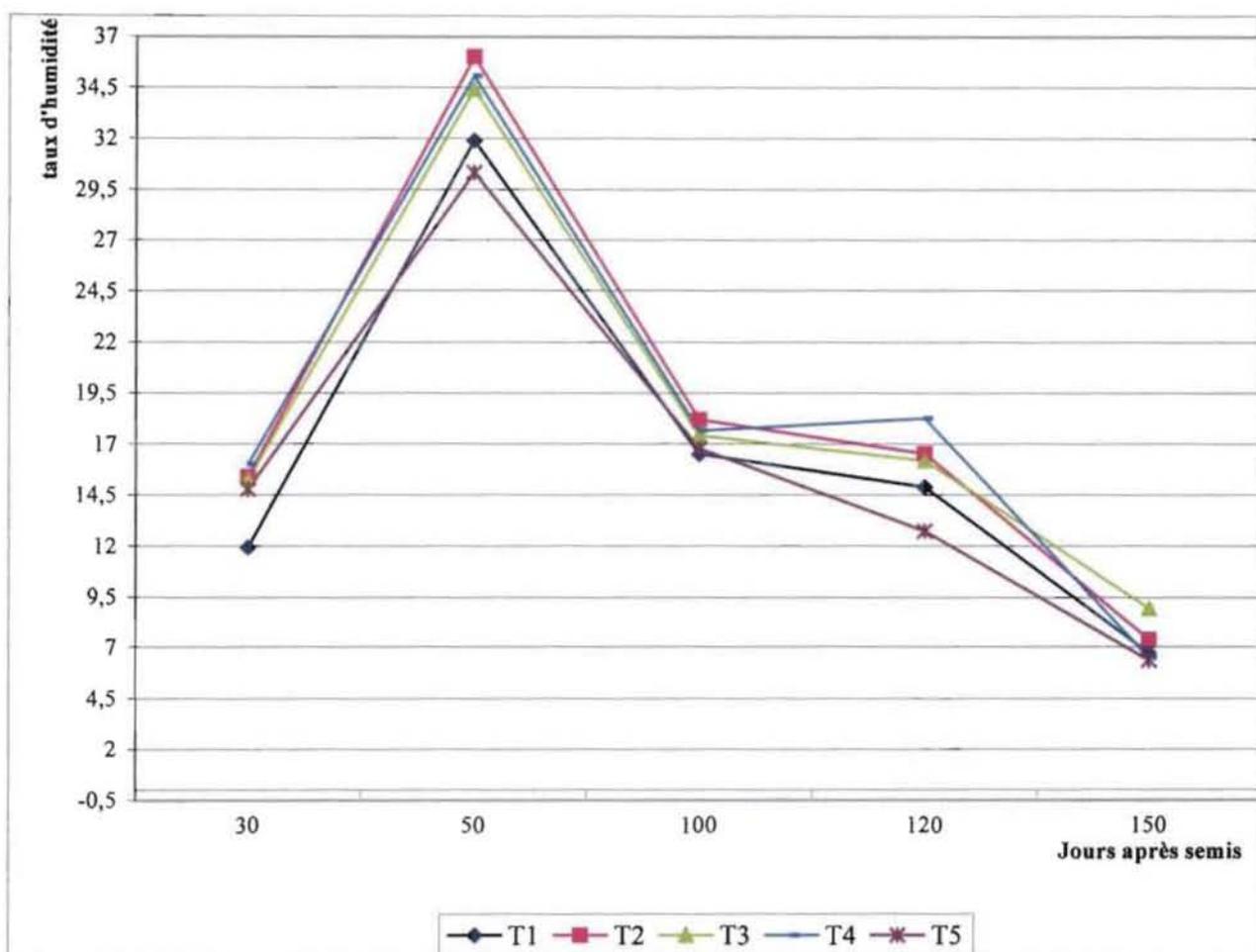
Cette situation illustre un intérêt particulier du travail précoce du sol à la dent, qui favorise une accumulation des eaux, tout en détruisant les semelles éventuelles du labour.

### **2.3. Humidité du sol à 100 JAS**

Comme nous l'avons souligné, le sol est uniformément mouillé à 100 JAS suite à l'abondance des pluies. Cela explique que les horizons 0-10 cm et 10-20 cm soient presque autant humides quel que soit le traitement. Par contre l'influence des traitements reste perceptible au niveau de l'horizon 20-40 cm, même si les écarts entre les niveaux d'humidité ne sont pas parfois considérables. Tout comme à 50 JAS, les traitements T2 et dans une moindre mesure T4 et T3 paraissent plus favorables à une conservation de l'eau en profondeur ; le semis direct (T1) présentant toujours la plus faible teneur.

### **2.4. Humidité du sol à 120 JAS**

Le dessèchement du profil à partir de 100 JAS (figure 4) suite à la diminution des pluies se remarque aussi au niveau des traitements dont les taux d'humidité diffèrent peu dans les horizons 0-10 cm et 10-20 cm. L'effet des traitements est plus remarquable dans l'horizon 20-40. Comme précédemment, ce sont le traitement 4 et dans une moindre mesure les traitements T2 et T3 qui permettent de conserver une humidité plus élevée dans cet horizon. Pour expliquer cette situation, il faut noter en plus de l'effet certain pour les traitements 4 et 2 que cette couche est moins explorée par le système racinaire des plantes. Cela semble atténuer pour ces traitements la perte d'eau liée à l'absorption dans cette couche. L'absorption racinaire justifie cependant faiblement le faible taux d'humidité observée en T5. Ce taux est nettement inférieur à celui du T3 bien que ce dernier ait un système racinaire relativement mieux développé. Ce constat renforce l'hypothèse de l'existence d'une semelle de labour en T5 à la limite de la profondeur du travail du sol.



**Figure 7 : Evolution de l'humidité pondérale dans l'horizon 20-40 cm du sol**

**Tableau IV : Levée du coton et du maïs (poquets/ha)**

Traitements	Avant resemis		Après resemis		Taux global après resemis
	Coton	Maïs	Coton	Maïs	
T1	3646 c	4531 c	30938	25521 b	88,56
T2	27760 a	29479 a	30833	31406 a	97,63
T3	24427 ab	28698 a	31667	31615 a	99,26
T4	20365 b	26198 b	31667	31406 a	98,94
T5	20677 b	26198 b	31771	31406 a	99,10
<b>Analyses</b>					----
<b>F</b>	26,10	247,01	2,86	3,16	----
<b>P</b>	0,0000 H.S	0,0000 H.S	0,06 N.S	0,0449 S	----
<b>c.v%</b>	18,8	5,8	1,7	9,9	----
<b>ppas 5%</b>	5489 poquets/ha	2004 poquets/ha	-	4504 poquets/ha	----

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

## **2.5. Humidité du sol à 150 JAS**

Quel que soit l'horizon, on observe un dessèchement général dans tous les traitements. En revanche le traitement T3 permet de conserver plus d'humidité résiduelle à 10-20 cm, nettement accrue dans l'horizon 20-40 cm, par rapport aux autres techniques culturales.

En somme, ces résultats bien que n'ayant pas été analysés statistiquement, montrent tout de même des tendances. En général, le travail du sol favorise une meilleure accumulation de l'eau du sol et ce d'autant plus dans les horizons profonds. Toutefois, cet effet d'amélioration de l'humidité est plus marqué avec le travail du sol à sec et à la dent.

## **3. INFLUENCE DES TRAITEMENTS SUR LA LEVÉE DES SEMIS**

La levée constitue un paramètre indispensable pour comprendre la densité considérée comme une des composantes principales du rendement. Il est donc nécessaire d'apprécier l'influence des différentes techniques culturales appliquées sur ce paramètre. Les résultats obtenus avant et après resemis sont présentés dans le tableau IV. Ces résultats montrent que les traitements exercent une influence sur la levée du maïs avant et après resemis. La variation hautement significative observée au premier semis traduit l'intérêt plus ou moins élevé des différentes techniques de préparation du sol dans des conditions d'irrégularité des pluies qui caractérisent le démarrage de la saison en région semi-aride.

En effet, avant resemis, les meilleurs taux du maïs sont obtenus avec les traitements T2 et T3 ayant en commun la préparation précoce du sol qui a consisté à éclater les billons à sec à la dent IR.12. Par contre, en semis direct (T1) la levée est plus faible. Les deux autres techniques de travail du sol à savoir le labour (T5) et le pseudo-labour (T4) sont moins favorables à la levée. Elles présentent en revanche des taux de levée significativement supérieurs à celui observé en semis direct (T1). Les différences constatées entre les moyennes arithmétiques des traitements ayant bénéficié d'un travail du sol traduisent l'influence de la qualité du travail du sol sur ce paramètre.

Le resemis effectué pour l'ensemble des traitements a permis une amélioration générale des taux de levée tout en réduisant les écarts entre les traitements. Toutefois, le semis direct montre un nombre de poquets levés plus faible que ceux des autres traitements qui sont identiques.

**Tableau V : Cotation de l'enherbement au premier sarclage (15-20 JAS).**

Traitements	Notes	Quantité d'herbes	Urgence des sarclages
T1	2	Herbe en forte quantité	Sarclage déjà un peu tardif
T2	3	Herbe importante	Sarclage très urgent à faire
T3	6	Herbe commençant un peu partout	Sarclage à envisager
T4	5	Herbe en quantité moyenne	Sarclage à faire bientôt
T5	6	Herbe commençant un peu partout	Sarclage à envisager

Sur le cotonnier, les mêmes tendances s'observent. Ainsi, au premier semis, l'absence de travail du sol (T1) demeure moins favorable à la levée. elle est nettement améliorée par le labour (T5 et T3) et le pseudo-labour (T4) mais dans une moindre mesure que l'éclatement des billons dans l'axe central et à une dent (T2).

Le resemis a permis d'améliorer le taux de levée de tous les traitements qui présentent des écarts négligeables.

En considérant les deux cultures, l'éclatement des billons (T2) et dans une moindre mesure lorsque cette pratique est suivie d'un labour (T3), permettent l'obtention d'une meilleure levée au premier semis. Cela illustre ainsi l'intérêt d'une préparation précoce du sol. Ces façons culturales présentent l'avantage de permettre une implantation plus rapide des cultures tout en réduisant le taux de resemis. Le labour avec les traitements T3 et T5 assure en revanche une bonne levée au resemis ayant bénéficié des conditions pluviométriques plus bonnes. Cela semble expliquer d'ailleurs la faiblesse de la variation des taux de levée après resemis. Mais de façon générale, ces résultats témoignent de l'intérêt du travail du sol. En effet, les résultats obtenus au premier semis réalisé à une période relativement sèche, montrent que la préparation minimale du sol est une condition nécessaire pour l'obtention d'une bonne levée ; car le travail crée les conditions favorables à la germination des graines du coton et du maïs. Par ailleurs un examen des moyennes arithmétiques pour chaque culture montre que le meilleur taux de levée s'obtient avec le maïs au premier semis.

#### **4. INFLUENCE DES TECHNIQUES CULTURALES SUR LA PRESSION DE L'ENHERBEMENT**

Le tableau V montre la situation de l'enherbement au premier sarclage. L'échelle C.E.B utilisée pour faire cette cotation indique l'importance des mauvaises herbes tout en recommandant la mesure à envisager pour chaque situation. Les espèces inventoriées pour chaque traitement figurent en annexe 5. Comme le montre le tableau V, la pression de l'enherbement est d'autant plus forte que la note est faible. Cette situation montre effectivement l'intérêt du travail du sol de façon globale. En effet, il diminue considérablement la présence des adventices par rapport au semis direct (T1) comme l'ont souligné CHARREAU et NICOU (1971), SOME, (1989). Cependant, les traitements ayant bénéficié d'un travail du sol se distinguent par la qualité du travail, notamment le degré d'enfouissement des herbes. Ainsi, le labour avec les traitements T3 et T5, qui favorise un

meilleur enfouissement des adventices par le biais du retournement de la terre permet un contrôle efficient de l'enherbement.

La pression de l'enherbement impose la date du premier sarclage. Il en résulte une priorité de sarcler qui s'établit selon le degré d'enherbement. Ainsi, le semis direct exige que le premier sarclage soit effectué très tôt, c'est-à-dire avant 15 JAS. A cette date l'intervention est urgente pour le T2. Dans ces deux situations, la main d'œuvre doit être immédiatement disponible après semis. En revanche, le T4 et encore mieux les T3 et T5 présentent l'avantage de retarder le premier sarclage ; ce qui peut désengorger le calendrier cultural. Ces traitements présentent de ce fait un intérêt capital, quand on sait que l'entretien est l'opération culturale la plus exigeante en temps de travail. Il est à l'origine des goulots d'étranglements observés dans le calendrier cultural des paysans (LENDRES, 1992).

## DISCUSSIONS – CONCLUSIONS

L'examen de l'évolution du taux d'humidité du sol montre clairement une influence des techniques de préparation du sol sur ce paramètre. Le travail du sol en général, permet un meilleur stockage de l'eau surtout en début de cycle (50 JAS). L'humidité est influencée par l'état structural du sol créé par les différents traitements car il détermine l'infiltration de l'eau (ROOSE, 1981). Ainsi, PAPPY (1987) et TARDIEU et MANICHON (1987a) montrent que l'infiltration de l'eau dans le sol est rapide en structure motteuse (grossière) comme c'est le cas dans le travail du sol à sec et à la dent. Cela explique qu'on observe le plus souvent une meilleure humidification des horizons profonds avec les traitements T2 et T4.

Les résultats obtenus sont conformes aux travaux de NICOU *et al.* (1985, 1987), SOME (1989). Cependant, ces auteurs observent des écarts nettement élevés (atteignant parfois 45 mm) en début du cycle, entre les teneurs en eau engendrées par le travail du sol et le grattage superficiel comparable au semis direct. Mais CHOPART et KONE (1985) constatent qu'en semis direct, l'abondance des adventices entraîne une forte consommation d'eau. Cela contribue à atténuer la différence d'humidité entre des traitements labourés et le semis direct. Les résultats obtenus se justifient aisément dans la mesure où les données montrent que l'enherbement est nettement plus important en semis direct.

Du reste, ces résultats sur la pression de l'enherbement confirment l'intérêt du travail du sol dans la lutte contre les mauvaises herbes. C'est cela qui justifie d'ailleurs la pratique très répandue du labour qui cependant présente de nombreuses contraintes. Il convient de

rappeler en effet que le labour exige un seuil d'humidité relativement plus élevé. Le labour réalisé à sec n'est possible non plus qu'au tracteur de grande puissance mais comporte dans ce cas des risques élevés de dégradation du sol (BERGER *et al.*, 1985). Par contre, l'attente d'une humidité suffisante entraîne le plus souvent des retards de semis aux conséquences très néfastes. De ce fait le travail du sol à sec à la dent se positionne comme une solution. Au regard des performances obtenues, le travail du sol à la dent IR.12, ne permet pas un retournement du sol, ce qui engendre un enherbement plus important. Dans une telle situation, une maîtrise des adventices exige une disponibilité plus ou moins importante de la main d'œuvre. Le besoin en main d'œuvre est plus accru pour le traitement T2 qui est vite envahi mais à un degré évidemment moins sévère qu'en semis direct. Cette situation s'explique par l'éclatement des billons réalisé très tôt, favorisant ainsi l'accumulation des eaux des premières pluies. Il s'ensuit une levée des adventices dont on sait les besoins (pour la levée) d'ailleurs très faibles. Ces adventices apparaissent plus tardivement en labour (T3 et T5) qu'en pseudo-labour (T4). Mais cette façon culturale utilisant la dent IR12 permet tout de même une assez bonne maîtrise des mauvaises herbes

L'influence de ces techniques culturales sur la levée est certaine car le test de germination réalisé au laboratoire a montré que les semences du cotonnier et du maïs sont respectivement viables à 93% et à 100% après 4 jours. Si la température et l'humidité sont bien identifiées comme étant des facteurs contrôlant la germination des graines dans le sol, quelques travaux mettent en liaison la qualité du travail du sol avec la levée. Les résultats de après resemis qui montrent une meilleure levée en présence du labour s'expliquent bien sur la base de l'hypothèse soutenue par POMMEL (1990). En effet, il montre que la germination est plus coûteuse en réserves séminales en présence d'une structure motteuse (36% pour parvenir au stade 2 feuilles) qui multiplie les obstacles mécaniques pouvant même dans certains cas limites la rendre impossible. Dans la terre fine tel dans le cas du labour, les réserves nécessaires seraient de 29%. MOREL (1989) rend compte de l'influence de la température qui favorise la germination lorsqu'elle est élevée. A cet égard SOME (1989) rapporte que les valeurs relativement favorables à la germination sont obtenues dans les traitements labourés. En revanche, avant resemis, c'est l'éclatement des billons dans l'axe central (T2) qui permet d'obtenir un taux de levée moyennement supérieur aux autres. Ce résultat quoique contredisant l'hypothèse précédente est bien admissible. En effet, BRUCKER (1983) indique que la germination du maïs n'est possible que si la graine atteint une humidité critique. Sur cette base, on peut admettre que l'éclatement des billons réalisé plus tôt a dû accumuler plus d'humidité. L'hypothèse d'humidité critique est bien plus probante, au regard du taux de

levée obtenu en semis direct dont on sait l'infiltration très réduite. Par ailleurs, en considérant les cultures il ressort une différence considérable entre les taux de levée. Cela tend à confirmer l'hypothèse d'humidité critique de germination dont le seuil chez le maïs serait inférieur au celui du cotonnier. Cela se vérifie aisément par comparaison des moyennes arithmétiques des deux cultures pour chaque traitement au premier semis. On pourrait de façon empirique attribuer cette différence au fait que les enveloppes de la graine du cotonnier sont plus dures.

**Tableau VI : Evolution de la vitesse de croissance racinaire (cm/jour).**

Traitements	Périodes		
	0-40 JAS	40-80 JAS	80-120 JAS
T1	0,28	0,28	0,09
T2	0,39	0,18	0,09
T3	0,50	0,17	0,15
T4	0,47	0,19	0,08
T5	0,47	0,20	0,09
Moyenne	0,42	0,20	0,10

**Tableau VII : Evolution de la profondeur des racines (cm).**

Traitements	Profondeur moyenne d'enracinement (x)			Variabilité autour de x (%)	
	40 JAS	80 JAS	120 JAS	< à x au 120JAS	> à x au 120JAS
T1	11,00 b	22,19 b	25,75 b	75,00	25,00
T2	15,56 a	22,56 b	26,16 b	41,67	58,33
T3	19,81 a	26,75 a	32,69 a	50,00	50,00
T4	18,81 a	26,31 a	29,50 ab	58,33	41,67
T5	18,88 a	26,69 a	30,38 ab	41,67	58,33
Analyses :					
F	8,75	4,17	3,80		
P	0,0008 H.S	0,0182 S	0,025 S		
c.v%	14,6	9,1	10,40		
ppas à 5%	3,70 cm	3,42 cm	4,53 cm		

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

## **CHAPITRE II : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE DEVELOPPEMENT RACINAIRE ET AERIEN DU COTONNIER**

Dans le but d'apprécier l'influence des traitements sur le système racinaire, trois paramètres ont été étudiés. Il s'agit de la profondeur d'enracinement, de la matière sèche racinaire et de la répartition des racines latérales dans le profil cultural.

### **1. L'EVOLUTION DU FRONT RACINAIRE**

L'évolution de la profondeur d'enracinement est traduite par les tableaux VI et VII. Il ressort que les techniques de préparation du sol influent sur la vitesse de croissance racinaire indiquée dans le tableau VI. La plus forte croissance a lieu durant les 40 premiers jours après semis couvrant la phase plantule. Durant cette période la vitesse varie de 0,28 à 0,50 cm/jour pour les traitements T1 (semis direct) et T3. Le travail du sol accélère ainsi la progression du front racinaire et ce d'autant plus qu'il consiste en un éclatement du sol à sec suivi d'un labour. Cependant, le phénomène est très ralenti lorsque la préparation du sol ne consiste qu'à l'éclatement seul du sol à sec à une dent IR.12 (T2). En revanche le pseudo-labour(T4) se révèle aussi favorable que le labour classique dans l'enracinement des plants en début du cycle.

Comme le montre le tableau VI, la vitesse d'enracinement de façon générale baisse au moins de moitié d'une période à l'autre, avec des différences entre traitements qui se réduisent. Cette baisse de la vitesse d'enracinement est caractéristique du stade phénologique du cotonnier mais aussi et surtout des propriétés physico-chimiques des couches inférieures du sol. Ces écarts de croissance racinaire observés entre les traitements se reportent sur les profondeurs d'enracinement. Les résultats présentés dans le tableau VII révèlent qu'elles sont significativement différentes à toutes les périodes d'observation. Dans les cas le semis direct est défavorable à l'extension verticale du système racinaire. A 40 JAS, ce dernier présente une profondeur d'enracinement significativement inférieure à celles des autres qui sont par ailleurs identiques. Ces résultats s'apparentent assez fortement à ceux des teneurs en eau du sol qui durant les 50 premiers après semis. Rappelons qu'en semis direct le taux d'humidité est globalement plus faible que dans un sol travaillé surtout dans les couches profondes. L'enracinement des plants en début du cycle semble dépendre aussi bien de l'ameublissement

du sol que de son état d'humidification engendrés par la technique.

Comme nous l'avons souligné, la saturation en eau du sol semble atteinte pour l'ensemble des traitements durant la période allant de 50 à 100 JAS. Cela semble soutenir la forte progression observée en T1 qui double sa profondeur entre 40 et 80 JAS. Elle devient identique à celle obtenue en T2 mais demeure nettement inférieure à celles des autres traitements qui sont statistiquement équivalents.

On observe que la progression du système racinaire est plus lente pour l'ensemble des traitements dans l'horizon 20-40 cm comme le montrent les vitesses de croissance entre 80 et 120 JAS (Tableau VI). Cela fait penser que le front racinaire n'évoluera plus, sinon très peu après 120 JAS pour les raisons préalablement évoquées. Les résultats obtenus à 120 JAS indiquent alors la situation quasi définitive de la profondeur d'enracinement en fonction des traitements. En conclusion alors, le traitement T3 favorise un enracinement plus profond que celui des autres traitements. Cette différence n'est significative que par rapport aux traitements T2 et T1 qui eux, sont identiques. Ce dernier qui représente le semis direct présente de toute évidence la plus faible profondeur. Quant au pseudo-labour (T4) effectué par l'association des trois dents IR.12, il favorise un enracinement aussi profond que le labour (T5).

En considérant l'ensemble des traitements, la profondeur d'enracinement est faible et plus ou moins régulière. Le tableau VII indique que le travail du sol favorise une progression plus importante de la racine pivotante. Par contre en semis direct, les trois quarts des profondeurs obtenues se situent dans la couche au dessus de la profondeur moyenne. De ces résultats, on peut s'attendre à des limitations plus ou sévères de nutrition hydrominérale selon la profondeur d'enracinement pour chaque technique culturale. Cependant, ce seul paramètre ne suffit pas pour appréhender les possibilités d'alimentation hydrominérale des plantes. L'étude de la répartition des racines latérales le long du profil paraît très utile car c'est cette distribution spatiale, comme le rapportent LOÏC et ARJES (1988), qui va conditionner l'absorption des nutriments.

## **2. LA REPARTITION DES RACINES PAR HORIZON**

L'étude n'a concerné que les racines latérales, principales ramifications partant de la racine pivotante. Les résultats obtenus traduisent une certaine tendance de la densité racinaire. L'analyse statistique n'a pas montré une influence des traitements sur le nombre des racines

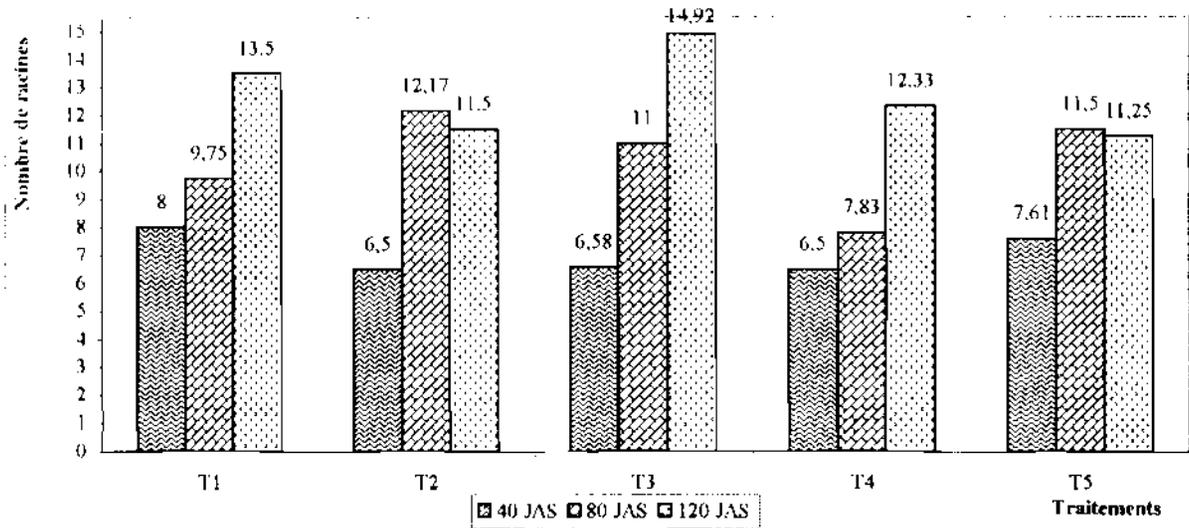


Figure 8 : Distribution des racines dans l'horizon 0-10 cm du sol

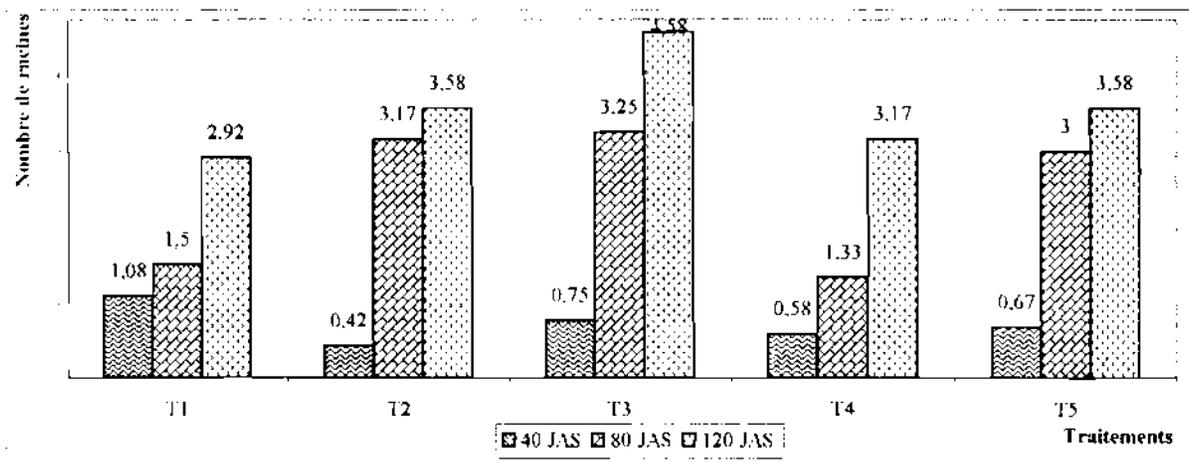


Figure 9 : Distribution des racines dans l'horizon 10-20 cm du sol

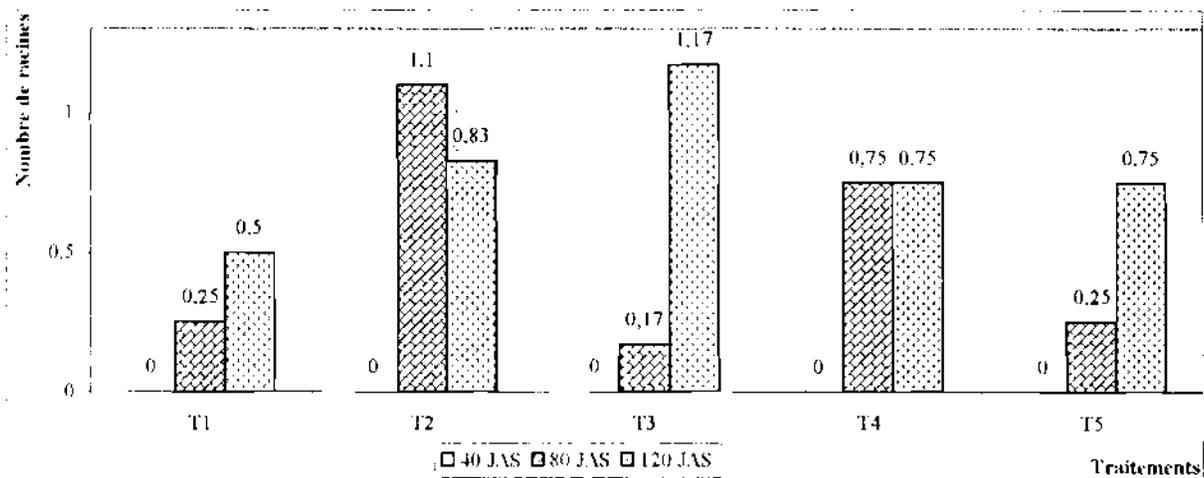


Figure 10 : Distribution des racines dans l'horizon 20-40 cm du sol

latérales au niveau de tous les horizons. Néanmoins les moyennes arithmétiques varient remarquablement d'un traitement à l'autre.

#### **Horizon 0-10 cm**

La figure 8 montre qu'à 40 JAS, le semis direct (T1) et un peu moins le labour (T5) occasionnent l'émission d'une proportion de racines plus importante par rapport aux autres traitements. L'accroissement du nombre de racines dans cet horizon entre 40 et 80 JAS s'effectue différemment selon les traitements. Il est globalement plus élevé lorsque le sol est travaillé avec des valeurs extrêmes pour les traitements T2 et T4 où la préparation du sol s'effectue à sec et à la dent. Cela dénote le caractère irrégulier de cette façon culturale en particulier et du travail du sol en général. Mais il reste remarquable que le travail du sol à l'exception du pseudo-labour permette une distribution racinaire plus dense dans cet horizon à 80 JAS. Par contre, le diagnostic effectué au 120 JAS montre l'exception du traitement T3, ayant associé labour et éclatement du sol à sec, les autres techniques culturales semblent engendrer une colonisation moins dense de l'horizon 0-10 cm par rapport au semis direct. Cela semble s'expliquer par le fait que les nombres de racines pour les traitements (T2 et T5) diminuent de 80 à 120 JAS. C'est une situation paradoxale qui pourrait s'expliquer par la perte de racines lors de l'échantillonnage (extraction) qui est du reste une opération très délicate.

#### **Horizon 10-20cm**

Comparé à l'horizon 0-10 cm la figure 9 fait apparaître une diminution générale du nombre de racines latérales à 40 JAS. Comme dans l'horizon 0-10 cm, le semis direct compte plus de racines à 40 JAS mais enregistre la plus faible émission dans le temps. Cela justifie le fait qu'on obtienne au 120 JAS une faible densité racinaire en semis direct par rapport aux traitements qui ont bénéficié d'un travail du sol. On observe une même densité racinaire en T5 qu'en T2. Cela traduit un certain intérêt pour le travail à sec et à la dent qui semble renforcer l'efficacité du labour en témoigne la meilleure densité racinaire observée en T3.

#### **Horizon 20-40cm**

Comme le montre la figure 10, à 40 JAS les racines sont absentes dans l'horizon 20-40 cm qui n'est pas encore exploré. A 80 JAS, on note un effet irrégulier du travail du sol avec de grande variation entre les traitements. Ce qu'il faut particulièrement noter c'est le nombre plus élevé de racines qu'on observe en présence du travail du sol réalisé exclusivement à la dent IR.12. Le labour montre par contre de faibles valeurs parfois inférieures à celles observées en semis direct. On remarque en revanche sur les densités finales (120 JAS) que

**Tableau VIII : Distribution des racines dans le sol à 120 JAS (%)**

Traitements	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm
T1	77,43	19,46	3,11
T2	75,40	20,16	4,44
T3	73,68	21,67	4,65
T4	74,45	21,53	4,02
T5	72,73	22,73	4,54
<b>Moyenne</b>	74,74	21,11	4,15

**Tableau IX : Poids secs des racines**

TRAITEMENTS	MATIERE SECHE RACINAIRE (g)		
	40 JAS	80 JAS	120 JAS
T1	0,05 c	1,48 b	5,12 b
T2	0,09 bc	1,97 ab	5,56 b
T3	0,24 a	3,79 a	7,14 a
T4	0,11 bc	2,74 ab	5,84 b
T5	0,14 b	3,59 a	6,11 b
<b>Analyses :</b>			
F	15,73	5,17	8,05
P	0,0003	H.S	0,0038
c.v%	24,8	28,0	7,8
ppas à 5%	0,06	1,38	0,84

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

les traitements ayant bénéficié d'un travail du sol présentent les mêmes tendances. En effet l'absence du travail du sol (T1) se traduit particulièrement par un faible nombre de racines, laissant penser que le semis direct est défavorable à une exploration du sol en profondeur. L'exploration du sol en profondeur apparaît donc plus forte en présence du travail et ce d'autant plus qu'il associe le labour à l'éclatement du sol à sec. Cela pourrait avoir en profondeur un meilleur effet de fissuration qui laisse de zones préférentielles (de faible résistance) suivies par les racines.

Par ailleurs, la distribution racinaire à 120 JAS le long du profil est présentée par le tableau VIII. En l'absence d'un diagnostic racinaire à 150 JAS, ce tableau présente l'occupation du sol par le système racinaire. KOULIBALY (1992) a montré que l'architecture du système racinaire est déjà établie à partir de 80 JAS et les modifications ultérieures sont négligeables. Il apparaît une tendance générale qui est la concentration des ramifications latérales dans les horizons supérieurs. Schématiquement, 75% des racines sont concentrées en surface sur 0-10 cm contre seulement 20% sur 10-20cm et 5% sur 20-30cm. Toutefois, on observe une tendance à une meilleure colonisation du sol en profondeur avec le travail et ce d'autant plus en présence du labour. Un tel schéma de colonisation du profil autoriserait à penser que les traitements sont prédisposés à bénéficier des mêmes possibilités ou presque d'absorption hydrominérale, si les autres paramètres étaient égaux. Cependant la méthode utilisée ne permet pas d'apprécier la distance entre racines, le volume racinaire total par unité de surface et les dimensions des racines.

La matière sèche racinaire bien que jugée insuffisante pour apprécier cet aspect (CALLOT *et al.*, 1982 ; CHOPART, 1984), nous paraît cependant très indicatrice quand on sait qu'il existe une interdépendance entre le développement des parties aérienne et racinaire ( CALLOT *et al.*, 1982 ; PICARD, 1984 ; PICARD *et al.*, 1985 ; JORDAN, 1987).

### **3. L'EVOLUTION DE LA BIOMASSE RACINAIRE SECHE**

Le tableau IX résume l'évolution de la matière sèche des racines sous l'effet des techniques de préparation du sol. Rappelons qu'elle est obtenue à partir des mêmes échantillons utilisés pour les autres paramètres racinaires étudiés. L'échantillon est constitué de 16 pieds par traitement, répartis en 4 répétitions. Ces résultats révèlent une différence significative entre les traitements. Cela traduit l'influence plus ou moins constante des techniques culturales sur le développement des racines.

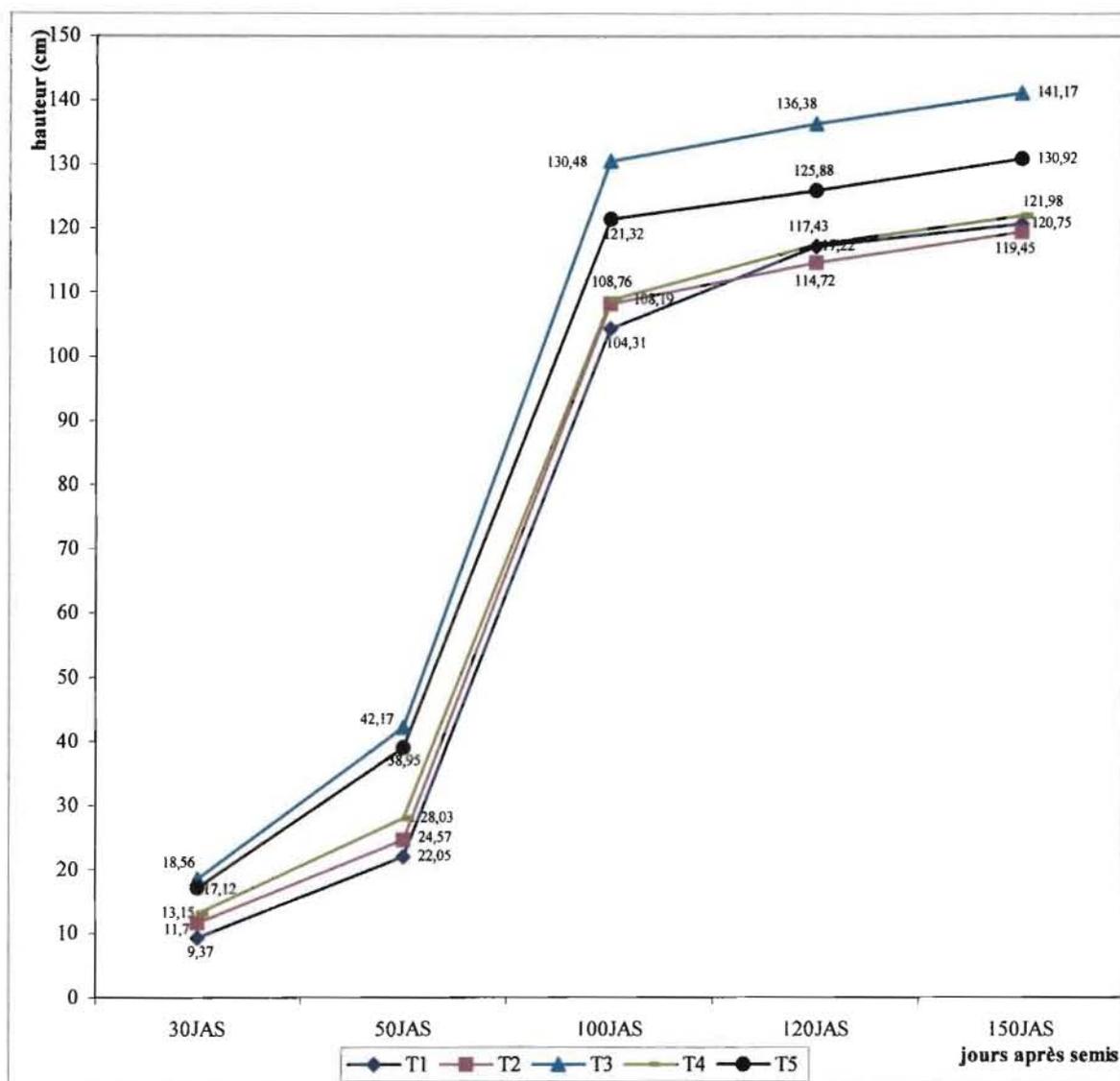
Tout comme TARDIEU et MANICHON (1987b), on constate que cette influence est plus marquée au début du cycle. Ainsi à 40 JAS, la matière sèche racinaire varie de façon hautement significative avec des moyennes allant de 0,05 g en l'absence du travail du sol (T1) à 0,24 g pour le traitement T3 qui a bénéficié d'une préparation du sol sec à une dent suivie de labour. La valeur maximale pour T3 (0,24g) est presque cinq fois supérieure de celle obtenue en semis direct. Il ressort alors que l'absence d'une préparation du sol est défavorable au développement racinaire. Il en résulte une restriction du volume de terre explorée très susceptible de limiter la nutrition hydrominérale. Cependant, l'amélioration du développement racinaire apparaît plus nettement en présence du labour qu'en travaillant le sol à la dent (T2 et T4). Cette technique de préparation du sol présente tout de même un intérêt non négligeable car l'accroissement minimal qui est observé en T2 atteint presque la valeur produite en semis direct (T1).

En favorisant au mieux le développement racinaire, le labour précédé d'un éclatement du sol à la dent peut constituer un des moyens les plus efficaces dans l'amélioration de la résistance des plantes aux poches de sécheresse très fréquentes en début du cycle. Par ailleurs, en se montrant statistiquement équivalent au labour classique, le travail à la dent (T4 et T2) peut constituer une alternative au labour dont la réalisation est plus contraignante.

L'évolution de la biomasse racinaire dans le temps est marquée par une tendance à la réduction des différences entre les traitements, signe d'une amélioration générale des facteurs qui la contrôlent. Ainsi le rapport entre les traitements T3 et T1 qui présentent les valeurs extrêmes, passe de 2,56 à moins de 2, de 80 à 120 JAS, contre environ 5 à 40 JAS. Le travail du sol à sec devient statistiquement équivalent au labour à 80 JAS, qui en revanche demeure significativement supérieur au semis direct. Ce dernier engendre par contre une forte croissance de la biomasse racinaire entre 80 et 120 JAS. Ce constat pourrait expliquer la forte croissance parallèle de la partie aérienne durant la même période pour ce traitement. Ainsi, à 120 JAS seul le traitement 3 apparaît supérieur aux autres traitements qui sont significativement identiques. Mais ce constat ne permet pas de conseiller pour autant le semis direct comme une alternative à ces façons culturales.

#### **4. LA CROISSANCE AERIENNE**

La croissance aérienne des cotonniers en fonction des traitements est traduite par la figure 11. Cette figure fait apparaître trois périodes de croissance qui correspondent plus ou



**Figure 11 : Evolution des cotonniers en fonction des traitements**

**Tableau X : Vitesse de croissance des plants du cotonnier selon la période (cm/jour)**

Traitements	0-50JAS	50-100JAS	100-150JAS
T1	0,48	1,65	0,38
T2	0,54	1,67	0,25
T3	0,90	1,77	0,23
T4	0,59	1,61	0,29
T5	0,83	1,65	0,20

NB :0-50JAS :Phase plantule- initiation florale

50-100JAS : Phase de la floraison, capsulaison

100-150JAS : Phase de la capsulaison, maturation et éclatement des capsules.

moins à des stades phénologiques du cotonnier. Ces périodes sont délimitées dans le tableau X avec les vitesses de croissance correspondantes. Remarquons que ces périodes coïncident exactement avec les trois phases d'évolution de l'humidité du sol (figure 4). Comme nous l'avons montré, la période intermédiaire, allant de 50 à 100 JAS est marquée par une large disponibilité en eau pour l'ensemble des traitements. L'absence de contrainte en eau semble expliquer la faible variation de croissance entre traitements au cours de cette période. Soulignons que l'humidité dont l'influence sur l'extension racinaire et l'absorption des nutriments a été démontrée (CALLOT *et al.*, 1982 ; FARDEAU *et al.*, 1991), paraît plus limitée pour les semis directs durant les 50 premiers jours après semis. A cette même correspondant à la phase plantule-initiation florale, les vitesses de croissance moyennes varient seulement de 0,48 cm/jour pour T1 à 0,9 cm/jour pour T3. On peut en déduire que l'ordre de grandeur des vitesses de croissance suivant les traitements reflète l'aptitude des plantes à puiser la solution nutritive ; cette aptitude étant fonction de la disposition spatiale des racines (TARDIEU et MANICHON, 1987b). En considérant le système racinaire comme « capteur », ces auteurs montrent que les variations observées au niveau racinaire soutiennent les différences de croissance du système aérien, plus amples au début du cycle. Cette situation peut se traduire à travers les valeurs des corrélations entre ces deux systèmes, qui deviennent de plus en plus faibles au cours du développement de la plante. Les valeurs des corrélations entre le poids sec racinaire et la hauteur passent de 0,852 à 0,659 respectivement à 40 JAS et à 120 JAS. Quant à la dernière période (100-150 JAS), rappelons qu'elle est marquée par un dessèchement progressif du profil hydrique, de teneurs en eau variant de plus en plus faiblement entre les traitements. Cette période correspond à celle du développement et de la maturation des organes fructifères chez le cotonnier. Une chute de la croissance végétative s'observe alors pour l'ensemble des traitements. Mais le semis direct (T1) présentent singulièrement une forte croissance. SOME (1989) a montré sur les céréales qu'il s'agit d'un phénomène de rattrapage. Le constat est similaire sur les deux cultures. Cette situation semble traduire un allongement de la phase végétative pour le semis direct qui en définitive donne des plants plus hauts qu'en T2.

Cette influence des traitements sur la croissance végétative s'est répercutée sur la précocité. La précocité renvoie ici à la notion botanique exprimée en terme de temps par FRANQUIN (1954). Cet auteur la définit comme étant le temps qui sépare la date de semis de celle de l'apparition du premier bourgeon floral. Elle a un déterminisme génétique. Dans cette étude des observations ponctuelles à la date correspondant au stade de floraison nous permettent d'apprécier l'état de développement des plants. Il est indiqué par le taux de

**Tableau XI: Variation de la floraison en fonction des traitements**

Traitements	Niveau de floraison du cotonnier à 70 JAS	Taux de floraison du Maïs à 60 JAS	*Date de floraison du maïs
T1	1,33 c	3,48 d	72 JAS
T2	1,57 bc	25,04 c	65 JAS
T3	2,40 a	54,64 a	60 JAS
T4	1,84 bc	28,92 c	64 JAS
T5	1,94 b	42,47 b	62 JAS
<b>Analyses</b>			
<b>F</b>	8,49	40,34	
<b>P</b>	0,0032      H.S	0,0000      H.S	
<b>c.v%</b>	13,2	19,36	
<b>ppas 5%</b>	0,44	9,16	

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

\* : Selon WECAMAN (1999), le stade floraison du maïs est atteint lorsque 50% des plants de la parcelle portent une soie

floraison femelle des plants du maïs à l'échelle de la parcelle. L'observation parallèle effectuée sur le cotonnier consiste en la détermination du niveau moyen de floraison du pied. L'analyse des résultats présentés dans le tableau XI montre que ce paramètre est significativement influencé par les techniques culturales. Les résultats laissent apparaître la même tendance d'influence des traitements au niveau des deux cultures. En effet, l'éclatement des billons associé au labour (T3) induit une floraison relativement plus précoce des plantes. En prenant le cas du maïs, on observe un retard de floraison même avec le labour classique dans la mesure où ce stade se situe normalement à 60 JAS pour la variété utilisée (FBC6). Ce retard de floraison s'accroît avec le pseudo-labour (T4) et plus encore lorsque l'on réalise l'éclatement des billons (T2). Le niveau de floraison en T2 est en revanche significativement supérieur à celui observé en semis direct qui montre par ailleurs un retard de floraison atteignant 12 jours. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par NICOU *et al.* (1987) et SOME (1989).

## CONCLUSIONS - DISCUSSIONS

L'influence des techniques de préparation du sol sur le système racinaire est plus ou moins marquée selon les paramètres étudiés. Le travail du sol avant le semis confirme tout son intérêt mis en évidence par de nombreux auteurs (NICOU *et al.*, 1970 ; CHARREAU et NICOU, 1971 ; CHOPART et NICOU, 1976 ; 1984 ; CHOPART, 1984 ; NICOU *et al.*, 1987 ; PAPY, 1987b ; SOME, 1989). L'effet du travail du sol sur la profondeur des racines est cependant variable suivant la technique utilisée. Les techniques d'utilisation de la dent IR12 se montrent aussi favorables que le labour (T5) à l'enracinement en profondeur du cotonnier même si on note une progression plus lente avec l'éclatement du sol qui engendre des agrégats plus grossiers.

La vitesse de progression du front racinaire varie remarquablement surtout en début de cycle qui enregistre une plus forte croissance (0,50 cm/jour). Celle-ci est nettement inférieure à celles obtenues par MARINI *et al.* (1978) qui sont de l'ordre de 2 à 4 cm/jour sur sol ferrugineux tropical contre seulement 1 cm/jour dans les alluvions argileuses. Ce constat met en évidence l'effet de la granulométrie sur l'évolution des profondeurs racinaires. Dans la mesure où le sol est considéré homogène du point de vue granulométrique, les différences observées peuvent être liées aux traitements. Ces différences traduisent l'état structural dont le rôle a été mis en évidence par PAPY (1987), TARDIEU et MANICHON (1987b), TARDIEU et PELLERIN (1990). Il ressort que la progression du front racinaire est d'autant plus rapide que le travail affine la structure du sol. Ces auteurs montrent que le labour constitue la technique culturale la mieux

appropriée pour l'obtention d'un tel état structural, plus meuble et perméable. Cette conclusion fut également tirée des travaux de CHOPART (1983) et SOME (1989). Sur cette base, le niveau d'ameublissement obtenu semble plus élevé pour les traitements labourés (T5 et T3) que ceux ayant connu un travail du sol à la dent. Ceci nous emmène à conclure comme JORDAN (1987) que l'état structural des horizons travaillés est sous la dépendance des techniques culturales.

Ces résultats viennent confirmer une fois de plus l'intérêt du labour qui améliore au mieux les facteurs du sol qui contrôlent la dynamique de l'enracinement. Hormis la diminution de la résistance mécanique à la pénétration racinaire évoquée à travers la littérature, CHARREAU et NICOU (1971) indiquent que la porosité du sol est augmentée de 10 à 20% suite au labour. Cela se répercute favorablement sur la croissance et le développement racinaire comme l'attestent plusieurs auteurs qu'ils citent (TAYLOR et GARDNER, 1963 ; TAYLOR et RATTLIFF, 1967 ; MAERTENS, 1964).

Cette relation entre porosité et développement racinaire est davantage illustrée par la forte corrélation entre le taux d'oxygène apporté au système racinaire et les réponses de croissance des cultures sèches (GRABLE, 1969 cité par CHARREAU et NICOU, 1971). Les résultats obtenus laissent penser à une amélioration de la porosité par rapport au semis direct (T1), qui serait optimale en labour (T3 et T5) et dans une moindre mesure avec les traitements T4 et T2. Cette diminution quantitative de la porosité est imputable à la structure grossière (motteuse) qu'engendrent ces derniers. Cependant, CHARREAU et NICOU (1971) remarque à travers les travaux de BLONDEL (1965), que les porosités sur un sol labouré deviennent équivalentes à celles d'un sol non travaillé après une pluie de 180 mm. Cela pourrait en partie expliquer le fait que les profondeurs des racines varient de plus en plus faiblement entre les traitements de 40 à 120 JAS. Cette faible variation tient également au fait que l'évolution du front racinaire est de plus en plus freinée par une résistance mécanique grandissante des horizons inférieurs liée à leur structure naturellement plus massive (présence plus importante d'argile). Cela est évident quand on sait que le travail du sol atteint à peine 20 cm. Par contre, la faible variabilité de la biomasse racinaire se rapporterait au stade phénologique de la plante comme le soutiennent CHOPART (1983), GOMES DE SOUZA (1984) et PAPY (1987), qui indiquent que ce paramètre évolue peu après la floraison.

Les résultats obtenus à 120 JAS indique alors la situation définitive des effets des différents traitements sur le système racinaire. La profondeur du front racinaire qui varie de 25,75 à 32,69 cm est tout de même faible par rapport aux valeurs obtenues ailleurs (CHARREAU

et NICOU, 1971). Mis à part l'effet variétal, l'enracinement superficiel des plantes cultivées pourrait avoir une origine chimique identifiée sous le terme de « barrière chimique » rapportée par BOYER (1982). En effet, la diminution du phosphore assimilable et l'apparition progressive de l'aluminium en profondeur comme l'indique l'analyse chimique du sol (tableau II) semblent, selon BOYER (1982), expliquer cette situation. REYNIERS (1984) conforte cette tendance en montrant que la quantité de racines dans l'horizon 0-10 cm tout comme l'enracinement superficiel, est fortement liée au taux de saturation du sol en  $Al^{3+}$  dans l'horizon 0-20 cm. Il s'agit donc d'un signe de dégradation du sol liée à l'âge de la parcelle. En effet, BERGER (1969) cité par KOULIBALY (1992) montre que la profondeur d'enracinement du cotonnier se localise entre 0 et 30 cm maximum après seulement 15 ans de culture. Il est aisé de comprendre que la profondeur d'enracinement soit faible sur cette parcelle de 37 ans malgré qu'elle ait connu parfois quelques années de jachère. En plus, BERTRAND (1971), CHOPART et NICOU (1976), CALLOT *et al.* (1982) et CHOPART (1984) soulignent que la concentration des racines dans les horizons de surface est due au fait que ces derniers sont mieux pourvus en éléments nutritifs. L'épandage superficiel des engrais a de ce fait joué un rôle non négligeable dans ce sens.

L'enracinement superficiel laisse penser que la densité racinaire sera déterminante dans l'absorption hydrominérale. Cependant, les ramifications primaires évaluées semblent ne pas être influencées par les traitements. Il faut souligner que ces racines ne représentent que 26% de l'ensemble selon KOULIBALY (1992). Mais en considérant l'ensemble des racines, la littérature indique que la densité est accrue suite au labour. NICOU *et al.* (1970) attestent qu'elle est multipliée par 12 lorsqu'on passe du grattage superficiel comparable au semis direct au labour. Il en résulte selon PAPY (1987) une nette amélioration de l'absorption hydrominérale dans le cas du labour. C'est sans doute ce qui explique la plus forte croissance parallèle des parties racinaires et aériennes pour les traitements T3 et T5 par rapport aux autres, le semis direct étant de toute évidence plus pénalisé mais en début de cycle. Du reste, l'analyse montre que ces deux systèmes sont fortement corrélés avec un coefficient de 0,852 à 40 JAS.

Ces résultats renforcent la nécessité d'un développement maximal du système racinaire illustrée par ailleurs à travers les corrélations positives qui le lient au système aérien et aux rendements des cultures (CHARREAU et NICOU, 1971 ; CHOPART et NICOU, 1976 ; CALLOT *et al.*, 1982). Il semble que la production diminue dans les mêmes proportions que les différences d'enracinement. Cette baisse peut atteindre 40% dans les sols défavorables au développement racinaire (CALLOT *et al.*, 1982). Les niveaux de corrélations obtenues respectivement entre le poids sec des racines et les rendements en paille et en coton-graine, 0,728 et 0,716 confirment

cette tendance.

En conclusion, le choix des techniques culturales doit à terme permettre un bon développement racinaire. Les résultats obtenus montrent que le labour classique (T5) et mieux le labour précédé d'une préparation du sol à sec et à la dent, sont les plus appropriées des techniques culturales étudiées. Cependant le labour classique (T5), pratique la plus courante, présente de nombreuses contraintes de temps et d'énergie de travail en traction animale, au point de rendre sa réalisation parfois impossible. Le pseudo-labour (T4) apparaît dès lors comme une alternative, surtout que les résultats obtenus montrent qu'il est statistiquement équivalent au labour classique.

**Tableau XII : Rendement des cultures**

Traitements	Coton-graine		Maïs grains	
	Kg/ha	Indice (%)	Kg/ha	Indice (%)
T1	1041 b	100	2439 c	100
T2	1146 b	110	2449 c	101
T3	1799 a	173	3789 a	155
T4	1325 b	127	3002 bc	123
T5	1690 a	162	3352 ab	137
<b>Analysés</b>				
F	10,80		10,86	
P	0,0029	H.S	0,0029	H.S
c.v%	12,5		10,2	
<b>ppas</b>	330,50 kg/ha		578,49 kg/ha	

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

## CHAPITRE III : EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES RENDEMENTS ET SES COMPOSANTES.

De façon simplifiée les rendements en coton-graine et en maïs grains peuvent s'exprimer par les formules suivantes :

-  $Rdt_{\text{coton}} = \text{Nombre de Capsules/ha} \cdot X \cdot \text{Poids Moyen Capsulaire.}$

-  $Rdt_{\text{maïs}} = \text{Nombre de grains/ha} \cdot X \cdot \text{Poids Moyen d'un Grain.}$

(Nombre de grains = N.E.A X Nombre moyen de grains/épi).

### 1. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LES RENDEMENTS

Le tableau XII présente les rendements des deux cultures par traitement. Pour évaluer le gain consécutif au travail du sol, un indice d'accroissement est calculé par rapport au rendement obtenu en semis direct (Tableau II).

Ces résultats montrent que les rendements des cultures varient significativement entre les traitements. Sur le cotonnier, les rendements varient de 1041 kg/ha à 1799 kg/ha respectivement pour les traitements T1 et T3. Il apparaît que les traitements T3 et T5 donnent les meilleurs rendements avec toutefois une baisse de 6,5% lorsque la préparation du sol n'a consisté qu'à réaliser un labour classique (T5). Cela témoigne de l'intérêt de la préparation du sol à sec avant la reprise du labour (T3). Le labour classique en revanche, améliore significativement le rendement par rapport aux autres traitements (T1, T2 T4) qui sont statistiquement homogènes. Néanmoins, les traitements T2 et T4 présentent des écarts parfois considérables par rapport au semis direct qui donne le plus faible rendement. De 10% avec le traitement T2, le surplus de rendement est porté à 27% suite au pseudo-labour (T4). De toute évidence, l'accroissement devient significatif avec les traitements comportant le labour (T5 et T3). Cet accroissement est respectivement de 62% et de 73% pour ces traitements.

Sur le maïs, les rendements vont de 2439 kg/ha à 3789 kg/ha respectivement pour les traitements T1 et T3. Le semis direct demeure ainsi moins productif même si l'accroissement induit par les autres traitements ayant bénéficié d'un travail du sol paraît parfois très léger. Ainsi, le surplus de rendement varie de 1% à 23% respectivement avec les traitements T2 et T4 où le sol est travaillé à sec et à la dent IR12. Cet effet du travail du sol atteint un seuil significatif avec le labour qui engendre des suppléments de rendements de 37% pour T5 et de 55% pour T3. Bien que ces traitements soient statistiquement équivalents, on observe un

**Tableau XIII : Variation de la densité, de la hauteur et de la matière sèche**

Traitements	Densité à la récolte		Hauteur à la récolte (cm)	Matière sèche	
	Plants/ha	Indice (%)		Kg/ha	Indice (%)
T1	51250 b	100	169 c	2915 bc	100
T2	51667 b	101	155 d	2414 c	82,81
T3	58542 a	114	185 a	4488 a	153,96
T4	55469 ab	108	172 bc	3603 ab	123,60
T5	58438 a	114	180 ab	4228 a	145,04
<b>Analyses</b>					
F	4,32		10,17	11,5	
P	0,0377	S	0,0017 H.S	0,0014	H.S
c.v%	5,3		3,7	13,89	
ppas 5%	5536 plants/ha		11 cm	763 kg/ha	

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau XIV : Nombre d'épis récoltés et acceptés du maïs**

Traitements	Nombre d'épis récoltés/ha (1)		Nombre d'épis acceptés (2)		2/1 (%)*
	Epis /ha	Indice (%)	Epis/ha	Indice (%)	
T1	45261	100	21198 b	100	47
T2	50208	110,93	35520 ab	167,56	71
T3	57136	126,24	42864 a	202,21	75
T4	52969	117,03	30730 ab	144,97	58
T5	54792	121,06	39531 a	186,48	72
<b>Analyses</b>					
F	1,78		19,8		
P	0,210	N.S	0,021	S	
c.v%	11,9		4,73		
ppas 5%	-		12260 épis/ha		

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

\* : Taux d'acceptation

surplus non négligeable de rendement de 13% avec T3 par rapport au T5. Ce constat illustre davantage l'intérêt de la préparation du sol à la dent IR.12 avant le labour qui, sur le cotonnier montre un gain moins important.

Même si la tendance des effets des traitements sur le rendement est similaire sur les cultures, il faut cependant noter que le maïs semble plus exigeant en travail du sol.

## **2. LES VARIABLES DU RENDEMENT DU MAÏS**

### **2.1. Les Principales composantes du rendement**

#### ***2.1.1. La densité des plants à la récolte***

La densité des plants est l'une des principales composantes du rendement du maïs grain le coefficient de corrélation étant de 0,731. Les résultats présentés dans le tableau XIII montrent que les techniques de préparation du sol influent sur cette composante. On observe une amélioration significative de 14% consécutive au labour (T5 et T3) par rapport au semis direct (T1) qui est statistiquement équivalent aux traitements préparés à la dent (T2 et T4). Néanmoins on note une tendance à l'amélioration de cette composante liée au travail du sol à sec. Si cette amélioration de 1% pour T2 est jugée faible, elle atteint un niveau considérable avec T4 qui montre un surplus du nombre de plants à l'hectare de l'ordre de 8%.

Ce résultat ne concorde pas avec celui de la levée qui est nettement plus faible en semis direct (tableau V). La densité à la récolte et la levée apparaissent faiblement corrélées ( $r = 0,387$ ). Cela fait penser à une mortalité des plantes pouvant avoir pour origine le stress hydrique surtout en début de cycle ou les maladies.

#### ***2.1.2. Le nombre d'épis récoltés (N.E.R)***

Aucune différence significative n'a pu être révélée entre les traitements comme le montre le tableau XIV. Le nombre d'épis récoltés est fortement corrélé à la densité ( $r = 0,821$ ). Par conséquent, l'augmentation du nombre d'épis passe par l'accroissement de la densité.

Cependant, le rapport entre le nombre d'épis total récolté et la densité indique des valeurs qui varient de 0,88 pour le traitement T1 à 0,98 pour le traitement T3. Le traitement T5 avec une valeur de 0,94, est inférieur aux traitements T2 et T4 qui ont pour valeurs respectives 0,97 et 0,95. Dans une situation déficiente en éléments nutritifs comme c'est le cas

sur un sol dégradé, OKIGBO (1972) a observé que l'accroissement de la densité implique une augmentation du taux de stérilité et par conséquent une tendance à la baisse du nombre d'épis. Cependant, la plus faible valeur est observée en semis direct (T1) qui pourtant compte le moins de plants. Ceci s'explique par le manque d'épis sur certains pieds de maïs et par l'élimination pendant le despathage des ébauches d'épis ne portant aucune graine.

### 2.2.3. *Le Nombre d'épis Acceptés (N.E.A)*

Le N.E.A correspond à l'ensemble des épis qui valorisent au mieux la production en graines du maïs. Cet ensemble est obtenu après élimination des épis qui déprécient la valeur de la production et par conséquent la rentabilité économique. Le groupe d'épis éliminés est constitué des épis défectueux, et mal remplis.

Les résultats consignés dans le tableau XIV montrent une variation significative entre les traitements. De façon générale, le nombre d'épis acceptés évolue de pair avec le nombre d'épis récoltés et par conséquent avec la densité.

Ces résultats pourraient traduire les conditions d'alimentation hydrique et surtout minérale qui ont prévalu pendant le remplissage des épis. Des analyses n'ont pu être effectuées dans ce sens. Néanmoins, les travaux PLENET *et al.* (1990) montrent les variations des composantes du rendement (à l'échelle de l'épi) sont à l'alimentation minérale azotée. Or l'azote n'est pratiquement pas marqué en l'absence du travail du sol (CHARREAU et NICOU, 1971). Cet effet des techniques culturales sur le taux de remplissage des épis du maïs a été observé par SOME (1989) au Burkina Faso.

L'état de nutrition minérale pourrait justifier d'ailleurs les différences de croissance qui se sont traduites par un décalage des dates de floraison comme le montre le tableau XI. On peut en déduire que les traitements à floraison précoce ont pu accumuler plus de ressources. Cela pourrait expliquer aisément le faible taux d'acceptation qui est inférieure à 50% en semis direct (T1). Ce constat renforce la nécessité du travail du sol qui par ailleurs présente l'avantage de minimiser les risques liés aux aléas pluviométriques dans la mesure où le semis direct (T1) allonge la durée semis-floraison (tableau XI). D'où l'intérêt du travail du sol à sec qui dans le cas du T3 permet un gain de temps (même si petit) par rapport au labour classique.

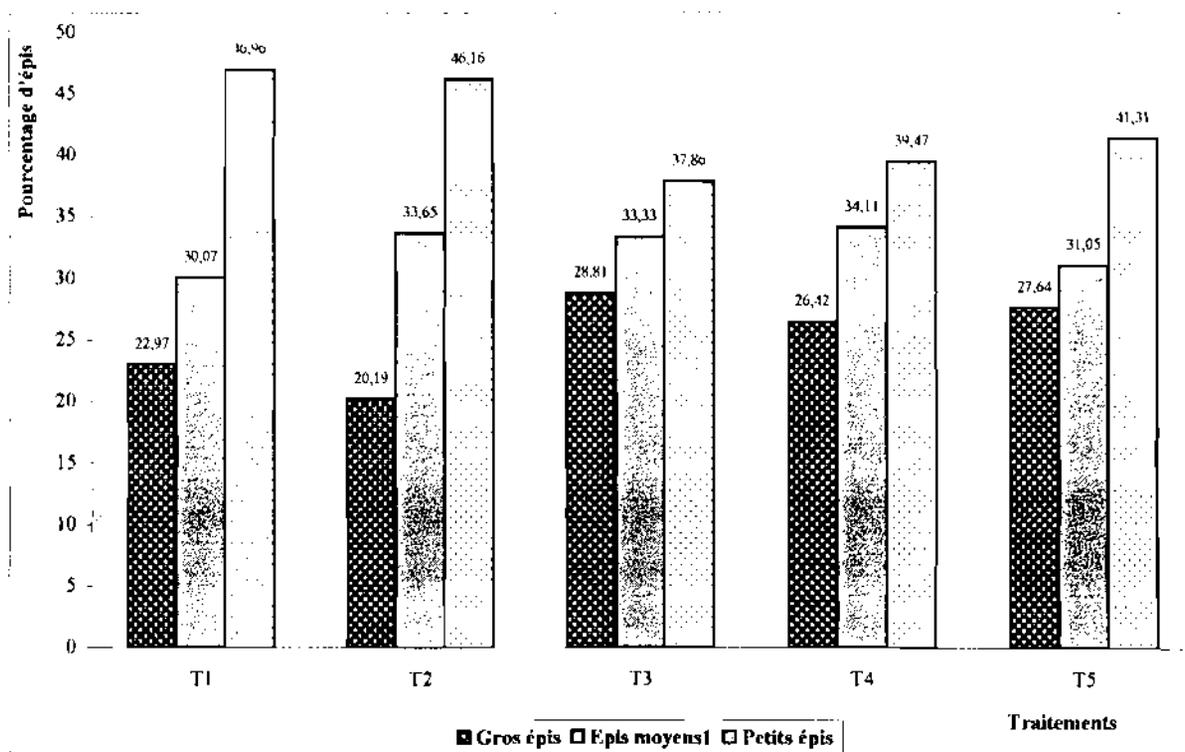


Figure 12 : Proportion d'épis en fonction de la taille

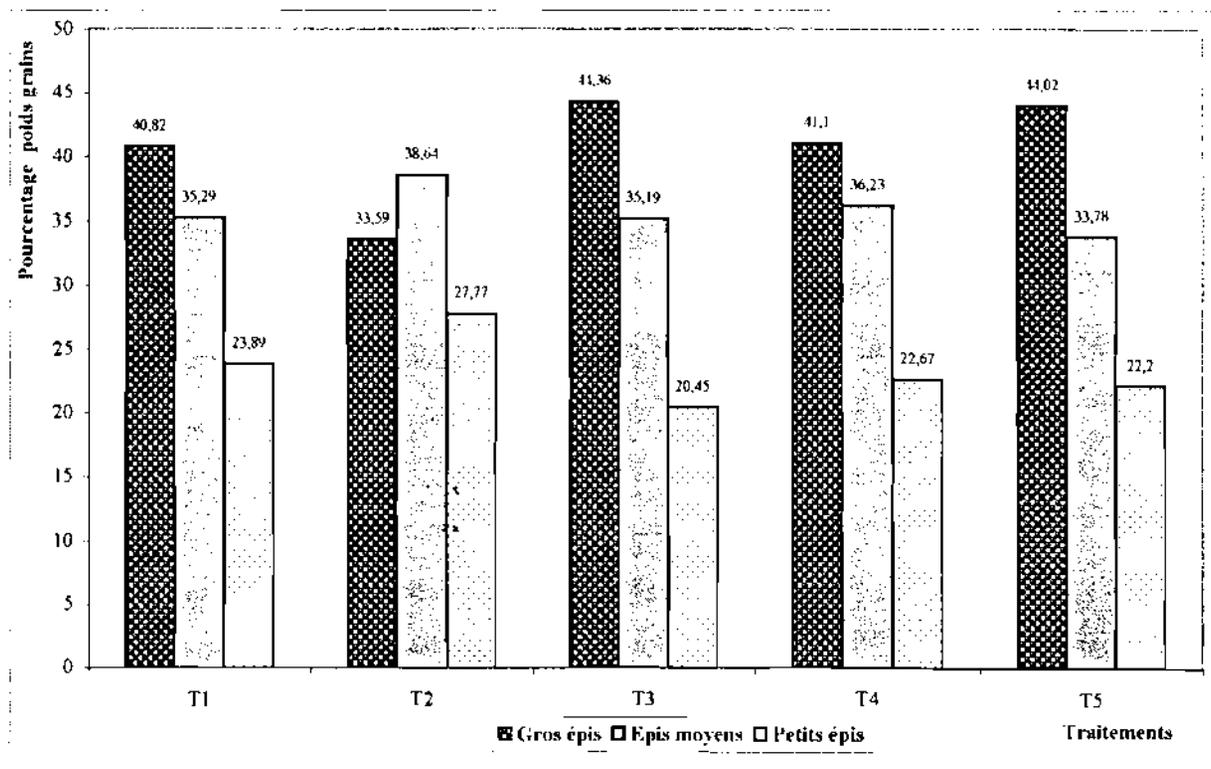


Figure 13 : Rendements maïs grain en fonction de la taille des épis

### **Classification des épis acceptés**

Pour apprécier les différences morphologiques entre les épis de maïs, une classification visuelle a permis de constituer trois classes d'épis : gros, moyens et petits. Les paramètres suivants sont observés dans chaque classe sur un échantillon de 10 épis , soit 30 par traitement choisis de façon aléatoire :

- la longueur de l'épi ;
- la section de l'épi ;
- le nombre de rangs de l'épi ;
- le nombre de grains de l'épi ;

La figure 12 montre l'importance relative de chaque classe dans la formation du nombre d'épis acceptés par traitement. D'une manière générale le nombre d'épis est inversement proportionnel à la taille. La comparaison arithmétique des proportions permet d'établir la hiérarchie suivante pour les différentes catégories :

- les petits épis :  $T1 > T2 > T5 > T4 > T3$  ; T1 renferme plus de petits épis ;
- les épis moyens :  $T4 > T2 > T3 > T5 > T1$  ; T1 renferme moins d'épis moyens ;
- les gros épis :  $T3 > T5 > T4 > T1 > T2$  ; T2 renferme moins de gros épis.

Ces classements illustrent l'effet des traitements sur la production qualitative des épis. Ce paramètre « qualité » intègre à la fois la taille de l'épi ainsi que son niveau de remplissage, donc sa productivité en grains.

Dans l'ensemble, le travail du sol présente plus d'intérêt par rapport au semis direct (T1) à l'exception de la catégorie des gros épis où ce dernier se montre supérieur au traitement T2. Il est à noter que la hiérarchie pour cette catégorie (gros épis), s'apparente à celle des hauteurs des plantes, et donc de la matière sèche produite (Tableau XIII). Cela fait penser que la réduction de la proportion des gros épis en T2 est liée à celle de la taille des plants.

En considérant les épis moyens, de meilleurs résultats sont obtenus avec le travail du sol à la dent (T4 et T2), le semis direct étant toujours moins performant. En revanche, ce dernier enregistre la plus forte proportion de petits épis, soit plus de 45%. Cette proportion est en légère baisse en T2 et diminue sensiblement avec les autres traitements (40% maximum).

Dans la mesure où la classe des « petits épis » renferme les épis de petite taille et d'épis mal remplis, le travail du sol améliore la productivité par épi et ce d'autant plus en présence du labour précédé d'un éclatement du sol à sec.

Ces classes se distinguant sur la base de la productivité par épi, il est clair qu'elles contribuent de façon variable à la formation du rendement en grain par traitement comme le montre la figure 13. Une analyse comparée des figures 12 et 13 montre un contraste entre les tailles des épis et leur contribution au rendement en maïs grain. En général, les petits épis plus nombreux contribuent le moins à la formation du rendement par traitement (20 à 27%). Les épis moyens assurent 33 à 38% du rendement. C'est en revanche les gros épis bien qu'en faible nombre qui assurent 33 à 44%. Ce constat explique la faible productivité pour les traitements T1 et T2 qui comptent respectivement plus de petits épis.

#### ***2.2.4. Les hauteurs des plants à la récolte***

L'analyse statistique montre une influence des traitements sur la croissance végétative des cultures (tableau XIII). En effet, la hauteur des plants de maïs est améliorée en présence du labour (T5 et T3) dont l'influence est plus marquée lorsqu'il est précédé d'un éclatement à sec du sol à la dent IR. 12 (T3). Par contre l'absence de la reprise au labour (T2) montre des hauteurs significativement inférieures à celles des deux autres traitements. Il s'agit du pseudo-labour (T4) et du semis direct (T1) qui sont statistiquement identiques. Ce résultat cache l'avantage des traitements T2 et T4 qui présentent en début du cycle une meilleure croissance des plants par rapport au T1. L'intérêt du travail du sol à la dent IR. 12 reste perceptible même en fin de cycle à travers le T4 qui montre des hauteurs statistiquement équivalentes à celles observées en labour classique (T5). L'importance d'une bonne croissance végétative tient au bon niveau de corrélation entre les hauteurs à la récolte et les rendements du maïs grain obtenus ( $r = 0,741$ ).

#### ***2.2.5. La matière sèche***

Les résultats inscrits dans le tableau XIII montrent que la production de matière sèche, tout comme le rendement est significativement influencée par les techniques de préparation du sol. On observe une tendance à l'augmentation de la biomasse aérienne avec le travail du sol même si le traitement T2 montre une plus faible productivité. Ainsi, une meilleure performance est obtenue avec les traitements T5 et T3, mettant en relief l'avantage du labour.

**Tableau XV : Caractéristiques des épis de maïs acceptés**

Traitements	Longueur (cm)	Section (cm)	Nombre de rangs	Nombre de grains	P.M.E (g)	P.M.G. (g)
T1	12,70 a	3,45	12,99	349	78,33	209,35 b
T2	11,03 b	3,47	12,48	326	70,88	224,07 ab
T3	11,73 b	3,57	12,90	355	85,43	232,73 a
T4	11,31 b	3,50	12,73	342	84,23	223,63 ab
T5	11,54 b	3,54	12,83	349	82,40	230,61 a
<b>Analyses</b>						
F	5,78	1,53	2,84	1,56	1,37	3,88
P	0,012 S	0,266 N.S	0,82 N.S	0,258 N.S	0,313 N.S	0,023 S
c.v%	3,79	1,9	1,6	4,5	11,7	4,1
<b>pas 5%</b>	0,83 cm	-	-	-	-	14 g

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

P.M.E : Poids Moyen de L'Épis

P.M.G. : Poids de Mille Grains

Par contre, le travail du sol à la dent, ne se justifie qu'à travers le pseudo-labour (T4) qui induit un surplus de 23% par rapport au semis direct. La faible performance du traitement T2 semble se justifier par une croissance végétative limitée bien que la corrélation entre la hauteur et la matière sèche soit assez faible ( $r = 0,687$ ). Comme nous l'avons indiqué, cela s'est répercutée sur la biométrie des épis et partant sur le rendement. Le développement végétatif revêt ainsi une grande importance dans la production en grain car ces deux variables présentent une forte corrélation ( $r = 0,787$ ). Cependant, il convient de souligner que l'allongement de la période végétative, comme en T1, s'accompagne d'une baisse de la production en grain au profit de la matière sèche.

### **2.3. Variables de rendement liés à l'épi**

Les résultats inscrits dans le tableau XV sont obtenus sur un échantillon de 30 épis répartis dans les trois classes pour chaque traitement. Les données par classe figurent en annexe 6. Ces résultats montrent que les caractéristiques telles que la section, le nombre de rangs, le nombre de grains, le poids moyen de l'épi ne sont pas influencées par les traitements. Par contre, des variations significatives sont observées sur la longueur de l'épis et le poids de mille grains (P.M.G).

#### **2.3.1. La longueur de l'épi**

Le traitement T1 est significativement supérieur aux autres qui présentent des épis nettement plus courts. Pour OKIGBO (1972), les faibles densités observées en semis direct (T1) favorisent une augmentation de la taille des épis. Cependant, avec la même densité en T2 on obtient des épis de petite taille. Cela s'explique par la faible hauteur des plants pour ce dernier.

#### **3.3.2. Le poids de mille grains (P.M.G.)**

Le P.M.G. indique le poids moyen de mille grains des trois classes, dont la variation est significative entre les traitements. En effet, Le travail du sol a tendance à améliorer le P.M.G. même si les traitements T4 et T2 ne diffèrent pas significativement du semis direct qui présente la plus faible valeur. Mais ces traitements présentent des valeurs statistiquement équivalentes à celles du labour (T3 et T5), témoignant ainsi de l'intérêt considérable du travail

du sol à sec et à la dent.

Ces différences observées pourraient être liées au processus d'élaboration du grain. Il a été montré que le poids de mille grains est lié à la nutrition carbonée et azotée. PLENET *et al.* (1990) rapportent que 55 à 70% de l'azote est prélevé entre le stade dix feuilles et la floraison, moins de 10% avant le stade dix feuilles, et le reste pendant la période de la formation et de remplissage des grains. Cette cinétique d'absorption est confirmée par CLIQUET *et al.* (1990) qui montrent que la tige est le premier fournisseur de l'azote au grain. Ces derniers indiquent par contre que seulement 6% du carbone constituant le grain fourni par la tige est assimilé avant la période d'élaboration du grain. GOYTINO et GAY (1990) en déduisent que le faible poids peut s'expliquer par une perturbation de la fourniture d'assimulats dans les grains. PLENET *et al.* (1990) confirment que la limitation de la nutrition azotée entraîne une baisse du P.M.G.

Les résultats obtenus se justifient au regard des différences de développement de la biomasse aérienne et de l'influence certaine des traitements sur l'enracinement. D'ailleurs CLIQUET *et al.* (1990) rapportent que la croissance et la production des grains dépendent entre autres des capacités photosynthétiques des feuilles et des capacités des racines à absorber les éléments en particulier l'azote et le carbone. KAMBIRE (1994) confirme que ce sont les teneurs en carbone et azote totaux du sol expliquent la variabilité des rendements en grains et en paille du sorgho.

Un autre paramètre important intervient dans l'explication de la différence entre les P.M.G. GOYTINO et GAY (1990) ont trouvé en effet que le P.M.G et la durée de remplissage sont corrélés, avec un coefficient de 0,847. Aussi PRIOUL *et al.* (1990) rapportent qu'une production élevée est associée à une période de remplissage plus longue. Cela semble expliquer le parallèle observé entre les N.E.A et les niveaux de floraison à 60 JAS. Nous en déduisons que le temps de remplissage des grains est allongé par la précocité de la floraison.

### **3. LES VARIABLES DU RENDEMENT DU COTONNIER**

#### **3.1. Les principales composantes du rendement**

Les tableaux XVI et XVII présentent les paramètres intervenant dans l'explication des rendements du cotonnier sous l'effet des techniques de préparation du sol.

##### **3.1.1. La densité des plants à la récolte**

L'analyse de variance indique que la densité des plants à la récolte est

**Tableau XVI : Densité des plants, nombre et poids des capsules récoltées**

Traitements	Densité à la récolte		Nombre de capsules			P.M.C (g)
	plants/ha	Indice (%)	Caps./ha	Indice (%)	Caps/plant	
T1	52499 b	100	271354 b	100	5,16	3,89
T2	53332 b	102	298750 b	110	5,62	3,84
T3	58541 a	112	446250 a	164	7,60	4,07
T4	56666 a	108	328854 b	121	5,81	4,03
T5	55902 a	106	420729 a	155	7,53	4,02
<b>Analyses</b>						
F	11,54		8,60		2,82	0,34
P	0,0024	H.S	0,0058	H.S	0,083	N.S
c.v%	2,3		12,8		18,5	7,5
pas à 5%	2374 plants/ha		85291 capsules /ha		-	-

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

significativement influencée par les traitements (tableau XVI). En effet, le labour (T3 et T5) et le pseudo-labour (T4) améliorent significativement la densité par rapport aux deux autres traitements T1 et T2 qui sont statistiquement identiques. Toutefois, on note une légère amélioration de cette composante en présence avec le labour classique (T5) et mieux encore avec le T3 qui a bénéficié en plus du labour d'un éclatement du sol à sec. Cette pratique dans le cas du traitement T2 engendre une faible augmentation de plants à l'hectare par rapport au semis direct (T1). Ce constat ne remet pas pour autant en cause l'avantage d'une telle technique qui s'est révélé plus favorable à la levée au premier. Malgré l'influence induite par les traitements, les densités obtenues sont acceptables car elles représentent plus de 85% de la densité théorique (62500 pieds/ha).

### ***3.1.2. La production de capsules par hectare***

Le tableau XVI montre que la production de capsules est influencée par les techniques de préparation du sol. Ainsi, le labour précédé ou non d'un éclatement des billons à la dent (T3 et T5) permet d'augmenter significativement le nombre de capsules par rapport aux autres techniques de préparation du sol. De façon générale, la production de capsules est améliorée lorsque une préparation minimale du sol est assurée. Ainsi, le semis direct produit moins de capsules même si l'augmentation de 10 à 21% obtenue respectivement avec les traitements T2 et T4 n'est pas significative. Dans tous les cas, la production des capsules revêt une grande importance par le fait qu'elle explique pour une large part la production de coton graine. L'analyse des corrélations montre que ces deux paramètres sont étroitement liés avec un coefficient de corrélation de 0,957. Mais au préalable une bonne densité doit être assurée. Dans la présente situation la corrélation entre les densités et le nombre de capsules est faible ( $r = 0,600$ ) du fait que les densités sont assez homogènes. Dans une telle situation, il est plus important d'assurer une bonne croissance des plants car la hauteur est plus liée à la production de capsules ( $r = 0,877$ ) que la densité.

### ***3.1.3. Le nombre moyen de capsules par plant et le poids moyen capsulaire(P.M.C)***

Les résultats obtenus dans le tableau XVI montrent que la production de capsules par pied de cotonnier ne varie pas entre les traitements. On observe cependant une tendance similaire à celle obtenue pour le nombre de capsules à l'hectare.

Le poids moyen capsulaire (P.M.C) présente des valeurs variant de 3,84 g à 4,07g

**Tableau XVII : Matière sèche aérienne et hauteur du cotonnier à la récolte**

Traitements	Hauteur (cm)		Matière sèche aérienne	
			Kg/ha	Indice (%)
T1	120 b		1736 b	100
T2	119 b		1702 b	98,04
T3	141 a		2877 a	165,73
T4	122 b		1876 b	108,06
T5	131 ab		2672 a	153,92
<b>Analyses</b>				
F	3,70		14,69	
P	0,0427	S	0,001	H.S
c.v%	6,6		11,6	
ppas à 5%	15 cm		475 kg/ha	

NB : les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

respectivement pour les traitements T2 et T3. A l'exception du T2, le travail du sol a tendance à accroître le P.M.C par rapport au semis direct (T1).

#### ***3.1.4. La hauteur des cotonniers à la récolte***

L'influence des traitements observée sur la vitesse de croissance se reporte sur les tailles des cotonniers. L'analyse de variance indiquée dans le tableau XVII révèle une influence des traitements sur la taille du cotonnier. Elle est maximale en présence du labour (T3). Cependant, le labour classique (T5) montre des plants dont les hauteurs sont légèrement réduites. Comparés au T3, on note une baisse significative de la taille des cotonniers avec les trois autres traitements (T1, T2 et T4) qui en revanche sont statistiquement équivalents au labour classique (T5). Cela s'explique par le fait que la croissance du cotonnier est pérenne tant que les conditions sont favorables. Il s'ensuit alors une tendance à l'homogénéisation des traitements qui cache les différences pourtant observées en début de croissance. La croissance du cotonnier détermine une part importante du rendement en coton-graine car ces deux variables sont fortement corrélés ( $r = 0,899$ ).

#### ***3.1.5. Matière sèche aérienne***

La production de matière sèche tout comme celle de coton-graine est influencée significativement par les traitements comme le montre le tableau XVII. Elle est plus importante avec le traitement T3, baisse légèrement, soit de 7,67% avec le traitement T5, qui en revanche reste significativement supérieur aux autres traitements T1, T2 et T4. Ces derniers bien que statistiquement identiques, laissent apparaître des écarts parfois considérables entre eux. Ainsi on note un gain de 8% avec le pseudo-labour (T4) par rapport au semis direct (T1), qui en revanche est supérieur à l'éclatement des billons (T2) même si la différence n'est que très légère. La très forte corrélation entre hauteur à la récolte et la matière sèche ( $r = 0,934$ ) fait penser davantage que la faible productivité en T2 se justifie par sa croissance végétative limitée.

### **3.2. La nutrition minérale du cotonnier**

Tableau XVIII : Teneur et fonction de production en azote ; Farako-bâ 1999

Traitements	N%	F(N)	Autres paramètres de F(N)	
			P.S	P
T1	4,370	86,28	11,49	0,478
T2	4,244	82,99	10,46	0,478
T3	3,863	82,99	12,83	0,376
T4	4,307	85,14	10,39	0,410
T5	4,497	91,10	12,42	0,478

La fonction de production de l'azote est déterminée à partir de la formule suivante :

$$F(N) = -1,65 + 14,55 N + 3,84/P + 1,42 \cdot P.S.$$

N = teneur en azote (%);

P = teneur en phosphore (%);

P.S. = poids sec de 30 feuilles séchées à l'étuve).

Si le sol est, dans la grande majorité des cas, le fournisseur ou l'intermédiaire obligé pour l'approvisionnement des plantes en éléments minéraux, son analyse informe seulement sur les disponibilités offertes à leur alimentation (MARTIN-PREVEL *et al.*, 1984). Dès lors, seul le diagnostic foliaire, selon ces auteurs, est susceptible de fournir des indications sur l'état de cette alimentation. Dans la présente étude, le diagnostic foliaire permet d'appréhender l'influence des techniques de préparation du sol sur l'alimentation minérale. Cela a pour but final, comme le précisent ces mêmes auteurs, de tendre vers une utilisation rationnelle d'intrants et l'optimisation de la production.

Les résultats obtenus n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique. L'appréciation des fonctions de production de l'azote, du phosphore, du potassium et du soufre se fait selon les normes suivantes :

- Nutrition optimale : 100% ;
- Nutrition bonne : 90 à 100% ;
- Nutrition déficiente : < 90 à 85% ;
- Nutrition carencée : < 80%.

### ***3.2.1. La nutrition azotée***

Les teneurs en azote des limbes ainsi que les fonctions de production sont présentées dans le tableau XVIII. Si les teneurs sont sensiblement égales, il faut remarquer que celle observée avec le traitement T3 est inférieure au seuil optimal défini par BRAUD (1965) qui varie de 4,00 à 4,40%. Par contre elle excède ce seuil en T5. L'effet du labour sur les teneurs en azote paraît ainsi irrégulier.

Lorsque ces teneurs sont traduites sous forme de fonction de production, il apparaît que seul le traitement T5 présente une bonne nutrition azotée ; les autres sont dans une situation de nutrition déficiente, cependant moins accentuée pour le traitement T1.

Cette faible teneur en T3, pourrait s'expliquer comme l'indique BRAUD (1972) cité par MARTIN-PREVEL *et al.* (1984), par le facteur de dilution, sans doute sous la dépendance de l'alimentation hydrique matérialisée par le poids sec de l'échantillon foliaire standard (30 feuilles). Ceci a été observé par CHABALIER (1985) qui constate que les teneurs en azote des pailles du maïs sont plus faibles en labour motorisé qu'en labour manuel. Sur le cotonnier, OGUNLELA et ABED (1984) expliquent ce phénomène par l'effet de la dilution provoqué par la forte augmentation du poids sec de la tige. Ce constat justifie les résultats observés et

**Tableau XIX : Teneur et fonction de production en phosphore (Farako-bâ 1999)**

Traitements	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	F(P)	Autres paramètres de F(P)	
			P.S.	S
T1	0,478	99,99	11,49	1,070
T2	0,478	96,53	10,46	0,912
T3	0,376	96,10	12,83	0,869
T4	0,410	91,99	10,39	0,719
T5	0,478	100,95	12,42	1,039

La formule de détermination de la fonction de production du phosphore est la suivante :

$$F(P) = 82,29 - 5,87/P + 12,45 S + 1,45 P S$$

P = teneur en phosphore (%);

S = teneur en soufre (%);

P.S. = poids sec de 30 feuilles séchées à l'étuve.

**Tableau XX : Teneur et fonction de production du soufre (Farako-bâ 1999).**

Traitements	S%	F(S)	Autres paramètres de F(S)	
			F	P
T1	1,070	120,07	1,33	0,478
T2	0,912	119,54	1,57	0,478
T3	0,869	127,46	2,40	0,376
T4	0,719	122,13	1,84	0,410
T5	1,039	121,25	1,94	0,478

La fonction de production du soufre est déterminée à partir de la formule ci-dessous :

$$F(S) = 99,60 - 6,58/S + 11,3/P + 2,24F$$

S = teneur en soufre (%);

P = teneur en phosphore (%);

F = niveau de floraison.

notamment la faible teneur pour le traitement T3 qui en revanche présente une meilleure production de matière sèche.

Il n'est pas exclu non plus que cette situation puisse s'expliquer par la densité qui est d'ailleurs très influencée par les traitements. En effet, avec des apports d'engrais à des doses identiques, il est possible que l'accroissement de la densité implique une baisse des réserves par plant.

Mais la très grande sensibilité des teneurs N-NO<sub>3</sub> aux variations des conditions du milieu, associée au fait que le pétiole soit l'organe support, font que cette technique donne une image instantanée des conditions de la nutrition azotée (MARTIN-PREVEL *et al.*, 1984). L'échantillonnage à plusieurs stades végétatifs aurait permis de dégager une meilleure tendance.

### **3.2.2. La nutrition phosphatée**

Les résultats consignés dans le tableau XIX montrent que la nutrition phosphatée est optimale pour le traitement T5 et bonne pour les autres. Comme pour l'azote, le traitement T3 présente la plus faible teneur en phosphore même si elle dépasse le seuil optimal de 0,30% déterminé par BRAUD (1965). Au delà de ce seuil, l'auteur a pu constater un effet limitant du phosphore surtout lorsque les teneurs d'azote sont déficientes. Cet effet pourrait s'exercer mais dans une moindre mesure pour le traitement T3 ayant une teneur moins importante en phosphore. Comme pour l'azote, cette faible teneur en phosphore observée en T3, pourrait s'expliquer également par le facteur de dilution d'après MARTIN-PREVEL *et al.* (1984). Ils ont même indiqué qu'il existe une synergie entre ces deux éléments en ce sens qu'une bonne nutrition azotée induit une bonne nutrition phosphatée.

### **3.2.3. La nutrition soufrée**

Les teneurs optimales pour cet élément se situent entre 0,30 et 0,40% (BRAUD, 1965). Tous les traitements assurent une nutrition satisfaisante au regard des teneurs indiquées dans le tableau XX. Cela se confirme à travers les fonction de production obtenues comparées aux normes préalablement indiquées. On observe une meilleure nutrition soufrée avec le traitement T3, et ce à la faveur des interactions possibles avec les autres éléments, notamment l'azote (RICHARD, 1958 cité par KOULIBALY, 1992). En effet, selon l'auteur, il existe des rapports étroits entre le soufre et l'azote. L'assimilation accrue de l'azote provoque une diminution du

**Tableau XXI: Teneur et fonction de production du potassium (Farako-bâ 1999).**

Traitements	K <sub>2</sub> O%	F(K)	Autres paramètres de F(K)	
			N	S
T1	5,25	85,65	1,33	1,070
T2	5,49	87,32	1,57	0,912
T3	5,33	89,54	2,40	0,869
T4	4,38	85,49	1,84	0,719
T5	5,17	87,33	1,94	1,039

La formule de détermination de la fonction de production du potassium est la suivante :

$$F(K) = 93,11 - 71,08/K + 2,25/S + 2,29F$$

K = teneur en potassium (%);

S = teneur en soufre (%);

N = niveau de floraison.

**Tableau XXII : Teneur en calcium, en magnésium et en sodium des pétioles ;**

**Farako-bâ 1999.**

Traitements	CaO%	MgO%	Na <sub>2</sub> O%
T1	2,42	1,08	0,133
T2	2,09	1,09	0,125
T3	1,70	0,61	0,129
T4	2,36	1,25	0,121
T5	2,02	0,78	0,136

taux du soufre dans la plante soit par dilution s'il y a croissance, soit vraisemblablement par opposition à l'absorption. Il est donc possible que la faible teneur en azote soit à l'origine de l'élévation de la teneur du soufre ou inversement.

#### **3.2.4. La nutrition potassique**

Les fonctions de production inscrites dans le tableau XXI montrent une nutrition potassique déficiente. Cela pourrait être en relation directe avec l'état du sol que l'on sait d'ailleurs carencé en potassium (MARTIN-PREVEL *et al.*, 1984). Néanmoins, on note une nette amélioration de la nutrition potassique avec les traitements ayant bénéficié d'un travail du sol. Cette situation peut être liée à l'effet de ces traitements sur l'exploration racinaire quand on sait que les ions potassium sont peu mobiles, de l'ordre de centimètre par an selon MARTIN-PREVEL *et al.* (1984). Il faut surtout associer à cela l'effet de l'humidité qui est remarquablement améliorée par le travail du sol surtout en début de cycle. L'amélioration de l'humidité implique une meilleure diffusion du potassium. Ainsi, BRAUD (1973) a pu constater que la teneur en potassium est significativement influencée par les trois dernières décades précédant le prélèvement foliaire.

Cependant le traitement T4 présente un état de nutrition plus déficient que le traitement T1 malgré son meilleur développement racinaire et sa bonne rétention de l'eau. Cette particularité semble lier au phénomène d'antagonisme entre le potassium et les autres éléments, surtout le magnésium. Ce déséquilibre chimique entre de nombreux éléments était du reste prévisible à partir des résultats d'analyse du sol. Le cas du potassium et du magnésium a été cité en exemple par MARTIN-PREVEL *et al.* (1984). Ils soulignent que l'absorption du magnésium est gênée par une trop forte quantité d'ions potassium et réciproquement.

#### **3.2.5. Autres éléments minéraux**

Il s'agit du calcium, du magnésium et du pétioles dont les teneurs des pétioles sont présentées dans le tableau XXII. Il apparaît que la nutrition en calcium et en magnésium est acceptable quel que soit le traitement, puisque les teneurs requises sont respectivement de 1,5% et de 0,6%. Pour KOULIBALY (1992), cela pourrait justifier l'absence du calcium et du magnésium dans la fumure vulgarisée. En ce qui concerne le sodium, ses teneurs sont peu influencées au regard des faibles variations observées entre les traitements.

En conclusion, il ressort que seules les nutriments potassique et azoté sont déficitaires. Cela s'explique en partie par les carences du sol en ces éléments. Globalement, les techniques de travail du sol influencent peu la nutrition minérale du cotonnier. Dans des situations de carences, une préparation du sol s'accompagne d'une faible amélioration de l'alimentation minérale, à l'exception de l'azote. Cette tendance pour le potassium s'observe beaucoup plus avec le labour et surtout lorsqu'il est précédé d'un éclatement du sol à sec à la dent IR12.

La nutrition azotée quant à elle, n'atteint un seuil acceptable qu'avec le labour classique (T5). Cependant, la baisse de la teneur en T3 a pourtant été labouré également pourrait être attribuée à l'accroissement de la densité engendré par ce dernier. Mais ces résultats doivent être rapportés au stade de prélèvement foliaire. Des analyses à plusieurs stades végétatifs du cotonnier auraient permis de dégager une tendance plus nette.

## DISCUSSIONS - CONCLUSIONS

Les résultats obtenus sur la production du maïs et du coton doivent avant tout être rapportés aux cultures respectives. Il apparaît que les potentiels de production ne sont pas pleinement exprimés même par les meilleurs traitements.

De ce fait, ces résultats se justifient par les conditions d'expérimentation marquées par une pluviométrie mal répartie et un sol dont la fertilité est limitée. En effet, les cultures ont été influencées par des poches de sécheresse intervenues au stade plantule (cf pluviométrie décadaire figure n°2). Cela se répercute sur leur productivité qui est fonction de la disponibilité qualitative de la pluviométrie. En outre, le rendement est un indice de la fertilité du sol. Le faible niveau de fertilité comme c'est le cas, limite par conséquent la productivité. Force est de conclure que les rendements obtenus sont un compromis entre le potentiel génétique de production de l'espèce, voire de la variété et la productivité du sol.

L'expression de ce potentiel au regard des rendements varie significativement. Le travail du sol de façon générale induit une augmentation de la production par rapport au semis direct (T1). L'accroissement observé varie de 10 à 73% sur le coton et de 1% à 55% sur le maïs respectivement pour les traitements T2 et T3. Ces résultats confirment ceux obtenus par CHARREAU et NICOU (1971), NICOU (1984), HERBLOT (1984), CHABALIER (1985), CHOPART et KONE (1985), NICOU et CHARREAU (1985), NICOU *et al.* (1987), SOME (1989), et DAKOUO *et al.* (1993). L'accroissement maximal de 55% observé sur le maïs se rapproche du seuil de 61% obtenu par SOME (1989) sur le même site de Farako-bâ. Sur le cotonnier DAKOUO *et al.* (1993) constatent

que ce gain est de 11% dans la zone soudano-sahélienne (Gampéla) contre 23% sous climat tropical sèche en Afrique de l'ouest (CHARREAU et NICOU, 1971). Ces gains correspondent plus ou moins au surplus obtenu avec le travail du sol à sec et à la dent (10 à 27%).

Comme CHARREAU et NICOU (1971), CORTIER *et al.*(1988) et SOLTNER (1990) nous constatons la supériorité du labour classique (T5) par rapport au travail du sol à la dent (T2 et T4). Cette différence telle que la justifient ces derniers est imputable à la profondeur de la couche travaillée. En effet les faibles profondeurs du sol s'accompagnent d'une baisse des rendements. Cependant, cette baisse n'est significative qu'avec le traitement T2 malgré que le travail à la dent ait été effectué sensiblement à la même profondeur pour les deux traitements (T2 et T4). La qualité du travail du sol et notamment la taille des mottes semble alors jouer un rôle plus déterminant. Cette hypothèse est plus probante à partir du moment où l'on constate une amélioration non significative de l'enracinement dans le traitement T2 par rapport à T1.

Ainsi, les résultats obtenus peuvent s'expliquer par les nombreuses corrélations entre les paramètres du système racinaire et les rendements des cultures (CHARREAU et NICOU, 1971 ; CHOPART et NICOU, 1976 ; CALLOT *et al.*, 1982). En effet, les rendements obtenus ne sont qu'une expression des modifications du profil cultural par les différentes techniques de préparation du sol. Pour CHARREAU et NICOU (1971), les plus importantes sont celles qui ont trait aux modifications de structure et de porosité qui influent directement sur l'enracinement des végétaux. Ces paramètres physiques n'ont pu être mesurés mais ces auteurs ont obtenu une amélioration de la porosité de 10 à 20% avec le labour. D'ailleurs, la forte corrélation existant entre porosité et poids sec racinaire laisse penser que l'amélioration du profil en présence du labour que lorsque le sol est travaillé à la dent. Il faut de ce fait s'attendre à des répercussions du mode préparation du sol sur la nutrition hydrominérale même si cela n'a pu être révélé de façon nette par le diagnostic foliaire effectué à 70 JAS sur le cotonnier. En effet, les résultats de la matière sèche racinaire du cotonnier concordent avec ceux de la croissance aérienne. Cela laisse penser qu'une bonne alimentation minérale par le biais de l'enracinement favorise une croissance aérienne accélérée qui s'ensuit d'une floraison relativement précoce. Cela est en accord avec les conclusions de NICOU *et al.* (1987). Ces auteurs ont constaté sur des céréales que le labour pouvait entraîner une apparition plus précoce de la floraison pouvant atteindre 15 jours par rapport au semis direct.

Aussi, ces techniques de préparation du sol influent sur les rendements par le biais de ses composantes. Il s'agit de celles qui interviennent dans la formule de rendement du coton-graine et du maïs grain (cf. p.49). Comme OKIGBO (1972), nous constatons que les rendements

ont tendance à augmenter avec l'accroissement de la densité. Cependant cette tendance est plus faible sur le que le cotonnier où on observe que le coefficient de corrélation entre le rendement en coton-graine et la densité est de 0,540. Sur le maïs, il est 0,731 et peut atteindre 0,893 selon OKIGBO (1972). Mais le nombre de capsules du cotonnier tout comme le nombre d'épis acceptés du maïs, sont plus liés au rendement avec des coefficients respectifs de 0,957 et de 0,887. La production de capsules apparaît ainsi plus déterminant dans l'élaboration du rendement dans la mesure où le P.M.C ne varie pas entre les traitements. Cela est confirmé par la corrélation entre le rendement et le P.M.C qui est seulement de 0,325. Ce résultat conforte davantage la position de FRANQUIN (1966) qui soutient que c'est le nombre de fruits, s'agissant du cotonnier, qui explique au mieux le rendement en région tropicale.

C'est dire que les techniques culturales à adopter doivent permettre l'amélioration des paramètres tels que la densité, la croissance et le développement végétatif, favorisant une meilleure production de capsules.

Sur le maïs, la variabilité des rendements entre les traitements est liée aussi bien à la quantité des grains qu'à leur poids unitaire. En effet, le rendement est fortement corrélé au nombre d'épis récoltés ( $r = 0,887$ ). La variabilité du rendement liée au P.M.G est plus faible, le coefficient de corrélation  $r$  étant de 0,625 ; d'où la nécessité de favoriser un bon remplissage des épis et ceci par le travail du sol. Par ailleurs, l'accroissement du P.M.G engendré par le travail du sol par rapport au semis direct (T1) varie de 7 à 11% respectivement pour la préparation du sol (T2 et T4) et pour le labour. Ces résultats corroborent les conclusions de SOME (1989) qui cependant trouve un écart de 5% sur le maïs. Cet écart peut atteindre 10% sur le sorgho (NICOU *et al.*, 1987).

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Cette expérimentation avait pour but d'évaluer l'effet de cinq techniques de préparation du sol sur la production du coton et du maïs.

Les résultats obtenus confirment l'intérêt du travail du sol qui présente de meilleurs rendements par rapport au semis direct. Ces résultats montrent également une meilleure productivité des deux cultures en présence du labour et ce d'autant plus qu'il est précédé d'un éclatement du sol à sec et à la dent I.R.12. Le gain de rendement lié à cette opération est de 6,5% pour le coton-graine et de 13% pour le maïs grain. Bien que ce gain ne soit pas significatif, il traduit néanmoins un intérêt certain du travail du sol à sec ; le gain lié à ces techniques étant de 10 à 27% pour le coton-graine et de 1 à 23% sur le maïs grain lorsque qu'ils sont comparés au semis direct. Par contre, ces techniques de préparation du sol utilisant exclusivement la dent IR12 paraissent moins performantes que le labour même si dans le cas du maïs on constate que le pseudo-labour est au labour classique.

Ces différences de rendement sont liées aux variations observées sur de nombreux paramètres. En effet, le labour ameublit mieux le lit de semences que les autres techniques utilisant exclusivement la IR.12. Cet état du sol obtenu avec le labour est plus favorable au développement racinaire et partant, favorise meilleure croissance végétative. Le travail du sol à sec, notamment l'éclatement du sol à une dent (T2) montre une croissance végétative limitée qui explique son faible rendement.

Mais, force est de reconnaître que ces techniques de préparation du sol à sec et surtout l'éclatement du sol présentent un avantage indéniable. En effet, de meilleurs taux de levée du maïs et du cotonnier sont obtenus avec cette technique dans des conditions moins pluvieuses. Cela répond à un des objectifs du travail du sol à sec et à la dent qui est de permettre une installation rapide des cultures. Par contre, l'accumulation des eaux des premières pluies qu'elle favorise, associée au fait que le sol n'est pas retourné, entraînent un envahissement précoce des adventices qui sont mieux maîtrisées par les techniques de labour à la charrue et de pseudo-labour à trois dents IR12.

Ces résultats, notamment ceux observés sur la levée nous autorise à penser que le travail du sol à sec et à la dent IR.12 peut être une alternative au labour pour une installation rapide des cultures. Dans le meilleur des cas l'utilisation de la dent doit permettre d'installer des cultures relativement précoces que dans le cas du labour direct. Il faut cependant souligner que la dent IR12 a été utilisée dans les conditions les plus défavorables dans la présente

expérimentation qui a connu des dates de semis identiques. Dans la mesure où les semis précoces produisent généralement mieux, il est possible qu'en les associant à ces techniques de préparation du sol à la dent, on optimise le rendement comme le labour. L'influence des dates semis permettra dans les prochaines investigations d'évaluer pleinement les performances de la dent IR.12.

Il serait intéressant dans les prochaines investigations de prendre également en compte les paramètres devant permettre de faire une évaluation de la rentabilité économique de la dent IR.12. D'ores et déjà, les mesures de temps de préparation du sol indiquées en annexe 7 montrent que l'utilisation de la dent permet une réduction considérable des temps de préparation du sol. Même dans l'hypothèse la plus défavorable (T3) qui combine deux types de travaux, cette réduction pourrait atteindre 23% du temps de labour. Ce constat laisse penser que l'intégration de la dent IR12 permettra d'améliorer la rentabilité économique des exploitations à traction animale auxquelles elle est destinée. En attendant des études socio-économiques plus poussées, la dent IR12 présente l'espoir d'assurer au moins une sécurisation de la production agricole. Si la dent IR12 présente des avantages certains, il n'en demeure pas moins que son utilisation a des limites objectives à prendre en compte dans la vulgarisation de l'outil. Dans la mesure où le travail s'effectue pendant la saison sèche, il est nécessaire de disposer d'animaux bien alimentés pour fournir l'énergie de traction qui est fonction du type de sol. L'effet escompté dans le travail du sol à la dent et à sec, à savoir la formation d'agrégats grossiers, est aussi fonction du type de sol. Les sols gravillonnaires et sableux répondent moins même s'ils exigent une force de traction relativement faible. A l'inverse de meilleurs résultats sont obtenus sur sol argileux qui cependant exige une énergie de traction plus considérable.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**AFRIQUE AGRICULTURE, 1979 :** La mécanisation agricole – *Mensuel d'informations agricoles*. N°32, 88p.

**BELEM P. C., 1985 :** Coton et système de production dans l'ouest du Burkina Faso. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, spécialité géographie de l'aménagement. Université Paul VALÉRY, Montpellier, France, 344p.

**BELEM C. P., M'BAYE A.A., RICOCH A., NIKIEMA A., DEMBELE D., OCHOU-OCHEU G., DEMBELE S., 1999 :** Rapport d'évaluation externe des programmes « coton » et « cultures maraîchères, fruitières et plantes à tubercules ». I.N.E.R.A, 19-20pp.

**BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D., TOE A., 1985 :** Recherche d'accompagnement (Projet motorisation intermédiaire). Synthèse 1985. I.N.E.R.A Programme coton/IRCT, 67 + annexes.

**BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D., TOE A., 1987 :** Appréciation des niveaux de fertilité des sols *In*, Recherche d'accompagnement réalisée pour le projet motorisation intermédiaire. Synthèse 1987. I.N.E.R.A Programme coton/IRCT, 57-58pp.

**BERTRAND R., 1971 :** Réponse de l'enracinement du riz de plateau aux caractères physiques et chimiques du sol. *Agronomie trop.*, 1971, 3, 376-386pp

**BIGOT Y., 1987 :** Mécanisation agricole et dynamique des systèmes agraires en zone soudanienne sénoufo. CIRAD, 18p.

**BIGOT Y., RAYMOND G., 1991 :** Traction animale et motorisation en zone cotonnière d'Afrique de l'ouest, collection « Documents Systèmes Agraires n°14, IRCT, DSA/CIRAD », 95p.

**BOULET R., 1976 :** Notice des cartes de ressources en sols de la Haute-Volta. ORSTOM-PARIS.97p.

**BOYER J., 1982 :** Les sols ferrallitiques. Tome X. Facteurs de fertilité et utilisation des sols. Initiation – Documentations techniques n°52, ORSTOM-Paris, 384p.

**BRAUD M., RICHEZ F., 1963 :** L'importance de la date de semis pour la culture cotonnière de l'ouest et du nord de la Centrafrique. *Coton et fibres tropicales*, vol.18, fasc.1. 265-272pp.

**BRAUD M., 1965 :** Le diagnostic foliaire. Guide de la fertilisation minérale du cotonnier. *Coton et fibres tropicales*, 20 (2), 319-328pp.

**BRAUD M., 1973 :** Le diagnostic foliaire et la nutrition potassique du cotonnier. *In*, Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux. Compte rendu du 10<sup>e</sup> colloque de l'institut international de la potasse organisé en décembre 1973 à Abidjan, République de Côte d'Ivoire. 265-277pp.

**BRUCKER L., 1983 :** Rôle des propriétés physiques de semences sur l'imbibition et la germination. I. Elaboration d'un modèle du système « terre-graine ». *Agronomie*, 3 (3), 213-222pp.

**CALLOT G., CHAMAYOU H., MAERTENS C., SALSAC L., 1982 :** Mieux comprendre les interactions sol-racine. Incidence sur la nutrition minérale. INRA, 325p.

**CAUQUIL J., 1963 :** Premières observations sur les pourritures de capsules en République centrafricaine. *Coton et fibres tropicales, vol.18, fasc.1. 243-250pp*

**CAUQUIL J., 1987 :** Rapport de mission au Burkina Faso. 12-20 octobre 1987. I.R.C.T, 20p.

**COUILLOUD R., DAESCHNER M., 1971 :** Premier bilan de l'expérimentation cotonnière au Khuzistan (Iran). La date de semis en fonction des facteurs agroclimatiques et entomologiques. *Coton et fibres tropicales, vol.26. 451-461pp.*

**C.E.E.M.A.T., 1975 :** Manuel de culture attelée avec traction animale. Techniques rurales en Afrique. 336p.

**CHABALIER P. F., 1985 :** Bilans de fumures sous culture de maïs dans le centre de la Côte - d'Ivoire. *Agronomie trop., 40 (3), 253-260pp.*

**CHARREAU C., 1969 :** Influence des techniques culturales sur le développement du ruissellement et l'érosion en Casamance. *Agronomie trop., 9, 842-936pp.*

**CHARREAU C., SEGUY L., SY A., DRAME K., 1969 :** Mesure de l'érosion et du ruissellement à Séfa en 1968. *Agronomie trop., 11, 1055-1095pp.*

**CHARREAU C., NICOU R., 1971 :** L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-africaine et ses incidences agronomiques. *Agronomie trop., XXVI (2, 5, 9, 11) : 209-255, 565-631, 902-978, 1183-1247pp.*

**CHOPART J. L., 1983 :** Etude du système racinaire du mil (*Pennisetum typhoides*) dans un sol sableux du Sénégal. *Agronomie trop., 1, 37-51pp.*

**CHOPART J. L., 1984 :** Développement racinaire de quelques espèces annuelles cultivées en Afrique de l'ouest et résistance à la sécheresse. *In, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 145-154pp.*

**CHOPART J.L., KONE D., 1985 :** Influence des techniques de travail du sol sur l'alimentation hydrique du maïs et du cotonnier en Côte-D'Ivoire. *Agronomie trop., 40 (3), 223-229pp.*

**CHOPART J.L., NICOU R., 1976 :** Influence du labour sur le développement racinaire des différentes plantes cultivées au Sénégal. Conséquences sur leur alimentation hydrique. *Agronomie trop., 1, 7-28pp*

**CLIQUET J. B., DELEENS E., PRIOUL J.L., MARIOTTI A., MOROT-GAUDRY J. F., 1990 :** Etude par utilisation des isotopes lourds, de la capacité de stockage de la tige de maïs pendant la montaison puis la remobilisation de ces réserves vers l'épi. *In, Physiologie et production du maïs. Communication au colloque -la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 245-251pp.*

**CORTIER B., POCTHIER G., IMBERNON J., 1988 :** Le maïs au Sénégal : effet des techniques culturales et des conditions hydriques en culture pluviale. *Agronomie trop.*, 43 (2), 85-90pp.

**CRETENET M., 1984 :** Réponse aux engrais du maïs et du cotonnier en zone de savane de Côte-D'Ivoire. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 565-566pp

**DAKOUO D., BERGER M., 1987 :** Agronomie et techniques culturales Rapport annuel 1986-87. INERA. 119p + annexes.

**DAKOUO D., 1991 :** Le maintien de la fertilité dans les systèmes de culture conduits en motorisation intermédiaire. Cas de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. IN.E.R.A/Programme coton – ESFIMA, 49p + annexes.

**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 de Docteur-ingénieur. FAST, Université nationale de Côte d'Ivoire, 141p.

**DAKOUO D., KOULIBALY B., HIEN V. :** Agronomie et techniques culturales. Rapports annuels 1992/93, 1993/94. INERA.

**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. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 27-41pp.

**DICKEY J.B., SANKKARA E., SOHORO A., TAONDA S.J.B., 1994 :** Principales contraintes de production et résultats de quelques travaux de recherche RSP entre 1990-1994. *In*, Recherche intégrée en production agricole et en gestion des ressources naturelles. Projet d'appui à la recherche et à la formation agricole (ARTS<sup>o</sup>, au Burkina Faso, 1990-1994, Perdue University et Winrock international. 1-17pp.

**DUGUE P., 1985 :** La préparation du sol en zone Sahelo-Soudanienne, atouts et contraintes. *In*, Technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest, Université DE PERDUE. 37-59pp.

**ELDIN M., 1984 :** Caractérisation de la sécheresse, synthèse introductive. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 13-17pp

**FARDEAU J. C., MOREL C., BONIFACE R., 1991 :** Cinétiques de transfert des ions phosphate du sol vers la solution du sol : paramètres caractéristiques. *Agronomie*, 11 (9), 787-797pp.

**FAURE G., 1992 :** Intensification et sédentarisation des exploitations mécanisées. Rapport annuel en Agro-économie, IN.E.R.A., 47p. + annexes.

**FOREST F., LIDON B., 1984 :** Simulation du bilan hydrique pour l'explication du rendement et l'appui aux producteurs. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 55-65pp.

**FRANQUIN P., 1954 :** Importance et nature de la précocité chez les Cotonniers Barbadense de la zone guinéenne de l'Afrique occidentale. *Coton et fibres tropicales*, vol.9, fasc.1, 72-86pp.

**FRANQUIN P., 1966 :** Les équations climatiques du développement. Intérêt agronomique. *Agronomie trop.*, 12, 1370-1381pp.

**FRITZ A., 1971 :** L'importance des techniques culturales dans la production de coton graine au Nord-Cameroun. *Coton et fibres tropicales*, vol.26, fasc.2, 263-265pp.

**GARNIER A., 1995 :** Bilan et perspectives de la traction animale dans la zone cotonnière du Burkina-Faso : CRPA des Hauts-Bassins et de la boucle du Mouhoun. Mémoire de fin d'études. CNEARC/EITARC.97p.

**G.F.A., 1991 :** Les perspectives de la culture attelée au Burkina Faso. Annexes.

**GOMES DE SOUZA J., 1984 :** Caractères physiologiques de la résistance à la sécheresse du cotonnier, et moyens de l'améliorer. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 245-257pp.

**GOYTINO B., GAY J. P., 1990 :** Importance respective des périodes de formation, de remplissage et de maturation du grain dans la composition du rendement. *In*, Physiologie et production du maïs. Communication au colloque -la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 207-214pp.

**GUIBERT H., 1987 :** Dynamique du passage à la culture attelée des exploitations Sénoufo dans l'ouest du Burkina. *In*, Transformation opérée par la traction animale et la motorisation dans l'ouest du Burkina Faso. Enquêtes réalisées en 1984-85 et 1985-86. 1-30pp+annexes

**HERBLOT G., 1984 :** Une expérimentation -travail du sol en sec- en Haute-volta. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 327-340pp

**ILBOUDO O., 1997 :** Effets des fumures de fonds sur l'acidité et la croissance du cotonnier. Mémoire de fin d'études, Option Agronomie, I.D.R., 79p + annexes.

**IN.E.R.A., 1997 :** Raisonnement de la fertilisation azotée du maïs en zone savane ouest-africaine en fonction des conditions pedo-climatiques. Projet STD3. Rapport semestriel n°6, 36p.

**IN.E.R.A/BIOTEPP INC, 1997 :** Projet de lutte biologique contre *Helicoverpa armigera* par l'utilisation de biopesticides viraux. 20p.

**I.R.A.T, 1970 a :** Le problème du travail du sol, labour, dans les régions tropicales africaines. *Cahier d'agriculture. Pratique des pays chauds*, vol.25, n°1 janvier, 3-17pp.

**I.R.A.T, 1970 b :** Les conditions techniques de labour en Haute-volta. *Cahier d'agriculture. Pratique des pays chauds*, vol.25, n° 10-11 octobre-novembre, 179-186pp.

**JORDAN M. O., 1987 :** Mise en place du système racinaire du maïs. I. Importance de quelques paramètres relatifs aux conditions du milieu. *Agronomie*, 7 (7), 457-465pp.

**JOSHUA P., MULUMBA K., SAMBA S., 1985 :** Les systèmes de production en basse Casamance et les stratégies paysannes face au déficit pluviométrique. *In*, Technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest, Université DE PERDUE. 212-237pp

**KABORE S.S., 1999 :** Etude agro-économique des exploitations en grande culture attelée dans la zone cotonnière ouest du Burkina-Faso. Perspectives d'intensification. Mémoire de fin d'études Option Agronomie I.D.R. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. 99p.

**KAMBIRE S.H., 1994 :** Systèmes de culture paysans et productivité des sols ferrugineux lessivés du plateau central (Burkina Faso) : Effets des restitutions organiques. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle. Institut de science de l'environnement. FAST. Université CHEIKH ANTA DIOP de Dakar. 188p.

**KAMBIRE S. H., HIEN V., SEDOGO P.M., LOMPO F., 1999 :** Effet du calage de la culture dans la saison pluvieuse sur l'efficacité de la fertilisation azotée du maïs en zone de savane ouest-africaine. Communication présentée à l'atelier WECAMAN, 4-7 mai 1999, Cotonou (Bénin) 23p.

**KOULIBALY B., 1992 :** Effets de la fertilisation sur l'enracinement et la nutrition minérale du cotonnier. Mémoire de fin d'études. Option Agronomie. I.D.R. Université de Ouagadougou. 113p.

**LAMBERT C., 1983 :** Influence de la précocité sur le développement du mil (*Pennisetum Thyphoides* STAPF et HUBBARD) en conditions naturelles. *Agronomie trop.*, 1, 7-26pp.

**LE THIEC G., 1992 :** Le coutrier à traction animale : recherche d'alternative au labour en zones sèches. *Agritrop.*, 16 (1), p17.

**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.

**LOÏC P., ARIES F.S., 1988 :** Modèle de simulation de la croissance, du développement et de l'architecture des systèmes racinaires. *Agronomie*, 8 (10), 889-896pp.

**MARINI P., KAISER, VILLEMIN P., 1978 :** Etude à l'aide du <sup>32</sup>P du développement sur deux types de sol de la plaine de Mangoky. *Agronomie*

**MARTIN-PREVEL P., GAGNARD J., GAUTIER P., 1984 :** L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Techniques et Documentation – Lavoisier, 810p.

**MOREL R., 1989 :** Les sols cultivés – Techniques et Documentation – Lavoisier, 373p.

**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.

**NICOU R., SEGUY L., HADDAD G., 1970**: Comparaison de l'enracinement de quatre variétés de riz pluvial en présence ou absence de travail du sol. *Agronomie trop.*, 8, 639-659pp.

**NICOU R., 1974** : Contribution à l'étude et à l'amélioration de la porosité des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche. Conséquences agronomiques. *Agronomie trop.*, 11, 1100-1127pp.

**NICOU R., CHARREAU C., 1985** : Travail du sol et économie de l'eau en Afrique de l'Ouest semi-aride. In, Technologies appropriées pour les paysans des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest, Université DE PERDUE. 9-37pp.

**NICOU R., OUATTARA B., SOME L., 1985** : Techniques d'économie de l'eau. Rapport analytique de la campagne 1984/85. IBRAZ-CIRAD-IRAT, 72p.

**NICOU R., OUATTARA B., SOME L., 1987** : Effets des techniques d'économie de l'eau à la parcelle sur les cultures céréalières (sorgho, maïs, mil) au Burkina Faso. INERA. 77p.

**O.C.D.E., C.I.L.S.S., 1982** : Développement des cultures pluviales en Haute-volta. 221p.

**OGUNLELA V.B., ABED S.M., 1984** : Fertilisation azotée du cotonnier Upland (*Gossypium hirsutum* L.) sur sol ferrugineux tropical. Teneur en éléments nutritifs à différentes stades de la croissance. *Coton et fibres tropicales*, vol. 39, fasc. 4, 120-122pp.

**OKIGBO N., 1972** : Effets de l'espacement, de la densité des plants et du mode de culture sur le rendement, le comportement général de plusieurs variétés de maïs synthétiques et en pollinisation libre. *Agronomie trop.*, 8, 838-862pp.

**PALE S., OUEDRAOGO S., 1998** : La motorisation agricole en zone cotonnière : Etude préparatoire à la concertation régionale sur la mécanisation et les intrants dans agricoles dans la zone cotonnière. Rapport définitif, octobre, 1998.

**PAPY F., 1986** : Effet de l'état structural d'une couche labourée sur sa rétention en eau. *Agronomie*, 6 (6), 555-565pp.

**PAPY F., 1987** : Comportement d'une couche labourée sous des actions de compactage en fonction de son état hydrique et structural. *Agronomie*, 7 (2), 111-121pp.

**P.A.S.A., 1996**: L'agriculture burkinabé. Projet d'appui au PASA, octobre 1996, 51p.

**PELTRE-WURTZ J., STECK B., 1991**: Les charrues de la Bagoué. Gestion paysanne d'une opération cotonnière en région cotonnière, ORSTOM, 303p.

**PICARD D., JORDAN M. O., TRENDEL R., 1985**: Rythme d'apparition des racines primaires du maïs (*Zea mays* L.). I.- Etude détaillée pour une variété en un lieu donné. *Agronomie*, 5 (8), 667-675pp.

**PIERI C., 1984** : Conduite de la fertilisation des cultures vivrières en zones semi-arides. In, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar

Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 363-381pp

**PLENET D., LUBET E., DESVIGNES P., SOMBRUN F., 1990** : Fertilisation azotée et composantes du rendement du maïs : effets des niveaux et des modalités d'apport. *In*, Physiologie et production du maïs. Communication au colloque –la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 367-382pp.

**POMMEL B., 1990** : Caractérisation de la plantule de maïs par ses paramètres au départ et selon son environnement. *In*, Physiologie et production du maïs. Communication au colloque –la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 75-82pp.

**POSS R., SARAGONI A., IMBERNON J., 1988**: Bilan hydrique simulé du maïs au Togo méridional. *Agronomie trop.*, 43 (1), 18-29pp.

**PRIOUL J. L., REYSS A., SCHWEBEL-DUGUE N., 1990**: Métabolisme carboné dans les feuilles sources lors de phase de remplissage de grains : recherche de critères de remobilisation et de sénescence. *In*, Physiologie et production du maïs. Communication au colloque –la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 239-244pp

**PUECH C., 1983** : Persistance de la sécheresse au Sahel. Conséquences sur les normes hydrologiques et pluviométriques. CIEH, 28p.

**REYNIERS F.N., 1984** : Critères de tolérance à la sécheresse du riz pluvial en fonction du milieu edapho-climatique. *In*, La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée. Acte du colloque organisé à Dakar Ngor du 24 au 27 septembre 1984 par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-GERDAT) et l'Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 199-212pp.

**ROOSE E., 1977** : Erosion et ruissellement en Afrique de l'ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. Travaux et documents de l'ORSTOM n°78, 78p.

**ROOSE E., 1981** : Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux d'Afrique occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétation naturelles ou cultivées. Travaux et documents de l'ORSTOM n°130, 569p.

**R.S./Zone ouest, 1994** : Les systèmes de production agricole dans la zone ouest du Burkina : potentialités, contraintes bilan et perspectives de recherche. INERA. 48p.

**SANOGO S., 1992** : Dynamique paysanne et diffusion de la culture attelée en zone cotonnière du Burkina Faso. Mémoire – DIAT – ESAT/CNEARC, 76p + annexes.

**SCHALBROECK J.J.,AUTRIQUE A., 1988** : Incidence de la date de semis sur la croissance et le rendement du blé dans le Mugamba (Burundi). *Agronomie trop.*, 43 (4), 289-300pp.

**SEONE H., 1999** : Contribution à l'analyse micro-économique des exploitations motorisées de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Option Agronomie, IDR Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 84p.

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 : Agroclimatology research at the ICRISAT Sahelian center. *In*, Influence du climat sur la production des cultures. Compte rendu du séminaire régional organisé par la Fondation Internationale pour la Science (I.F.S) et le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (C.T.A). Ouagadougou, Burkina faso, 23-28 septembre 1991. 146-171pp.

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.

SO.FLTEX, 1995 : Rapport annuel de la campagne 1994/95

SOFITEX, 1997 : Rapport technique sur la campagne agricole cotonnière 1996/97. 34p + annexes.

SOLTNER D., 1990 : Les bases de la production végétale. Tome I. Le sol. 18<sup>e</sup> édition. Collection Sciences et techniques agricoles. 467p.

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., 1991 : Caractérisation agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina faso et étude des conditions actuelles d'adaptation de plusieurs durées de cycle de Sorgho. *In*, Influence du climat sur la production des cultures. Compte rendu du séminaire régional organisé par la Fondation Internationale pour la Science (I.F.S) et le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (C.T.A). Ouagadougou, Burkina faso, 23-28 septembre 1991. 241-255pp.

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.

SOME L., DEMBELE Y., 1996: Péjoration pluviométrique au Burkina Faso: impacts sur les productions agricoles. *In*, Actes, 2<sup>o</sup> Forum National de la Recherche Scientifique et des Innovations Technologiques (FRSIT). Thème : la recherche scientifique face aux problèmes de l'environnement, Tome2, les communications scientifiques. 81-90pp.

TARDIEU F., MANICHON H., 1987 a : Etat structural, enracinement et alimentation hydrique du maïs. I. Modélisation d'états structuraux types de la couche labourée. *Agronomie*, 7 (2), 123-131pp.

TARDIEU F., MANICHON H., 1987 b : Etat structural, enracinement et alimentation hydrique du maïs-II. Croissance et disposition spatiale du système racinaire. *Agronomie*, 7 (3), 201-211pp.

TARDIEU F., PELLERIN S., 1990 : Modélisation de l'architecture du système racinaire du maïs au champ : aspects géométriques. *In*, Physiologie et production du maïs. Communication au

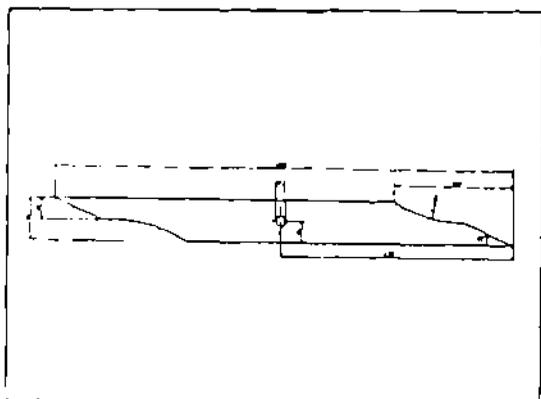
colloque –la vie du maïs- Physiologie du maïs, application à la production, organisée par l'INRA, l'AGPM et l'Université de Paris Sud. Pau, 13-15 novembre 1990. 133-141pp.

**TERRIBLE M.P.B., 1982** : Occupation du sol en Haute-volta. Son évolution entre 1952-56 et 1975. 31p.

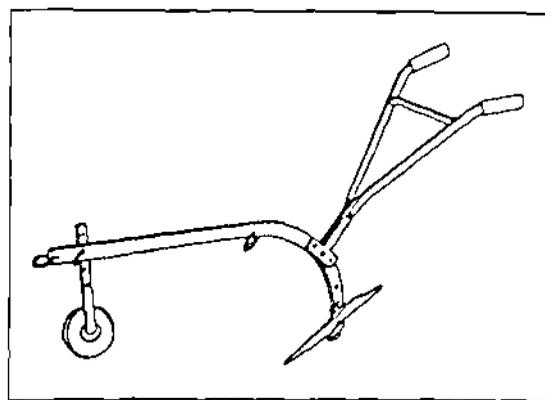
**WEY J.,OBATON M., 1978** : Incidence de quelques techniques culturales sur l'activité fixatrice d'azote et le rendement de l'arachide. *Agronomie trop.*, 2, 129-145pp

**WECAMAN, 1999** : Essais variétaux uniformes régionaux 1999. 6p + annexes

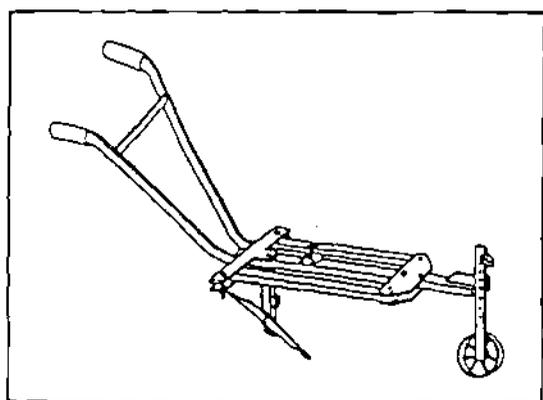
## ANNEXES



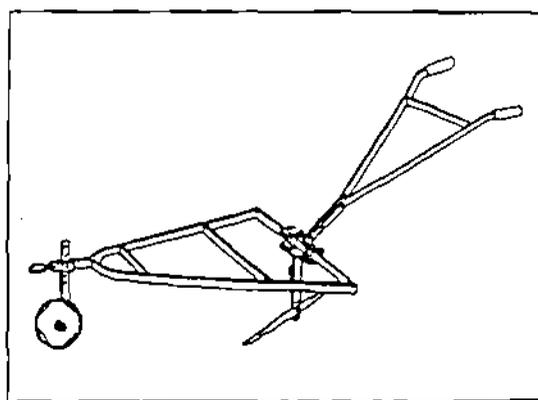
: La dent IR12.



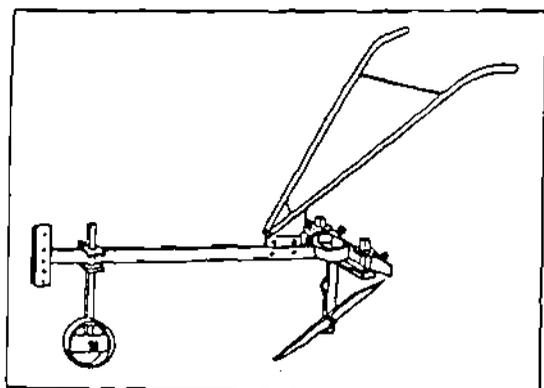
: La dent IR12 montée sur l'age d'une charrue CH9.



: La IR12 montée sur la Houe Manga.



: La dent IR12 montée sur le triangle.



La IR12 montée sur la Houe Sine.

Annexe 2 : TRAVAIL DU SOL A UNE  
DENT IR.12 : Dimensions des mottes  
(cm)

	<i>Répétition 1</i>		<i>Répétition 2</i>		<i>Répétition 3</i>	
	<i>LONGUEUR</i>	<i>LARGEUR</i>	<i>LONGUEUR</i>	<i>LARGEUR</i>	<i>LONGUEUR</i>	<i>LARGEUR</i>
	38,5	27	37	24	29	25
	42	34	37	24	24	19
	31	24	43	28	30	19
	30	22	40	32	25	21
	39	22	29	26	37	24
	25	21	40	23	34	23
	30	22	31	30	32	24
	38	29	35	29	28	21
	35	18	34	16	25	20
	31	25	34	16	29	20
	40	28	33	29	28	25
	38	29	37	24	24	19
	33	30	31	23	26	22
	31	27	24	22	28	27
	34	25	37	30	39	25
<b>MOYENNE</b>	34,37	25,53	34,80	25,07	29,20	22,27
<b>VARIANCE</b>	34,09	25,44	34,65	25,14	29,21	22,08
<b>E.T</b>	4,76	4,17	4,81	4,80	4,57	2,63

Annexe 3 : Normes d'interprétation des analyses chimiques de sol.

CARACTERISTIQUES	Sols dégradés		Niveau régional	Sols estimés bons	
	Très pauvres	Pauvres	Moyen	Riche	Très riche
pH <sub>eau</sub>	4,35	4,45 à 5,50	5,50 à 6,15	6,50	6,50 à 7
Al <sup>3+</sup> (échangeable) (mécq/100g)	1,72 à 0,3	0,28 à 0,05	0,03 à 0,01	0,00	0,00
Matière organique (p. c.)	0,79	0,94 à 1,09	1,15 à 1,30	1,24 à 2,3	2,36
Carbone (p.c.)	0,32	0,41 à 0,48	0,55 à 0,97	1,22	1,32
Azote total (% <sub>00</sub> )	0,42	0,50 à 0,58	0,55 à 0,70	0,70 à 0,75	1,23
Rapport C/N	10,5	10,5 à 11	11 à 12	13	13
Bases totales (mécq/100g)					
Ca <sup>2+</sup>	0,82	1,22 à 1,70	2,80 à 3,50	3,83	7,63
Mg <sup>2+</sup>	0,24	0,38 à 0,55	1,00 à 1,40	1,84	4,36
K <sup>+</sup>	0,12	0,16 à 0,19	0,19 à 0,29	0,31	21,31
Na <sup>+</sup>	0,01	0,03 à 0,05	0,05 à 0,07	0,15	
Sommes des bases échange., (mécq)	1,24	1,84 à 2,55	4,30 à 5,30	5,50	12,19
Capacité d'échange., Cat. (CEC) méq	1,60	2,02 à 2,40	3,30 à 4,58	5,80	12,58
Taux de saturation V (p.c.)	44 à 54	60 à 75	80 à 90	100	100 à 132
P. total (ppm)	76	95 à 155	160 à 196	200 à 280	337
P. assimilable (Olsen) (ppm)	6	8 à 12	18 à 24	26	26
P. soluble dans l'eau (ppm)	0,03	0,06	0,1	0,3	0,5
Quelques rapports			0,1 à 0,8	0,8 à 1,5	>1,5
- Mg/Ca	< 0,1 très faible		satisfaisant	un peu fort	trop fort
- Mg/K	< 2 carence en mg	2-20 bon		>20 carence	
-(Ca + Mg)/K	< 25 amendement (dolomie) profitable > 25 risque d'antagonisme				
- K/CEC	1 carence en K	1-2 besoin élevé en K		2-5 besoin double en K	> 5 pas de besoin immédiat

Source : I.N.E.R.A. Programme Coton, Section Agronomie.

Annexe 4 : Cotation enherbement : méthode I.R.C.T/échelle C.E.B..

Notes	Quantité d'herbes	Vis-à-vis des sarclages
0	Cotonniers complètement envahis	Sarclage beaucoup trop tardif
1	Herbe en très forte quantité	Sarclage trop tardif
2	Herbe en forte quantité	Sarclage déjà un peu tardif
3	Herbe importante	Sarclage très urgent à faire
4	Herbe déjà assez importante	Sarclage à faire très bientôt
5	Herbe en quantité moyenne	Sarclage à faire bientôt
6	Herbe commençant un peu partout	Sarclage à envisager
7	Herbe apparaissant par endroits	Sarclage encore inutile
8	Herbe encore rare	Sarclage inutile
9	Herbe très rare	Sarclage encore absolument inutile
10	Aucune herbe	Sarclage absolument inutile

Annexe 5: Inventaire de la flore adventice au premier sarclage (15-20 jas).

	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Pouceae</i>					
<i>Bracharia lata</i>	***	***	**	**	**
<i>Bracharia deflexa</i>	***	***	**	***	**
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	***	***	**	**	**
<i>Digitaria horizontalis</i>	***	***	**	**	**
<i>Eleusine indica</i>	**	*	*	*	*
<i>Rottboellia exaltata</i>	*	*	-	*	*
<i>Setaria barbata</i>	**	**	*	**	*
<i>Echinochloa colona</i>	**	**	*	**	*
<i>cypraceae</i>					
<i>Cyperus rotundus</i>	***	**	**	**	**
<i>Kyllinga squamulata</i>	***	**	**	**	**
<i>Malvaceae</i>					
<i>Hibiscus asper</i>	*	*	-	-	-
<i>Convolvulaceae</i>					
<i>Ipomoea eriocarpa</i>	*	*	*	*	-
<i>Rubiaceae</i>					
<i>Mitracarpus villosus</i>	*	*	*	*	-
<i>Spermacoce stachydea</i>	*	*	*	*	*
<i>Asteraceae</i>					
<i>Vernonia galamensis</i>	*	*	-	-	-
<i>Verbenaceae</i>					
<i>Starchypheta angustifolia</i>	**	*	*	*	*
<i>Euphorbiaceae</i>					
<i>Euphorbia hirta</i>	**	*	*	*	*
<i>Fabaceae</i>					
<i>Sesbania pachycarpa</i>	**	**	*	**	*

Annexe 6 :Caractéristiques des épis:  
valeurs moyennes de dix épis par classe

<b>Paramètre</b>	<b>Traitement</b>	<b>Gros épis</b>	<b>Epis moyens</b>	<b>Petits épis</b>
<b>P.M.G (g)</b>	T1	243,99	207,05	177
	T2	240,17	229,6	202,4
	T3	258,9	230,74	208,54
	T4	243,56	226,35	201
	T5	258,59	227,81	205,33
<b>Nb. Grains par épis</b>	T1	475,63	324,11	228,4
	T2	425,43	311,43	231,68
	T3	454,8	342,89	250,39
	T4	454,6	324,83	238,8
	T5	474,05	337,85	245,63
<b>Section épis (cm)</b>	T1	3,71	3,35	3,26
	T2	3,78	3,48	3,19
	T3	3,83	3,53	3,35
	T4	3,77	3,52	3,22
	T5	3,83	3,51	3,24
<b>Nb. Rangs</b>	T1	12,83	12,82	12,78
	T2	13,1	12,38	11,75
	T3	13,3	12,35	13
	T4	13,65	12,25	12
	T5	13,43	13,05	12,4
<b>Longueur épis (cm)</b>	T1	15,96	12,38	9,25
	T2	13,52	10,69	8,64
	T3	13,89	11,71	9,41
	T4	13,5	11,05	8,85
	T5	14,51	11,34	9,01

Annexe 7 : PREPARATION DU SOL- TEMPS DE  
TRAVAUX A LA DENT IR.12

Traitement	Rép.	*Temps 1	*Temps 2	*Temps total/20m	*Temps total/100m	*Temps total/ha	Temps total (h/ha)	Moyenne (h/ha)
T2	R1	17,6	12,5	30,1	150,5	18812,5	5,23	5,35  C.V% = 13,11
	R'1	18,25	11,5	29,75	148,75	18593,75	5,16	
	R2	18,33	10,2	28,53	142,65	17831,25	4,95	
	R'2	17,67	10,2	27,87	139,35	17418,75	4,84	
	R3	19,2	13	32,2	161	20125	5,59	
	R'3	17,5	14,2	31,7	158,5	19812,5	5,5	
	R4	19,17	14,4	33,57	167,85	20981,25	5,83	
	R'4	15,67	17,25	32,92	164,6	20575	5,72	
T4	R1	21,5	20	41,5	207,5	25937,5	7,2	7,07  CV% = 3,38
	R2	20,25	19,71	39,96	199,8	24975	6,94	
T3	R1	17,88	15	32,88	164	20500	5,69	5,55  CV% = 5,16
	R'1	17,83	13,2	31,03	155,15	19393,75	5,39	
	R2	18,14	14	32,14	160,7	20087,5	5,58	
	R3	17,5	16	33,5	167,5	20937,5	5,82	
	R'3	15,6	17,25	32,85	164,25	20531,25	5,7	
	R4	18,33	13,6	31,93	159,65	19393,75	5,54	
	R'4	17	12,6	29,6	148	18500	5,14	

**Temps de labour des traitements  
T3 et T5**

Traitement	Rép.	*Temps 1'	*Temps 2	*Temps total/passage	*Temps cal. <sub>96</sub>	*Temps /ha	Temps calculé (h/ha)	Moyenne (h/ha)
T3	R1	21	22,5	43,5	957	99687,5	27,69	31,39
	R2	19,67	20,75	40,42	889,24	92629,17	25,73	
	R3	25	39	64	1408	146666,67	40,74	
T5	R1	21,63	42,71	64,34	1415,37	147434,38	40,95	40,95
T3 total = temps de travail à la dent + temps de labour				36,94				

Temps 1' : temps moyen de travail mesuré sur 20 m

Temps 2' : temps moyen de manœuvre mesuré pour 20 de travail du sol

Temps 3' : temps total de travail du sol sur 20 m (Temps 1' + temps 2')

Temps 4' : temps moyen de travail calculé pour 100m (Temps 3' . X. 5)

Temps cal. : temps 4' .X. 125 . (125 = nombre de billons à écartement de 0,80 m dans un hectare de 10 m de côté).

Temps 1'' : temps moyen par passage de la charrue mesuré sur 20 m

Temps 2'' : temps moyen de manœuvre mesuré pour 20 de travail du sol

Temps 3'' : temps total de travail du sol sur 20 m (Temps 1'' + temps 2'')

Nombre de passages = largeur de la parcelle élémentaire /largeur du soc de la charrue 9''

Largeur de la charrue 9'' = 22,5 cm

Temps cal.<sub>96</sub> : temps moyen de travail du sol calculé pour 96 m<sup>2</sup> qui est la superficie de la parcelle élémentaire (Temps 3' . X. nombre théorique de passage)

Temps calculé (h/ha) = {temps cal.<sub>96</sub> .X. 10000m<sup>2</sup>}/ 96 m<sup>2</sup>

\* = temps en seconde.