

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT D'ECONOMIE RURALE

DIVISION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SECTION DES RECHERCHES SUR LES CULTURES  
VIVRIERES ET OLEAGINEUSES

REPUBLIQUE DU MALI

UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

PROJET SOL EAU PLANTE

AGROCLIMATOLOGIE OPERATIONNELLE

ZONAGE PAR CULTURE

- RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1987-1988 -

---

Commission Technique spécialisée des productions  
vivrières et oléagineuses

Bamako 22 au 26 Mars 1988

I R A T

Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

## UNITÉ AGROCLIMATOLOGIE

---

### Réalisateurs :

|             |  |
|-------------|--|
| S. VALET    | Inq. Hydropédologue responsable unité    |
| S. TRAORE   | Inq. Agroclimatologue                    |
| B. LIDON    | Inq. Agronome Chef projet Sol-Eau-Plante |
| S. SISSOKO  | ITA                                      |
| D. DAMA     | Techn. Informatique                      |
| A. GUINDO   | ITA                                      |
| B. DIARRA   | AGROMETEO                                |
| M. GUEYE    | Stagiaire IPR (KATIBOUGOU)               |
| D. MARCHAND | Stagiaire IMF (GRENOBLE)                 |
| A. DIARRA   | Chauffeur                                |

### Appui technique IRAT

|              |   |
|--------------|---|
| F. FUREST    | Agroclimatologue, Chef programme Climat-Sol-Plante IRAT |
| FN. REYNIERS | Agrophysiologiste animateur parcelle R <sup>3</sup> S   |
| C. BARON     | Informaticien IRAT/Programme Climat-Sol-Plante.         |

### Financements extérieurs

- FAC Eau-Sol-Plante n°. 251/C/DPL/84/MLJ
- Enveloppe Recherche IRAT/CIRAD
- Réseau R<sup>3</sup>S/ATP CIRAD pluviosité rendement.

## S O M M A I R E

---

### 1/ OBJECTIFS GENERAUX

---

### II/ RESULTATS

---

|  |    |
|--|----|
| 2.1. Renforcement de la base informatique.....                               | 1  |
| 2.2. Poursuite de la collecte des données Agroclimatique.....                | 1  |
| 2.3. Résultats obtenus.....  | 2  |
| 2.4. Effet du niveau d'intensification sur les termes du bilan hydrique..... | 2  |
| 2.4.1.6. Effet du niveau intensification.....                                | 15 |
| . ARACHIDE   |    |
| 2.4.1.7. Effet date de semis.....  | 24 |
| 2.4.1.8. Conclusion.....   | 28 |
| . MIL  |    |
| 2.4.1.9. Effet du niveau d'intensification.....                              | 30 |
| 2.4.1.10. Effet du photopériodisme.....                                      | 43 |
| 2.4.1.11. Conclusion.....  | 48 |
| . SORGHO   |    |
| 2.4.1.12. Effet du photopériodisme.....                                      | 54 |
| 2.4.1.13. Conclusion.....  | 59 |
| 2.5. Caractérisation hydrique "in situ" des sols.....                        | 60 |
| 2.6. Zonage par culture.....   | 64 |
| 2.6.4. Maïs.....   | 68 |
| 2.6.5. Sorgho.....   | 75 |
| 2.6.6. Arachide.....   | 83 |
| 2.6.7. Mil.....  | 91 |

## I/ OBJECTIFS GENERAUX

Dans le domaine de l'économie et de la valorisation agricole de l'eau en cultures pluviales les données disponibles sont nombreuses, de provenances diverses (Recherche Agronomique, Météorologie Nationale).

L'objectif est de démontrer qu'à partir de méthodologies développées par ailleurs et de quelques actions thématiques complémentaires qui seront mises en oeuvre dans le cadre du projet, il est possible :

- d'évaluer le risque climatique pour les principales cultures de la zone en fonction du niveau d'intensification en conditions pédoclimatiques contrastées
- de développer des modèles permettant de proposer aux paysans pour certaines cultures une stratégie face aux aléas climatiques
- de définir un système de suivi de campagne au niveau national (d'ailleurs couplable avec la télédétection) en proposant de véritables indices de rendement, permettant au cours de la campagne d'évaluer des fourchettes indicatives de rendement final espéré.

En 1986 le résultat a été :

- d'analyser et quantifier le risque climatique et d'élaborer un zonage de base, exposant les potentialités agropédoclimatiques du Mali
- de recueillir des données concernant le maïs et le sorgho
- de vérifier l'effet de niveaux d'intensification sur les termes du bilan hydrique en conditions pédoclimatiques contrastées pour élaborer un zonage des potentialités Sorgho et Maïs.
- de tester une méthodologie de suivi d'hivernage.

## II/ RESULTATS 1987.

### 2.1 Renforcement de la base informatique

Le renforcement a été réalisé par :

- l'achat d'un ordinateur AMSTRAD (512 K) avec imprimante
- l'acquisition de programmes de traitement et d'exploitation de données scientifiques (neutroniques agroclimatologiques, hydrologiques).

### 2.2 Poursuite de la collecte des données Agroclimatologiques.

#### 2.2.1. Pluviométrie.

- . Mise à jour de la base de données pluviométriques sur fichiers homogènes (1950 ou origine à 1986 pour 70 stations)
- . Compléter le fichier PAR et PEP

### 2.2.2 Coefficients culturaux.

Ces coefficients, qui sont un terme de pondération de la demande évaporative au cours du cycle cultural ont été recalculés pour le Mali pour une centaine de stations au Mali.

### 2.3 RESULTATS OBTENUS.

Le résultat a été un net accroissement des potentialités sur le plan qualitatif, meilleure adéquation à la réalité du milieu Malien et sur le plan quantitatif plus grand nombre de problèmes traités.

Il existe maintenant une banque de données informatisées concernant les paramètres climatiques du bilan hydrique pour une centaine de stations.

### 2.4 EFFET DU NIVEAU D'INTENSIFICATION SUR LES TERMES DU BILAN HYDRIQUE.

#### 2.4.1 Présentation du cadre de réalisation de l'étude .

##### 2.4.1.1. Objectif.

La réalisation d'un zonage par culture nécessite la connaissance d'un certain nombre de paramètres liés au sol et à la culture.

Pour ce faire il est primordial :

- de caractériser les propriétés hydriques des principaux sols
- d'étudier l'effet de niveaux d'intensification
  - minimum ou traditionnel
  - vulgarisé
  - optimum

sur les termes du bilan hydrique :

- amélioration du profil cultural
- augmentation de la rapidité et densité de colonisation racinaire du sol
- efficacité de l'eau consommée et d'en mesurer sa conséquence sur l'élaboration du rendement en condition pédo-climatiques contrastées.

Les résultats outre une meilleure compréhension de l'élaboration du rendement permettent de déterminer comment paramétrer la simulation du bilan hydrique pour intégrer ces différentes situations du milieu Malien.

#### 2.4.1.2 Condition de réalisation

##### Cultures.

Cette étude a porté cette année sur le mil et l'arachide dans les zones pédoclimatiques contrastées.

| Sites      | Zones | Mil       | Arachide |
|------------|-------|-----------|----------|
| Longorola  | I     | Sanko     | 28-206   |
| Sotuba     | III   | Magankolo | 28-206   |
| Massantola | IV    | Souma     | 47-10    |
| Cinzana    | IV    | Boboni    | 47-10    |
| Koporo     | VI    | KKK       | 47-10    |

(Fig 1) - Tableau 0

#### 2.4.1.3 Traitements.

##### Mil

- 1- Non travail du sol ou grattage - pas de fumure
- 2- Grattage ou labour léger - 100 Kg de phosphate d'ammoniaque et 100 Kg d'urée apporté en deux fois (tallage et montaison)
- 3 + Labour 100 Kg/ha de phosphate d'ammoniaque + 100 Kg/ha d'urée et 5t/ha de fumure.

##### Arachide

- 1- Non travail du sol ou grattage - sans fumure
- 2- Grattage + fumure minérale : 65 Kg de phosphate super simple
- 2- Grattage/ labour + 100 Kg/ha de phosphate super simple + 5t/ha de fumier

#### Calendrier cultural.

Il est donné en annexe

#### 2.4.1.4 Mesure de l'enracinement.

Les mesures d'enracinement ont été réalisées à plusieurs dates jusqu'à la récolte sur tous les traitements à raison d'une fosse sur 2 ou 3 répétitions permettant l'observation de 3/4 pieds de mil et 6 pieds d'arachide.

Les observations ont porté sur :

- la profondeur d'enracinement maximum (une ou plusieurs racines)
- la profondeur du front d'enracinement intense matérialisé par la présence de racine secondaire latérale (Arachide) bien développée et d'une racine tous les 5 cm pour le mil
- la profondeur du front d'enracinement intermédiaire, entre le front intense et l'enracinement maximum, matérialisé par une racine tous les 10/15 cm
- la carte racinaire, illustrant par comptage la densité d'occupation du sol.

Cette méthode permet d'aborder directement l'étude de la relation entre l'état physique et hydrique du sol résultant du niveau d'intensification et la dynamique racinaire.

TABLEAU 0 a) CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES

| ZONES |            | Pluviométrie (1)<br>(mm) |      | Cycle optimal de culture<br>jours (2) |           | Date de semis au plus<br>tôt |        | Date de fin d'hivernage<br>utile (2) |       |
|-------|------------|--------------------------|------|---------------------------------------|-----------|------------------------------|--------|--------------------------------------|-------|
|       | STATIONS   | Moy                      | 8/10 | 1950 - 85                             | 1970 - 85 | ≥ 5/10                       | ≥ 8/10 | ≥ 8/10                               | 5/10  |
| I     | LONGOROLA  | 1211                     | 1028 | > 140                                 | > 130     | 15/5                         | 11/6   | 25/10                                | 5/11  |
| III   | SOTUBA     | 974                      | 828  | 120                                   | 115       | 5/6                          | 21/6   | 15/10                                | 20/10 |
| IV    | CINZANA    | 690                      | 555  | 95                                    | 85        | 2/6                          | 1/7    | 10/10                                | 5/10  |
|       | MASSANTOLA | 579                      |      |                                       |           |                              |        |                                      |       |
| VI    | KOPORO     | 451                      | 355  | 80                                    | 60        | 1/7                          | 18/7   | 5/10                                 | 1/10  |

(1) Période 1950 - 85

(2) Pour RU = 100 mm

## b) CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES

| SITES      | Types de Sols   | TEXTURE            | Réserve en eau utile (m) |             |
|------------|---|--------------------|--------------------------|-------------|
|            |   | Horizon            | Profondeur               | RU          |
| LONGOROLA  | Sol ferrugineux tropical lessivé à noyaux indurés et à carapace (60 à 180 cm) | Surface = : S-L    | 60 cm =                  | 70/75 (1)   |
|            |   | Profondeur = : L-A | 150 cm =                 | 165/170 (1) |
| SOTUBA     | Sol ferrugineux tropical lessivé hydromorphe à taches et concrétions          | Surface = : L-S    |                          |             |
|            |   | Profondeur = : L-A | 150 cm =                 | 160 mm (2)  |
| CINZANA    | Sol ferrugineux tropical appauvri sur cuirasse                                | Surface = : L-S    |                          | 110 mm (1)  |
|            |   | Profondeur = : S-L | 150 cm                   |             |
| MASSANTOLA | Sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions                      | Surface = : L-S    |                          |             |
|            |   | Profondeur = : L-A | 150 cm =                 | 150 mm (2)  |
| KOPORO     | Sols dunaires sableux   | Surface = : S      |                          |             |
|            |   | Profondeur = : S   | 150 cm =                 | 100 mm (2)  |

(1) Déterminé in situ

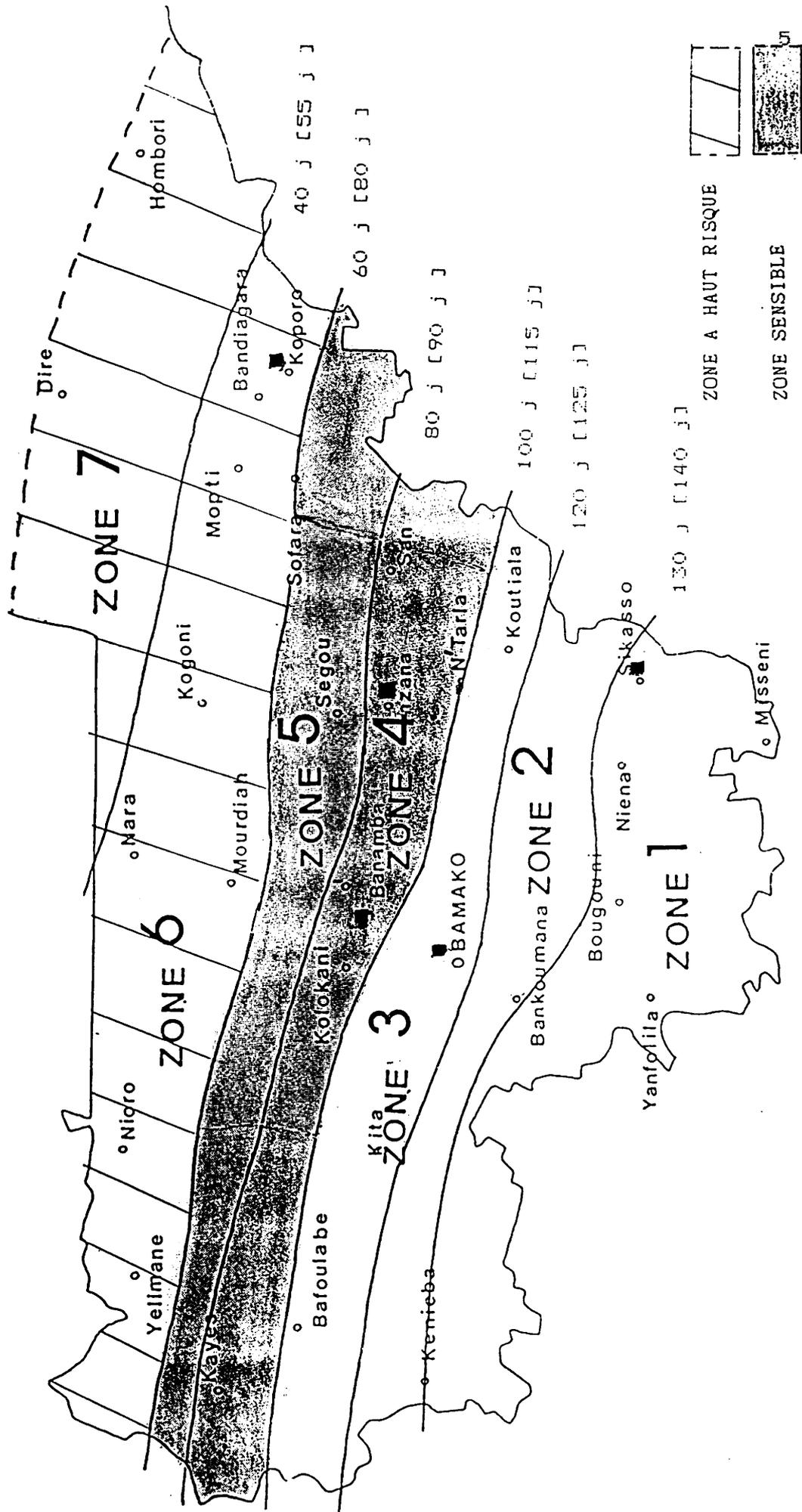
(2) Estimée à partir de la texture

S = Sableux

L = Limon

A = Argile

FIGURE 1 - CARTE DES ZONES AGROPEDECLIAMATIQUES DE REFERENCE



100 j : DUREE DU CYCLE OPTIMAL DE CULTURE ATTEINTE OU DEPASSEE  
8 ANNEES SUR 10 SUR LA PERIODE 1970 - 1985

140 j : DUREE DU CYCLE OPTIMAL DE CULTURE ATTEINTE OU DEPASSEE  
8 ANNEES SUR 10 SUR LA PERIODE 1950 - 1985

#### 2.4.1.4 Situation pluviométrique en 1987.

---

Dans l'ensemble le total pluviométrique représente 86 à 80 % de la pluviométrie normale (1950-1986) pour les zones I à IV; en zone VI la baisse pluviométrique plus importante a atteint 71 %. Il faut remarquer une très forte hétérogénéité spatiale en zone IV puisque la pluviométrie de Banamba ne représente que 61 % de la normale. Mais l'effet sécheresse a beaucoup plus résulté de la répartition extrêmement hétérogène de pentades sèches entrecoupées mais rarement, par une pentade excédentaire favorisant le ruissellement ou le drainage. (Tableaux 1 à 6).

En plus la saison a débuté tardivement sur l'ensemble du territoire pour s'arrêter plus précocement. Les figures 2 à 7 montrent bien cette contraction.

## Zone I

Tableau 1 - Analyse de la pluviométrie à LONGOROLA. (1/10 mm)

| ! Décade !   | ! Moyenne 1973-1985 ! |         |         | ! 1987 !  |         |          | ! En pourcentage 1973-85 ! |        |         |
|--------------|-----------------------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------------------------|--------|---------|
|              | ! 1 !                 | ! 2 !   | ! 3 !   | ! 1 !     | ! 2 !   | ! 3 !    | ! 1 !                      | ! 2 !  | ! 3 !   |
| ! Janvier !  | ! 16 !                | ! 0 !   | ! 0 !   | ! 0 !     | ! 0 !   | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 0 !  | ! 0 !   |
| ! Février !  | ! 9 !                 | ! 10 !  | ! 3 !   | ! 0 !     | ! 0 !   | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 0 !  | ! 0 !   |
| ! Mars !     | ! 33 !                | ! 59 !  | ! 26 !  | ! 0 !     | ! 19 !  | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 0 !  | ! 0 !   |
| ! Avril !    | ! 49 !                | ! 172 ! | ! 179 ! | ! 0 !     | ! 0 !   | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 0 !  | ! 0 !   |
| ! Mai !      | ! 317 !               | ! 282 ! | ! 400 ! | ! 85 !    | ! 180 ! | ! 143 !  | ! 27 % !                   | ! 64 ! | ! 36 !  |
| ! Juin !     | ! 536 !               | ! 461 ! | ! 385 ! | ! 1137 !  | ! 283 ! | ! 394 !  | ! 212 !                    | ! 60 ! | ! 102 ! |
| ! Juillet !  | ! 645 !               | ! 678 ! | ! 869 ! | ! 386 !   | ! 603 ! | ! 1407 ! | ! 60 !                     | ! 89 ! | ! 162 ! |
| ! Août !     | ! 945 !               | ! 821 ! | ! 949 ! | ! 1091 !  | ! 655 ! | ! 439 !  | ! 115 !                    | ! 53 ! | ! 46 !  |
| ! Sept. !    | ! 776 !               | ! 705 ! | ! 434 ! | ! 755 !   | ! 233 ! | ! 545 !  | ! 97 !                     | ! 33 ! | ! 126 ! |
| ! Octobre !  | ! 328 !               | ! 288 ! | ! 216 ! | ! 274 !   | ! 102 ! | ! 8 !    | ! 83 !                     | ! 35 ! | ! 4 !   |
| ! Novembre ! | ! 33 !                | ! 50 !  | ! 0 !   | ! 0 !     | ! 105 ! | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 21 ! | ! 0 !   |
| ! Décembre ! | ! 0 !                 | ! 1 !   | ! 2 !   | ! 0 !     | ! 0 !   | ! 0 !    | ! 0 !                      | ! 0 !  | ! 0 !   |
| ! Année mm ! | ! 1067,4 !            |         |         | ! 882,5 ! |         |          | ! 83 !                     |        |         |

Tableau 2 - Zone III Analyse de la pluviométrie à SOTUBA (mm)

| ! Décade    | ! Moyenne 1950-1985 |        |         | ! 1987  |        |        | ! Pourcentage de 1950-85! |        |        |
|-------------|---------------------|--------|---------|---------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|
|             | ! 1                 | ! 2    | ! 3     | ! 1     | ! 2    | ! 3    | ! 1                       | ! 2    | ! 3    |
| ! Janvier   | ! 0                 | ! 0    | ! 4     | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Février   | ! 0                 | ! 0    | ! 1     | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Mars      | ! .7                | ! .6   | ! 2.7   | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Avril     | ! 3.1               | ! 5.4  | ! 10.3  | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Mai       | ! 14.2              | ! 16.4 | ! 25.6  | ! .3    | ! 2.0  | ! 19.1 | ! 21.                     | ! 12.  | ! 74.  |
| ! Juin      | ! 39.2              | ! 46.1 | ! 44.0  | ! 28.3  | ! 92.6 | ! 13.2 | ! 56.                     | ! 200. | ! 30   |
| ! Juillet   | ! 62.8              | ! 78.8 | ! 91.6  | ! 61.2  | ! 24.2 | ! 93.0 | ! 97.                     | ! 30.  | ! 102. |
| ! Août      | ! 94.8              | ! 93.5 | ! 105.6 | ! 134.0 | ! 67.6 | ! 98.0 | ! 141.                    | ! 72.  | ! 92.  |
| ! Septembre | ! 82.8              | ! 68.6 | ! 40.8  | ! 83.7  | ! 4.8  | ! 31.5 | ! 101.                    | ! 6.   | ! 77.  |
| ! Octobre   | ! 29.1              | ! 15.4 | ! 7.6   | ! 18.9  | ! 0    | ! 62.4 | ! 64.                     | ! 0    | ! 821. |
| ! Novembre  | ! 2.6               | ! .4   | ! .8    | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Décembre  | ! 0                 | ! .7   | ! .1    | ! 0     | ! 0    | ! 0    | ! 0                       | ! 0    | ! 0    |
| ! Année     | ! 987,1             |        |         | ! 828,8 |        |        | ! 84                      |        |        |

## ZONE IV

Tableau 3 - Analyse de la pluviométrie à CINZANA. ( 1/10 mm)

| ! Décade    | ! Moyenne 1961-1985 ! |       |       | ! 1987  |       |        | ! Pourcentage de 1950-85! |       |       |
|-------------|-----------------------|-------|-------|---------|-------|--------|---------------------------|-------|-------|
|             | ! 1                   | ! 2   | ! 3   | ! 1     | ! 2   | ! 3    | ! 1                       | ! 2   | ! 3   |
| ! Janvier   | ! 0                   | ! 1   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Février   | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Mars      | ! 2                   | ! 5   | ! 11  | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Avril     | ! 16                  | ! 20  | ! 109 | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Mai       | ! 50                  | ! 76  | ! 183 | ! 0     | ! 2   | ! 77   | ! 0                       | ! 3   | ! 42  |
| ! Juin      | ! 276                 | ! 320 | ! 380 | ! 780   | ! 292 | ! 189  | ! 283                     | ! 91  | ! 50  |
| ! Juillet   | ! 401                 | ! 576 | ! 760 | ! 306   | ! 47  | ! 1085 | ! 76                      | ! 10  | ! 143 |
| ! Août      | ! 738                 | ! 686 | ! 761 | ! 465   | ! 598 | ! 345  | ! 63                      | ! 87  | ! 45  |
| ! Septembre | ! 510                 | ! 479 | ! 172 | ! 370   | ! 168 | ! 242  | ! 73                      | ! 35  | ! 141 |
| ! Octobre   | ! 163                 | ! 97  | ! 95  | ! 358   | ! 310 | ! 0    | ! 220                     | ! 320 | ! 0   |
| ! Novembre  | ! 0                   | ! 14  | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Décembre  | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0    | ! 0                       | ! 0   | ! 0   |
| ! Année mm  | ! 690                 |       |       | ! 563,4 |       |        | ! 82                      |       |       |

## ZONE IV.

Tableau 4 - Analyse de la pluviométrie à MASSANTOLA. (1/10 mm)

| ! Décade    | ! Moyenne 1950-1985 ! |       |       | ! 1987    |       |       | ! Pourcentage de 1950-85! |       |      |
|-------------|-----------------------|-------|-------|-----------|-------|-------|---------------------------|-------|------|
|             | ! 1                   | ! 2   | ! 3   | ! 1       | ! 2   | ! 3   | ! 1                       | ! 2   | ! 3  |
| ! Janvier   | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Février   | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Mars      | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Avril     | ! 8                   | ! 0   | ! 50  | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Mai       | ! 21                  | ! 83  | ! 134 | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Juin      | ! 181                 | ! 250 | ! 306 | ! 0       | ! 418 | ! 30  | ! 0                       | ! 167 | ! 10 |
| ! Juillet   | ! 512                 | ! 340 | ! 517 | ! 155     | ! 160 | ! 289 | ! 30                      | ! 47  | ! 56 |
| ! Août      | ! 718                 | ! 477 | ! 520 | ! 190     | ! 425 | ! 23  | ! 26                      | ! 88  | ! 4  |
| ! Septembre | ! 400                 | ! 555 | ! 192 | ! 348     | ! 345 | ! 0   | ! 87                      | ! 62  | ! 0  |
| ! Octobre   | ! 260                 | ! 110 | ! 57  | ! 115     | ! 10  | ! 0   | ! 44                      | ! 10  | ! 0  |
| ! Novembre  | ! 0                   | ! 1   | ! 0   | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Décembre  | ! 0                   | ! 0   | ! 0   | ! 0       | ! 0   | ! 0   | ! 0                       | ! 0   | ! 0  |
| ! Année mm  | ! 579,1 !             |       |       | ! 500,7 ! |       |       | ! 86 !                    |       |      |

## ZONE VI.

Tableau 5 - Analyse de la pluviométrie à KOPORO P.A.R. (1/10 mm)

| ! Décade    | ! Moyenne 1978-87 |       |       | ! 1987  |       |       | ! Pourcentage 1978-85 |       |      |
|-------------|-------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-----------------------|-------|------|
|             | ! 1               | ! 2   | ! 3   | ! 1     | ! 2   | ! 3   | ! 1                   | ! 2   | ! 3  |
| ! Janvier   | ! 0               | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Février   | ! 0               | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Mars      | ! 2               | ! 9   | ! 1   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Avril     | ! 21              | ! 8   | ! 2   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Mai       | ! 9               | ! 49  | ! 64  | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Juin      | ! 195             | ! 185 | ! 219 | ! 137   | ! 221 | ! 1   | ! 70                  | ! 119 | ! 4  |
| ! Juillet   | ! 377             | ! 463 | ! 512 | ! 441   | ! 52  | ! 186 | ! 117                 | ! 11  | ! 36 |
| ! Août      | ! 473             | ! 413 | ! 499 | ! 258   | ! 802 | ! 317 | ! 55                  | ! 194 | ! 64 |
| ! Septembre | ! 306             | ! 268 | ! 269 | ! 535   | ! 37  | ! 102 | ! 175                 | ! 14  | ! 38 |
| ! Octobre   | ! 93              | ! 40  | ! 37  | ! 91    | ! 28  | ! 0   | ! 98                  | ! 70  | ! 0  |
| ! Novembre  | ! 0               | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Décembre  | ! 0               | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                   | ! 0   | ! 0  |
| ! Année mm  | ! 451,3           |       |       | ! 320,8 |       |       | ! 71                  |       |      |

Zone IV  
Tableau 6 - Analyse de la pluviométrie BANAMBA. (1/10 mm)

| ! Décade    | ! Moyenne 1950-1985 |       |       | ! 1987  |       |       | ! Pourcentage 1950-85! |      |       |
|-------------|---------------------|-------|-------|---------|-------|-------|------------------------|------|-------|
|             | ! 1                 | ! 2   | ! 3   | ! 1     | ! 2   | ! 3   | ! 1                    | ! 2  | ! 3   |
| ! Janvier   | ! 1                 | ! 0   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Février   | ! 0                 | ! 1   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Mars      | ! 17                | ! 10  | ! 20  | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Avril     | ! 8                 | ! 13  | ! 29  | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Mai       | ! 73                | ! 81  | ! 137 | ! 0     | ! 30  | ! 0   | ! 0                    | ! 37 | ! 0   |
| ! Juin      | ! 249               | ! 356 | ! 334 | ! 101   | ! 135 | ! 339 | ! 40                   | ! 38 | ! 101 |
| ! Juillet   | ! 482               | ! 580 | ! 740 | ! 299   | ! 273 | ! 906 | ! 62                   | ! 47 | ! 122 |
| ! Août      | ! 786               | ! 803 | ! 749 | ! 832   | ! 45  | ! 556 | ! 106                  | ! 6  | ! 74  |
| ! Septembre | ! 690               | ! 454 | ! 279 | ! 185   | ! 126 | ! 171 | ! 27                   | ! 28 | ! 61  |
| ! Octobre   | ! 231               | ! 54  | ! 94  | ! 287   | ! 0   | ! 138 | ! 124                  | ! 0  | ! 0   |
| ! Novembre  | ! 23                | ! 5   | ! 3   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Décembre  | ! 0                 | ! 1   | ! 0   | ! 0     | ! 0   | ! 0   | ! 0                    | ! 0  | ! 0   |
| ! Année mm  | ! 730,3             |       |       | ! 442,3 |       |       | ! 61                   |      |       |

Fig 2

STATION DE LONGOROLA: PLUVIOMETRIE 1987

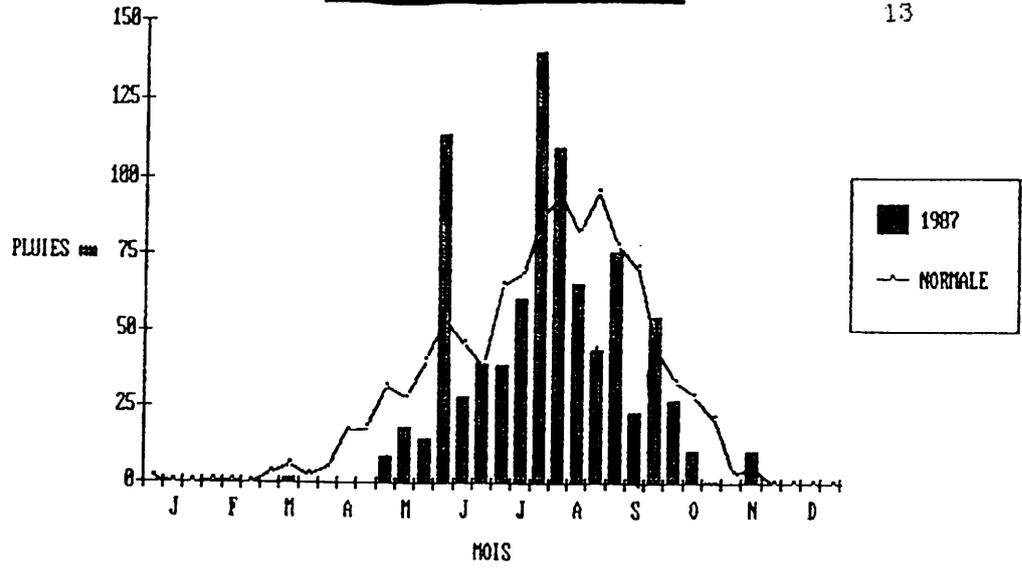


Fig 3

STATION DE SOTUBA: PLUVIOMETRIE 1987

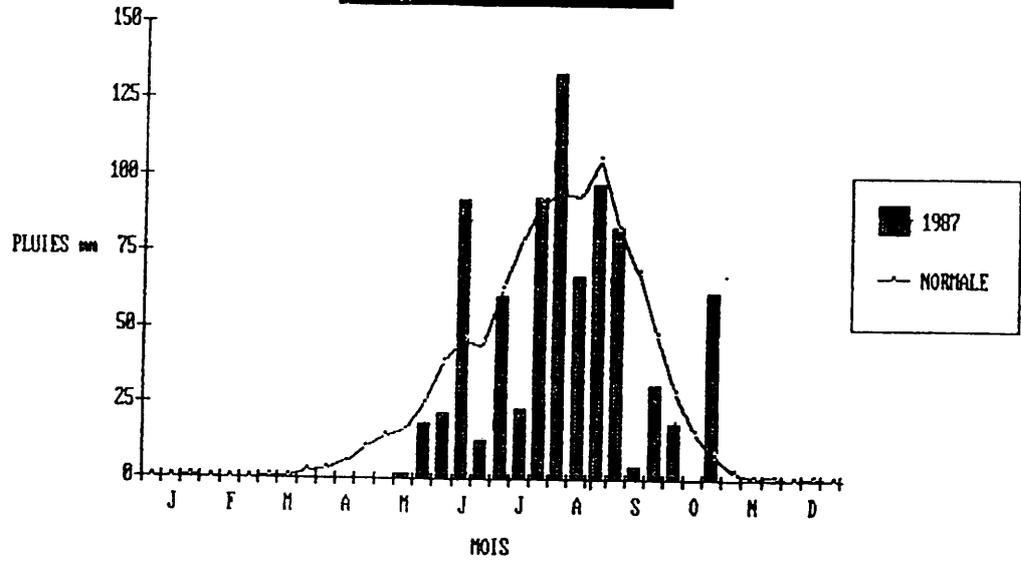


Fig 4

STATION DE CINZAMA: PLUVIOMETRIE 1987

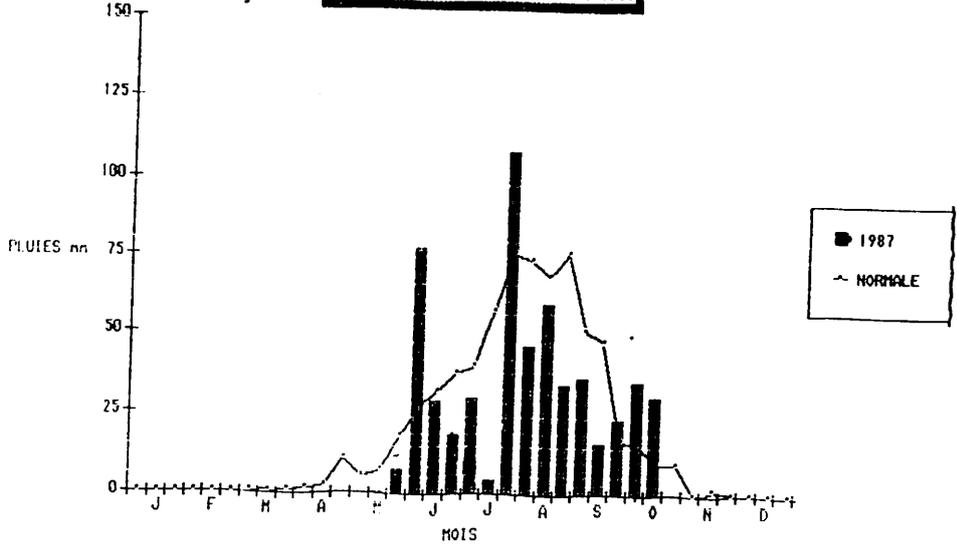


Fig 5 STATION DE MASSIOLA: PLUVIOMETRIE 1987

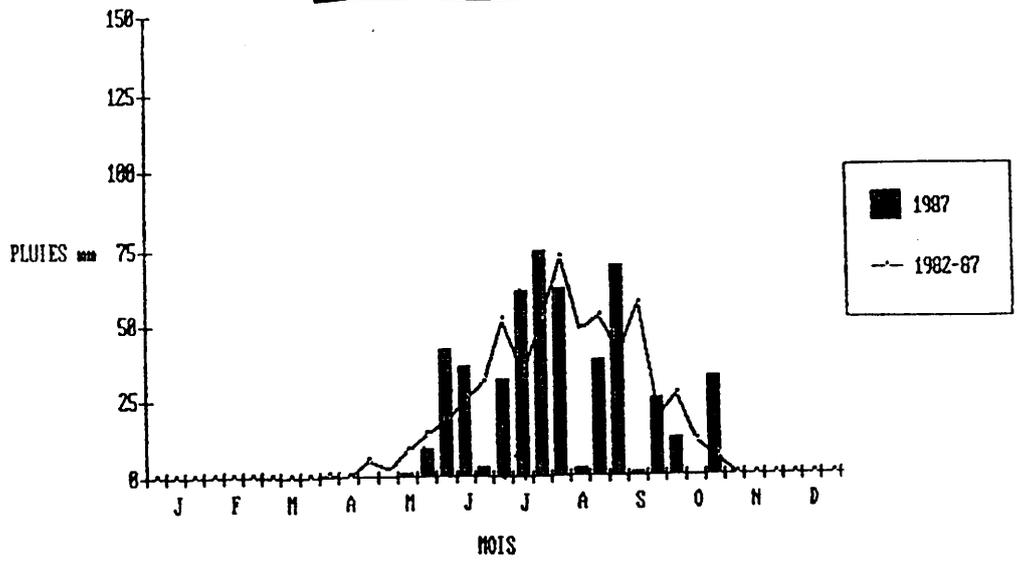


Fig 6 STATION DE KOPORO: PLUVIOMETRIE 1987

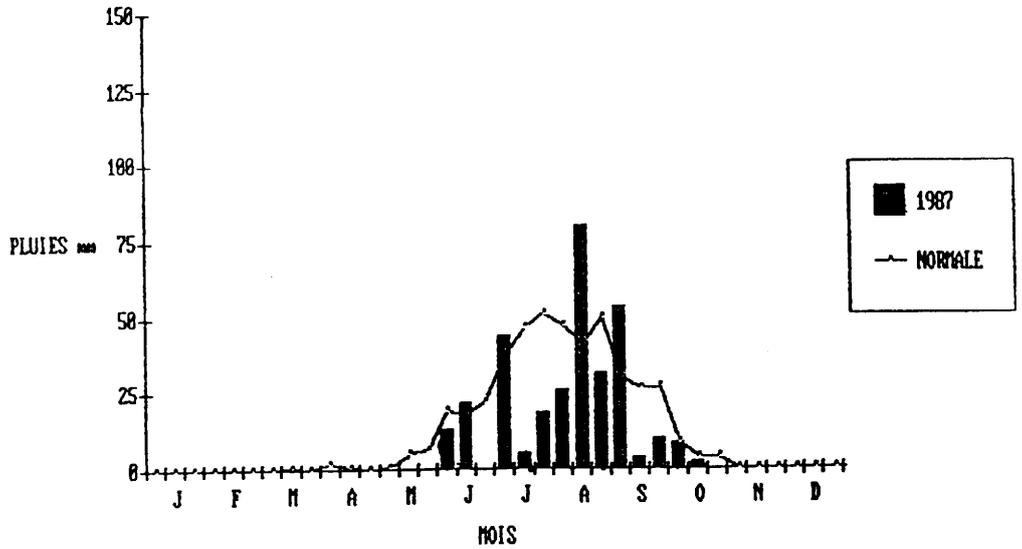
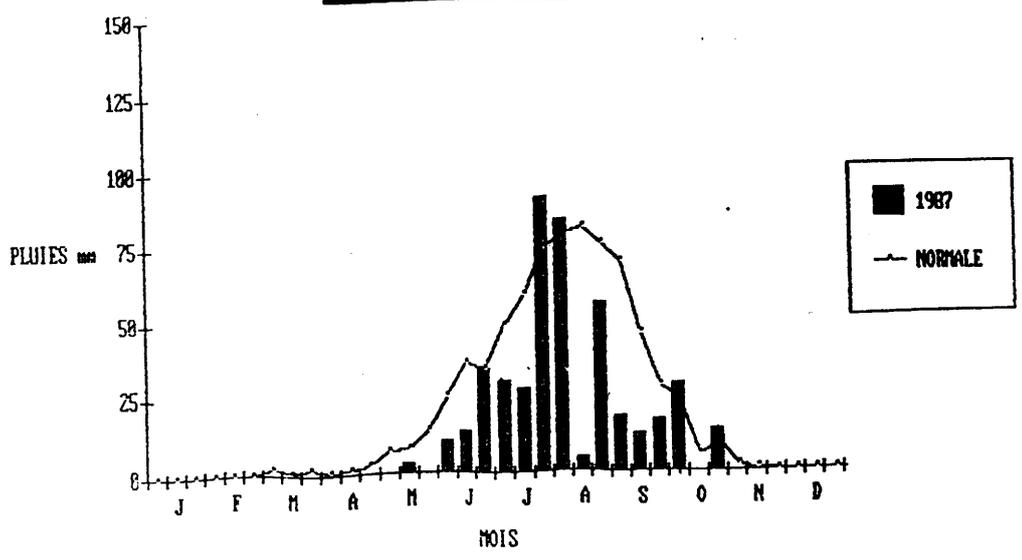


Fig 7 STATION DE BANMBA: PLUVIOMETRIE 1987



#### 2.4.1.6. Effet des niveaux d'intensification.

L'effet a été étudié sur l'enracinement, la satisfaction hydrique et le rendement sur arachide et mil.

##### ARACHIDE

- Effet sur l'enracinement :

A LONGOROLA, les traitements n'ont aucun effet sur les profondeurs atteintes par l'enracinement maximum (87 à 100 cm) ni par le front d'enracinement intense (80 cm).

(Tableau 7 Fig. 8)

Par contre une différence nette apparait sur la densité d'occupation du sol par l'ensemble du système racinaire comme l'illustre les cartes racinaires.

A SOTUBA, aucun effet significatif ne s'observe sur l'enracinement au cours du cycle. A la récolte un effet hautement significatif affecte l'enracinement maxi, les deux traitements non différenciés se distinguent du témoin, atteignant 85 cm. Pour le front d'enracinement intense le traitement optimum se détache (57 cm) des deux autres (45 cm).

(Tableau 8. Fig. 9).

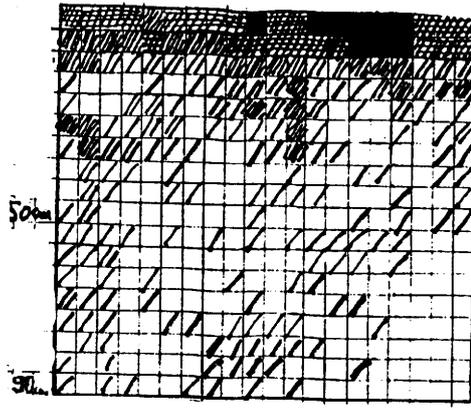
A CINZANA, aucune différence ne s'observe sur l'enracinement car il est rapidement bloqué par la cuirasse vers 60 cm. (Tableau 9. Fig. 10).

A MASSANTOLA, pas de différence significative entre les traitements. Le traitement optimum se détache toutefois arithmétiquement des deux autres de 10 % (77cm) pour l'enracinement maxi et de 29 % pour le front d'enracinement intense (49 cm). (Tableau 10. Fig. 11).

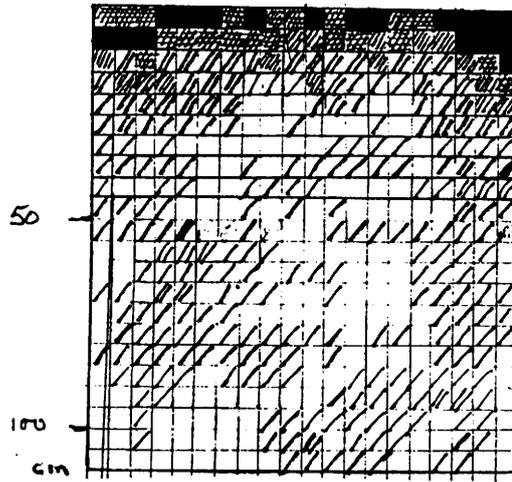
A KOPORO, une seule mesure a été réalisée 46 jours après semis; elle montre une différence de 43 % entre le témoin et les deux autres traitements ( 60 cm) pour l'enracinement maximum et une croissance régulière pour le front d'enracinement intense.

|    | Enracinement maximum cm |       | Front intense |       |
|----|-------------------------|-------|---------------|-------|
| T1 | 42                      | 100 % | 19            | 100 % |
| T2 | 59                      | 140 % | 24            | 126 % |
| T3 | 60                      | 143 % | 32            | 168 % |

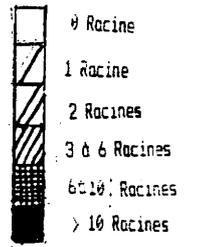
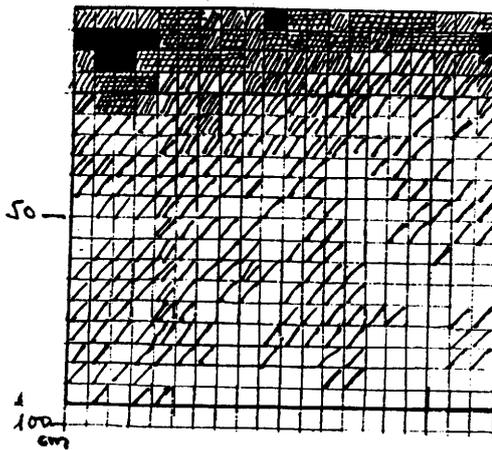
T1



T2



T3



CARTE RACINAIRE 1 LONGOROLA ARACHIDE

Tableau 7 - LONGOROLA - Profondeur d'enracinement (cm)

| ! Enracinement !      | ! Maximum !       |                  |             | ! Intense ! |            |             |
|-----------------------|-------------------|------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
|                       | ! 22/7 - 15 JAS ! | ! 7/7 - 48 JAS ! | ! 120 JAS ! | ! 15 JAS !  | ! 48 JAS ! | ! 120 JAS ! |
| T1                    | 18                | 54               | 103         | 8           | 15         | 75          |
| T2                    | 20                | 55               | 87          | 10          | 17         | 48          |
| T3                    | 21                | 60               | 92          | 11          | 16         | 81          |
| ! Etalement intense ! |                   |                  |             |             |            |             |
|                       | ! 15 JAS !        | ! 48 JAS !       |             |             |            |             |
| T1                    | 8                 | 14               |             |             |            |             |
| T2                    | 8.5               | 16               |             |             |            |             |
| T3                    | 9                 | 21               |             |             |            |             |

Tableau 8 - SOTUBA - Profondeur d'enracinement (cm)

| !             | ! Maxi !         |                  |                     | ! intense ! |           |              |
|---------------|------------------|------------------|---------------------|-------------|-----------|--------------|
|               | ! 16/7 - 32JAS ! | ! 14/8 - 61JAS ! | ! 150/10 - 122JAS ! | ! 32JAS !   | ! 61JAS ! | ! 122 JAS !  |
| T1            | 37               | 59               | 57 b                | 22          | 29        | 44 b         |
| T2            | 35               | 60               | 87 a                | 20          | 36        | 45 b         |
| T3            | 34               | 59               | 84 a                | 21          | 43        | 56 a         |
| ! Etalement ! |                  |                  |                     |             |           |              |
|               |                  |                  | ! CV = 15 % !       |             |           | ! CV = 16% ! |
| T1            | 20               |                  |                     | 63          |           |              |
| T2            | 19               |                  |                     | 71          |           |              |
| T3            | 22               |                  |                     | 76          |           |              |

Tableau 9 - CINZANA - Profondeur d'enracinement (cm).

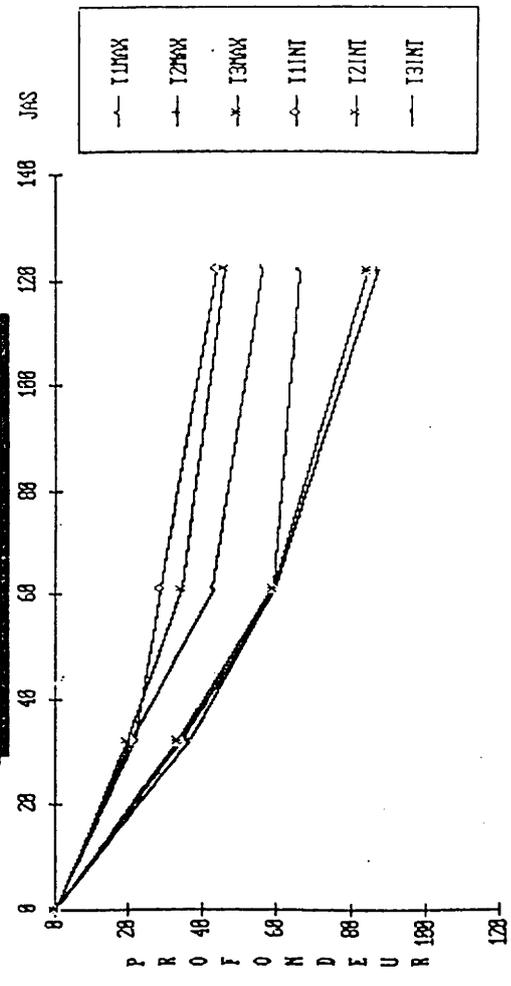
|    | Maximum |      |        | Intense |    |    |
|----|---------|------|--------|---------|----|----|
|    | 2/7     | 26/9 | 90 JAS | 2       |    |    |
| T1 | 28      | 61   | 62     | 14      | 40 | 42 |
| T2 | 25      | 54   | 56     | 16      | 40 | 41 |
| T3 | 30      | 60   | 62     | 16      | 41 | 41 |

Tableau 10 - MASSANTOLA - Profondeur d'enracinement (cm).

|    | Maximum    |              | Intense |        | Etalement intense |  |
|----|------------|--------------|---------|--------|-------------------|--|
|    | 8/8 -23JAS | 16/10 -91JAS | 23 JAS  | 91 JAS | 23 JAS            |  |
| T1 | 33         | 71           | 18      | 38     | 14                |  |
| T2 | 37         | 70           | 21      | 37     | 15                |  |
| T3 | 35         | 77           | 21      | 49     | 14                |  |

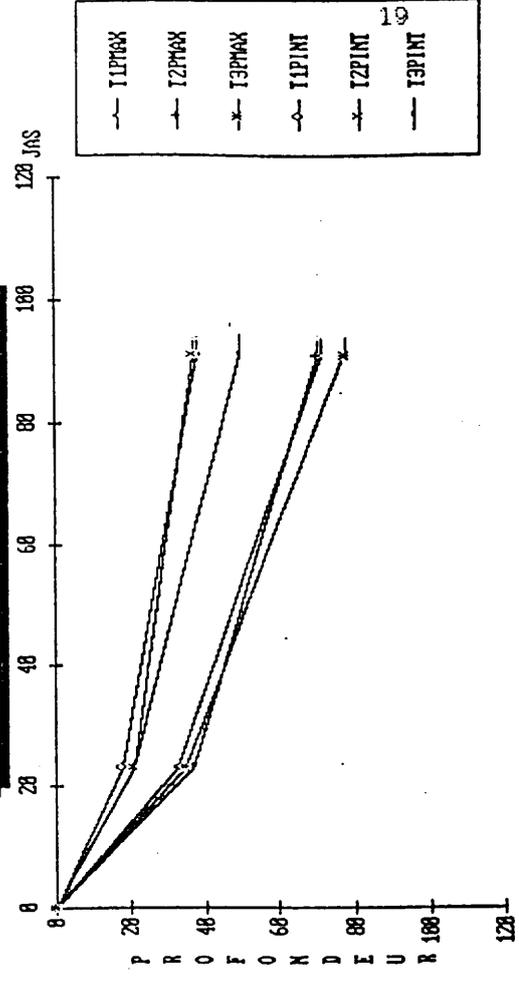
**SOTUBA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION ARACHIDE 1987**  
**PROFONDEURS MAXIMALES ET INTENSES D'ENRACINEMENT**

Fig 9



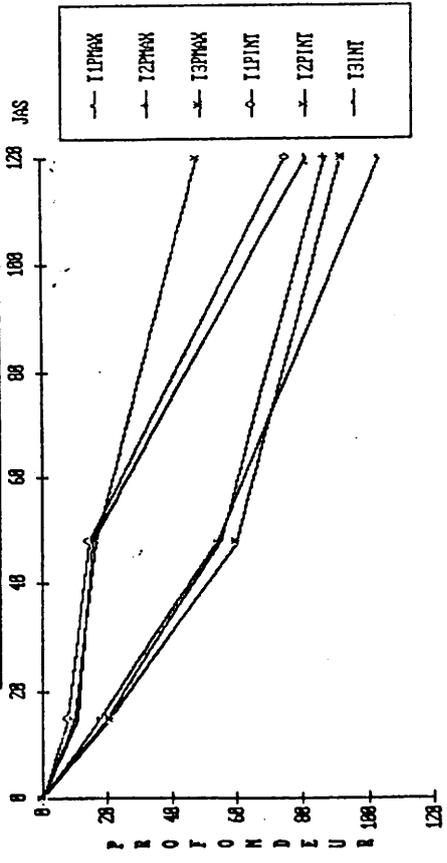
**MASSANTOLA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION ARACHIDE 1987**  
**PROFONDEURS D'ENRACINEMENTS MAXIMALES ET INTENSES**

Fig 11



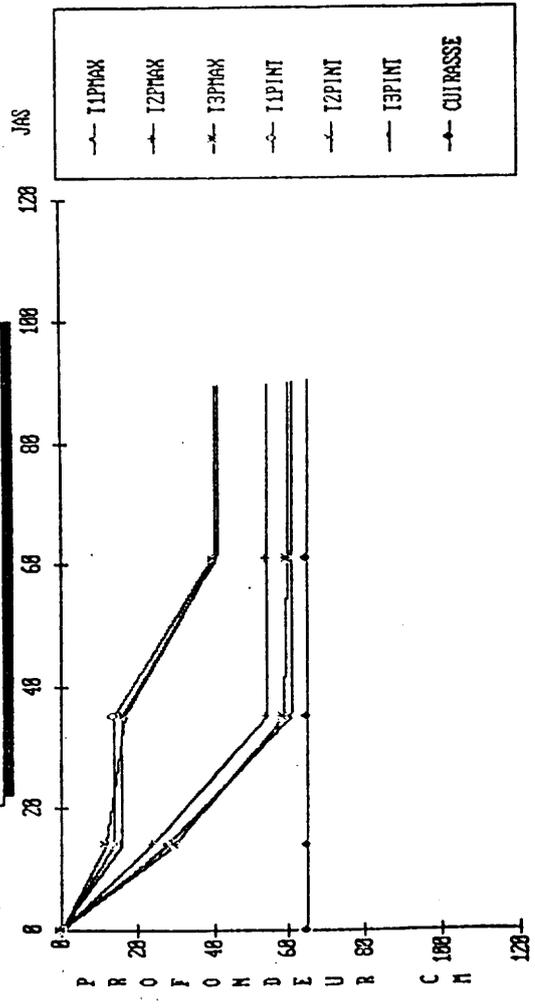
**LONGOROLA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION ARACHIDE 1987**  
**PROFONDEURS MAXIMALES ET INTENSES D'ENRACINEMENT**

Fig 8



**CINZANA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION ARACHIDE 1987**  
**PROFONDEURS MAXIMALES ET INTENSES D'ENRACINEMENT**

Fig 10



En résumé, les vitesses d'enracinement, en début de cycle, sur les 50 premiers jours sont les suivantes :

| ! Sites            | ! Enracinement maximum | ! Front intense | ! |
|--------------------|------------------------|-----------------|---|
| ! Longorola (A-S)  | ! 1.2 cm/jour          | ! 0.2 cm/jour   | ! |
| ! Sotuba (A-S)     | ! 1.1 cm/jour          | ! 0.6 cm/jour   | ! |
| ! Massantola (A-S) | ! 1.0 cm/jour          | ! 0.6 cm/jour   | ! |
| ! Cinzana (S-L)    | ! 1.7 cm/jour          | ! 0.7 cm/jour   | ! |
| ! Koporo (S)       | ! 1.3 cm/jour          | ! 0,7 cm/jour   | ! |

Nota : A-S - texture argilo-sableuse.  
 ----- S - texture sableuse  
 S-L - texture sablo-limoneuse

La texture sableuse favorise l'enracinement.

- Effet sur le rendement.

A SOTUBA, les traitements n'ont aucun effet significatif sur le rendement ----- en gousse qui atteint 3150 Kg/ha en moyenne, ni pour les fânes (3186 Kg/ha).

Le poids de 100 gousses est identique (96 g). Les rendements sont élevés (Tableau 11).

A MASSANTOLA les traitements n'entraînent aucune différence significative ----- sur le rendement gousse et fânes qui sont faibles. Mais on enrégistre une différence arithmétique croissante, régulière de 15 % environ, par rapport au témoin, des 2 traitements.

Le poids de 100 gousses est semblable.  
 (Tableau 12).

A LONGOROLA, les traitements n'ont aucun effet significatif sur le ----- rendement des gousses et des fânes. Par contre on note une différence arithmétique entre les traitements et croissante avec l'intensification, de 15 et 20 % des deux autres traitements par rapport au témoins. (Tableau 13)

A CINZANA, aucune différence significative sur le rendement gousse et ----- fâne. Seul une différence arithmétique pour les gousses se dégage entre le témoin et les deux traitements (+ 55 et 32 %). Mais les rendements, par suite de la secleresse reste excessivement faibles. (Tableau 14) aggravé par la faible réseve en eau utile (présence d'une cuirasse à 60cm).

A KOPORO, les traitements, n'ont aucun effet sur le rendement. Mais on remarque une différence a thmétique par rapport au témoin des deux autres traitements (+ 46 et 57 %). Les rendements sont particulièrement bas à cause de la secheresse.

Tableau 12 - MASSANTOLA - ARACHIDE - rendement (Kg/ha)

|                         | T1   | T2    | T3   | CV % | Signification |
|-------------------------|------|-------|------|------|---------------|
| Poids fânes             | 1514 | 1,418 | 1462 | 24.2 | NS            |
| Poids gousse            | 911  | 1056  | 1188 | 16.1 | NS            |
| Poids 100 gousse<br>(g) | 113  | 88    | 106  | 15.8 | NS            |
| Poids 100 graine        | 62,5 | 62,5  | 75   | 17.7 | NS            |

Semis 15/07

Tableau 13 - LONGOROLA - Niveau intensification - Rendement Arachide (Kg/ha).

28 -206

|                     | T1     | T2     | T3     | CV % | Signification |
|---------------------|--------|--------|--------|------|---------------|
| Poids Gousse        | 1647   | 1287   | 1971   | 12.5 | NS            |
| Poids Fânes         | 2577   | 3495   | 3428   | 16.7 | NS            |
| Nbre Pieds récoltés | 136657 | 140997 | 143601 | 4.9  | NS            |
| Poids 100 Gousses   | 87.5   | 97.5   | 98.8   | 8.6  | NS            |
| Poids 100 Graines   | 35     | 36.3   | 36.3   | 6.2  | NS            |
| 10 pieds :          | 1      |        |        |      |               |
| Poids gousses (g)   | 132    | 160    | 143    | 20.6 | NS            |
| Fânes (g)           | 175    | 175    | 225    | 21.4 | NS            |

Semis

7/07

Tableau 14 - CINZANA - Rendement de l'arachide.

47-10

|                       | T1   | T2   | T3  | CV % | Signification |
|-----------------------|------|------|-----|------|---------------|
| Poids Gousses (Kg/ha) | 85   | 132  | 112 | 20.5 | NS            |
| Nbre Gousse (10 p)    | 15.3 | 15.7 | 15  | 17.1 | NS            |
| Poids 100 gousses g   | 105  | 104  | 102 | 3.9  | NS            |
| Poids 100 graines g   | 44.8 | 48.3 | 44  | 5.7  | NS            |

Semis 18/6

Tableau 11 - SOTUBA - Niveau d'intensification - Rendement de l'arachide

|                   | T1   | T2   | T3   | CV % | Signification |
|-------------------|------|------|------|------|---------------|
| Poids gousse      | 3166 | 3088 | 3193 | 8,8  | NS            |
| Poids fânes       | 3717 | 3584 | 4062 | 12,9 | NS            |
| Poids 100 gousses | 95,4 | 93,7 | 99,5 | 5,2  | NS            |
| Poids 100 graines | 42,8 | 43,0 | 44,0 | 4,1  | NS            |
| 10 pieds          |      |      |      |      |               |
| Poids gousses (g) | 350  | 325  | 362  | 11,8 | NS            |
| Poids graines (g) | 334  | 322  | 366  | 12,9 | NS            |

Semis 14/06

Tableau 15 - KOPORO - Niveau d'intensification - Rendement Arachide

47 -10

|                          | T1    | T2    | T3    | CV % | Signification |
|--------------------------|-------|-------|-------|------|---------------|
| Poids gousses<br>(Kg/ha) | 97,7  | 144,2 | 153,5 | 39   | NS            |
| Poids Fânes (Kg/ha)      | 641,7 | 706,8 | 641,7 | 9,7  | NS            |
| Poids 100 Gousses        | 73,5  | 85,3  | 77,0  | 18,1 | NS            |
| Poids 100 Graines        | 32,7  | 38,4  | 34,2  | 9,8  | NS            |
| 10 pieds                 |       |       |       |      |               |
| Poids Gousses            | 100   | 75    | 113   | 26,1 | NS            |
| Poids Fânes              | 94    | 100   | 113   | 27,4 | NS            |
| Nombre Gousses           | 70    | 49    | 83    | 22,7 | NS            |

Semis = 8/07

#### 2.4.1.7 Effet de la date de semis.

##### Objectif.

On se propose d'étudier l'effet de la date de semis sur la variation de la longueur du cycle et plus précisément sur la durée de la floraison et ses conséquences sur les termes du bilan hydrique.

##### Méthodologie.

En conditions pédo-climatiques contrastées les essais comparent 2 variétés semées à trois dates espacées.

| Sites     | Dates | Variétés. |        |
|-----------|-------|-----------|--------|
|           |       | V1        | V2     |
| Longorola | 10/6  | 28.206    | Tigaba |
|           | 7/7   |           |        |
|           | 24/7  |           |        |
| Sotuba    | 7/6   | 28.206    | Locale |
|           | 29/6  |           |        |
|           | 14/7  |           |        |
| Koporo    | 7/7   | Spancross | 47.10  |
|           | 22/7  |           |        |
|           | 6/8   |           |        |

La date de semis n'a pas été sans effet.

- effet sur l'enracinement

A LONGOROLA, on remarque au 25 Août, aucune différence dans l'enracinement

des deux variétés dans les dates de semis. Par contre pour chaque variété la croissance racinaire maximum a été plus rapide pour le 2ème semis. (Tableau 16).

A la récolte, cependant, l'enracinement des deux premières dates est sensiblement identique pour chaque variété et semblable entre elles. Il est nettement plus profond que celui du 3ème semis de 28 % environ pour l'enracinement maximum et pour l'enracinement intense la différence est faible pour la locale alors qu'elle est élevée pour la 28.206 (> 30 %).

A SOTUBA, des observations n'ont été réalisées qu'à des dates différentes pour les trois semis, ne permettant aucune étude sur l'effet de la date de semis. Par contre à chaque observation le comportement racinaire des deux variétés est identique.

A la récolte, pour le 3ème semis la variété locale s'enracine un peu plus profondément (120 cm) que la 28.206 (110 cm). Cette profondeur est supérieure à celle obtenue dans l'essai "niveau d'intensification".

A KOPORO, une seule observation a été réalisée, le 22/08. Aucune différence sur la profondeur atteinte n'apparaît pour les 2 premières dates, ni entre les variétés. Toutefois une différence de vitesse d'enracinement

TABLEAU 16 ARACHIDE LONGOROLA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT (cm)

| (25/08/87)              | TIGABA  |         |         | 23-206  |         |         |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                         | 75 JAS: | 49 JAS: | 132JAS: | 75 JAS: | 49 JAS: | 132JAS: |
| P. MAXI                 | 63      | 49      | 36      | 63      | 58      | 33      |
| VITESSE - Cm/J          | 0.8     | 1.0     | 1.1     | 0.8     | 1.19    | 1.0     |
| P.FRONT INTEN           | 20      | 20      | 14      | 29      | 20      | 18      |
| A LA RECOLTE            |         |         |         |         |         |         |
|                         | 01      | 02      | 03      | 01      | 02      | 03      |
| ENRACINEMENT<br>MAXIMUM | 71      | 88      | 62      | 81      | 77      | 56      |
| ENRACINEMENT<br>INTENSE | 51      | 59      | 49      | 61      | 54      | 36      |

(9 PIEDS )

TABLEAU 17 KOPORO ARACHIDE PROFONDEUR D'ENRACINEMENT (cm) AU 22/08/87

| ENRACINEMENT   | 47-10 |      |     | SPANCROSS |      |     |
|----------------|-------|------|-----|-----------|------|-----|
|                | 7/7   | 22/7 | 6/8 | 7/7       | 22/7 | 6/8 |
| JAS            | 46    | 31   | 16  | 46        | 31   | 16  |
| P. MAXI        | 52    | 59   | 28  | 52        | 61   | 30  |
| VITESSE - Cm/J | 1.13  | 1.9  | 1.8 | 1.13      | 2.0  | 1.9 |
| P.FRONT INTEN  | 24    | 26   | 16  | 28        | 28   | 19  |

TABLEAU 18 SOTUBA RENDEMENT DE L'ARACHIDE (Kg/ha)

|                     | Date de semis |       |       | Variétés |        | CV   | Signification |          |
|---------------------|---------------|-------|-------|----------|--------|------|---------------|----------|
|                     | 7/6           | 29/6  | 14/7  | 28-206   | Locale | %    | Date          | Variétés |
| Poids gousses       | 2191          | 2250  | 1253  | 1906     | 1889   | 11   | NS            | NS       |
| (%)                 | 100           | 103   | 57    |          |        |      |               |          |
| Nbre pieds récoltés | 94667         | 94000 | 92000 | 93.333   | 94000  | 5,7  | NS            | NS       |
| 10 Pieds            |               |       |       |          |        |      |               |          |
| Poids gousses       | 312           | 293   | 256   |          |        | 18,2 | NS            | NS       |
| (%)                 | 100           | 93    | 82    |          |        |      |               |          |
| Poids fônes         | 345           | 320   | 274   |          |        | 26,7 | NS            | NS       |
| (%)                 | 100           | 92    | 79    |          |        |      |               |          |

TABLEAU 19 LONGOLA RENDEMENT DE L'ARACHIDE (kg/ha)

|                        | Date de semis |        |        | Variétés |        | CV   | Signification |          |
|------------------------|---------------|--------|--------|----------|--------|------|---------------|----------|
|                        | 10/6          | 7/7    | 24/7   | Tigaba   | 28-206 | %    | Date          | Variétés |
| Poids gousses          |               |        |        |          |        |      |               |          |
| Tigaba                 | 1815          | 1462   | 703    | 1313     | 1563   | 18,7 | HS            | HS       |
| 28-206                 | 2141          | 1547   | 1816   | b        | c      |      |               |          |
|                        | a             | b      | a      |          |        |      |               |          |
| Toute variété          | 1977          | 1464   | 859    |          |        | 23,1 | HS            | NS       |
|                        | a             | b      | c      |          |        |      |               |          |
| Poids fânes            | 4066          | 3766   | 2929   | 5435     | 3552   |      | HS            | NS       |
|                        | a             | ab     | b      |          |        |      |               |          |
| Poids 100 gousses (gr) | 113           | 66     | 92     | 107      | 87     | 23,1 | NS            | HS       |
|                        |               |        |        |          |        |      |               |          |
| Poids 100 graines (gr) | 50            | 39     | 34     | 39       | 44     | 31   | NS            | HS       |
|                        |               |        |        |          |        |      |               |          |
| Nombre pieds récoltés  | 103125        | 101875 | 115000 | 96250    | 117050 | 10,8 | NS            | HS       |
|                        |               |        |        |          |        |      |               |          |

TABLEAU 20 KOPORO RENDEMENT DE L'ARACHIDE (kg/ha)

|                         | Date de semis |      |      | Variétés  |       | CV   | Signification |          |
|-------------------------|---------------|------|------|-----------|-------|------|---------------|----------|
|                         | 7/7           | 22/7 | 6/8  | Sponcross | 47-10 | %    | Date          | Variétés |
| Poids gousses           | 456           | 550  | 125  | 434       | 342   | 25,5 | HS            | NS       |
|                         | a             | a    | b    |           |       |      |               |          |
| Fânes                   | 1328          | 1601 | 1033 | 1302      | 1344  | 14   | HS            | NS       |
|                         | b             | a    | c    |           |       |      |               |          |
| Poids 100 gousses (g)   | 71,4          | 71,4 | 46   | 72        | 56    | 13,3 | HS            | HS       |
|                         | a             | a    | b    | a         | b     |      |               |          |
| Poids 100 graines (g)   | 31            | 30   | 19   | 26        | 26    | 7,8  | HS            | HS       |
|                         | a             | a    | b    | a         | b     |      |               |          |
| 10 Pieds poids gousses  | 94            | 87   | 44   | 66        | 69    | 43   | NS            | NS       |
| poids fânes             | 97            | 88   | 56   | 85        | 88    | 32,5 | NS            | NS       |
|                         | a             | a    | b    |           |       |      |               |          |
| Nombre gousses          | 62            | 67   | 29   | 75        | 48    | 51,0 | NS            | NS       |
|                         |               |      |      |           |       |      |               |          |
| poids gousses Sponcross | 609           | 547  | 148  |           |       |      |               |          |
|                         | a             | a    | c    |           |       |      |               |          |
| 47-10                   | 305           | 492  | 109  |           |       |      |               |          |
|                         | b             | ab   | c    |           |       |      |               |          |
| Difference %            | 99            | 11   | 36   |           |       |      |               |          |

s'observe entre les dates de semis. Les deux dernières dates présentent des vitesses d'enracinement plus rapides. (Tableau 17).

En résumé si les premiers semis ne favorisent pas l'enracinement à cause de la pluviométrie réduite obtenue et tardive les semis tardifs le pénalisent fortement malgré un bon démarrage.

- Effet sur la floraison et le rendement.

A SOTUBA, la date de semis n'a aucune influence sur le nombre de pieds  
----- récoltés.

L'effet est identique sur les deux variétés de 120 jours (28.206 et locale). Pour un écart de 44 jours des semis la durée de la phase semis-apparition des gousses est quasiment invariante (50 à 53 jours) mais la durée semis-maturité diminue de 115 à 108 et 106 jours entraînant une diminution de la durée de la floraison.

Son effet est hautement significatif sur le rendement en gousses qui baisse des deux premières dates (> 2200 Kg/ha) à la troisième de 43 % (1200). (Tableau 18).

A LONGOROLA, avec les décalages de date de semis le cycle se raccourcit de  
----- 126 à 115 jours pour la 28.206 et 119 à 112 pour la Tigaba. La durée de la phase fructifère diminue de 5 jours pour les deux variétés. Elle démarre plus précocement, de 5 jours à la première date.

Son effet est hautement significatif sur le rendement en gousses qui chute à partir de la première date de 25 et 56 %, de même que sur la production fâne qui perd 8 % puis 28 %. (Tableau 19).

On observe aucun effet sur le nombre de pieds récoltés soulignant une installation identique de la culture quelque soit la date de semis.

Il ya un effet hautement significatif variétal en faveur de la 28.206, sur le rendement en gousses (+ 32 %).

Cette variété s'est également mieux installée. son nombre de pieds récoltés est supérieur de 18 %.

A KOPORO, avec le décalage de semis le cycle des deux variété précoces perd  
----- 8 jours à chaque date. Si la phase de maturation reste invariable, la phase reproduction, elle, se réduit considérablement, de 27 à 18 et 12 jours, soit 9 et 6 jours entre chaque date.

Les rendements en gousses sont faibles (450 à 128 Kg/ha) et leur différence hautement significative, identiques aux deux premières dates. Ils chutent de 71 % pour la troisième. Il en est de même des fânes mais la baisse reste moins élevée (- 22 %). (Tableau 20).

On observe une différence variétale en faveur de Spancross dont le rendement, toutes dates confondues est supérieur de 44 % à la 47 - 10. Cette différence toutefois varie avec les dates. l'augmentation de rendement est de 99 %, 11 et 36 % de la première à la troisième date.

- Effet sur la consommation en eau.

La consommation hydrique et la satisfaction pour chaque phase physiologique a été calculée à l'aide du bilan hydrique informatisé pour les essais de cette année toutes variétés confondues.

Le rendement apparait bien corrélié et donc dépendre soit de la satisfaction hydrique lors de la floraison-reproduction soit de la consommation totale du cycle. (ETR mm). La relation est de type linéaire.

$$1/ \text{Rendement} = 27.675 x - 243.04 \quad r = 0,89$$

$$x = \text{ETR/ETM} \times 100 \text{ floraison} \quad (\text{Fig. 12})$$

$$2/ \text{Rendement} = 6.127 x_1 - 1020.51 \quad r = 0,89$$

$$x_1 = \text{ETR mm}$$

L'efficience de l'eau consommée pour les essais est la suivante :

|            |      |      |                     |
|------------|------|------|---------------------|
| Sotuba     | 7/6  | 4.09 | Kg/mm               |
|            | 19/6 | 5.3  | Kg/mm               |
|            | 14/7 | 3.06 | Kg/mm               |
| Longorola  | 10/6 | 3.6  | Kg/mm               |
|            | 7/7  | 3.3  | Kg/mm               |
|            | 24/7 | 2.2  | Kg/mm               |
| Cinzana    | 18/6 | 0.4  | (Cuirasse à 70 cm)  |
|            | 7/7  | 1.7  | Kg/mm               |
|            | 22/7 | 2.6  | Kg/mm               |
|            | 6/8  | 0.6  | Kg/mm               |
| Massantola | 15/7 | 2.0  | (Cuirasse à 90 cm). |

Cette efficience décroît avec la date de semis et avec la secheresse qui en accuse de surcroît les écarts.

#### 2.4.1.8. Conclusion

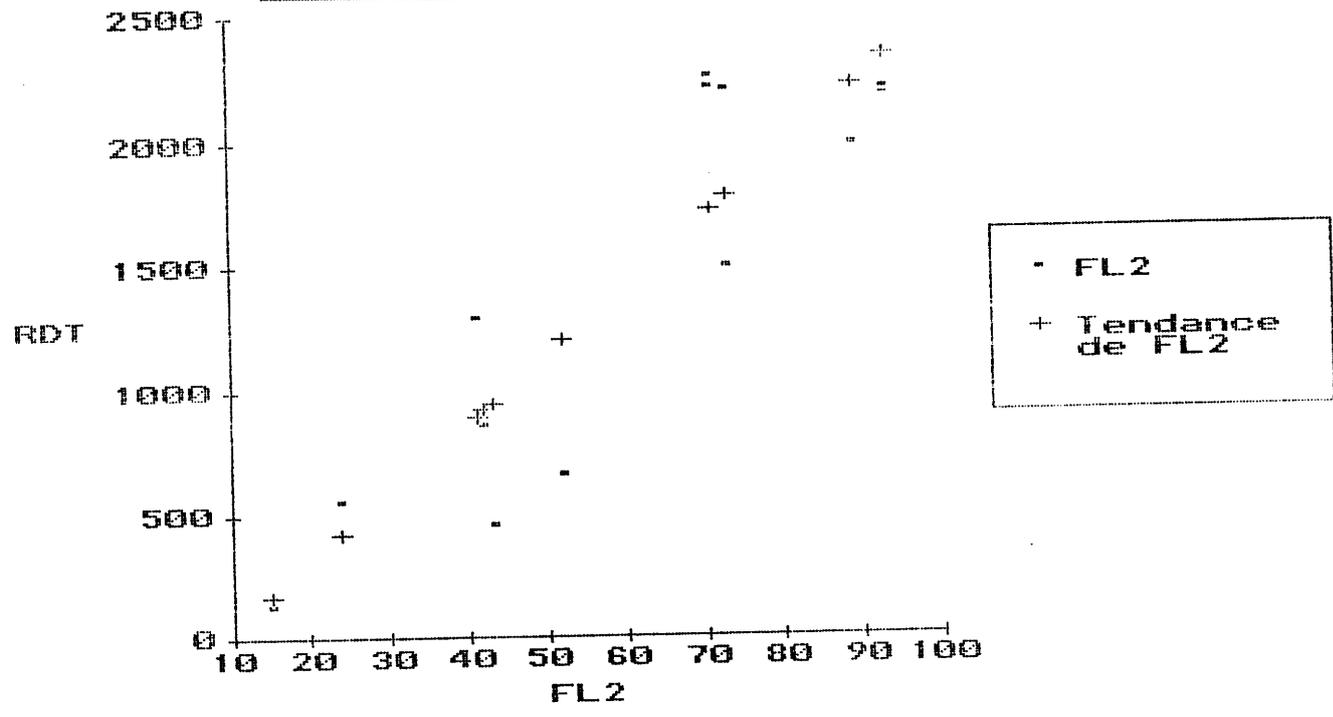
Les observations et mesures réalisées au Mali au cours de la campagne 1987, permettent de dégager l'effet du niveau d'intensification sur les termes du bilan hydrique.

On constate que l'arachide en sol argilo-sableux n'a pas un bon enracinement quelque soit le traitement. Ses fronts d'enracinement maximum et intense atteignent respectivement 100 cm, et 50 à 85 cm selon la compacité et le risque d'engorgement des horizons. Par contre la densité d'occupation du profil est nettement dépendante du niveau d'intensification qui accélère son installation.

Cette meilleure colonisation favorise des rendements plus élevés et une meilleure efficience de l'eau. Le décalage de semis a montré que la secheresse avait une influence faible sur la longueur du cycle mais plus élevée sur la durée de la floraison. Les semis les plus tardifs pénalisés

Fig 12

EFFET DE LA SATISFACTION  
HYDRIQUE A LA FLORAISON  
SUR LE RENDEMENT ARACHIDE  
ESSAIS 1987



par la secheresse ont une floraison écourtée. On observe peu à pas de différence de rendement avec les niveaux d'intensification de l'ordre de 15 % en zone Sud. Dans le Nord avec la forte secheresse les différences sont plus élevées mais pour des rendements insignifiants. Avec les dates de semis les différences de rendement sont toujours importantes et croissantes avec la secheresse. Les rendements diminuent avec le retard de semis.

Cette année l'extrême secheresse a montré la sensibilité de l'arachide au déficit hydrique principalement lors de la floraison. Les rendements de 2000 Kg à Longorola chutent à 150 Kg à Koporo.

Dans les zones à haut risque, il serait intéressant de revoir à la baisse la densité de semis pour diminuer la concurrence hydrique entre les pieds.

#### MIL.

#### 2.4.1.9. Effet des niveaux d'intensification sur les termes du bilan ----- hydrique -----

On observe un effet :

- sur le travail du sol

Les travaux culturaux correctement réalisés s'inscrivent bien dans le profil cultural.

A CINZANA, la différence de profondeur d'ameublissement du au traitement  
----- est significative.

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| . Non travail du sol (sarclage) | = 1.9 cm |
| . Grattage                      | = 3.8 cm |
| . Labour                        | = 6.9 cm |
| CV                              | = 12 %   |

(observation au 3 Juillet).

On a remarqué la formation d'une semelle de labour discontinue malgré le faible taux d'argile (10 à 15 %).

A KOPORO, 50 jours après le travail du sol on constate un net effet sur  
----- l'ameublissement :

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| . Non travail du sol (sarclage) | = 2/3 cm     |
| . Grattage                      | = 5 cm       |
| . Labour                        | = 9 à 11 cm. |

- sur l'enracinement.

A LONGOROLA, on note aucun effet significatif sur l'enracinement en début de culture; mais à 48 jours et 150 jours après semis un effet hautement significatif apparaît sur l'ensemble de l'enracinement.

Les deux types de labour (léger et lourd), se distinguent du grattage. Toutefois l'enracinement sous labour profond (+ fumier) est toujours arithmétiquement plus profond de :

- + 4 % pour la profondeur maximum
- + 15 % pour le front intense
- + 20 % pour le front intermédiaire.

La présence de la cuirasse vers un mètre a arrêté l'enracinement maximum, rattrapé par le front intermédiaire. (Tableau 21 Fig. 13).

La carte racinaire 2 illustre bien l'effet du niveau d'intensification sur la densité racinaire.

A SOTUBA, l'effet des traitements est non significatif sur l'enracinement maximum qui a été gêné par la présence d'un horizon hydromorphe vers 80 cm à 1 mètre. Les différences de profondeur observées aux premières observations s'estompent à la récolte. (116 cm en moyenne). Par contre pour les fronts d'enracinement intense et intermédiaire on note un effet significatif en début de culture. A la récolte, malgré cela, l'amélioration pour le front intense atteint 27 % et 20 % du témoin pour les deux traitements mais 14 % seulement pour le front intermédiaire qui pénètre dans l'horizon hydromorphe. (Tableau 22 Fig. 14).

La carte racinaire 3 illustre l'amélioration de la densité d'occupation du sol, croissante, avec les niveaux d'intensification. A noter une moins bonne densité d'enracinement dans l'ensemble à Sotuba qu'à Longorola.

A CINZANA, l'effet de niveaux d'intensification sur l'enracinement maximum n'est pas significatif, sauf au 35<sup>ème</sup> jour, et les différences entre traitements sont faibles 4 à 8 %. Les racines atteignent 160 cm de profondeur.

Par contre l'effet est significatif ou hautement significatif sur les fronts intenses et intermédiaires d'enracinement. (tableau 23 Fig. 15).

Le gain du au niveau optimum pour le front intense est de 36 % sur le témoin, 7 % sur le traitement vulgarisé, et pour le front intermédiaire respectivement de 16 et 15 %.

La carte racinaire 4 illustre l'augmentation de la densité racinaire d'un niveau d'intensification à l'autre.

A MASSANTOLA, la sécheresse et la présence d'une cuirasse à 60 cm ont limité l'enracinement. Aucun effet significatif ne se remarque. Toutefois la carte racinaire 5 souligne bien l'effet du travail du sol sur la densité racinaire (Fig. 16).

A KOPORO, une seule observation a été réalisée 46 jours après le semis. Aucun effet significatif des traitements ne se dégage. Le labour assure toutefois le meilleur enracinement.

Fig 13

LONGOROLA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
PROFONDEURS D'ENRACINEMENT MAXIMALES ET INTENSES

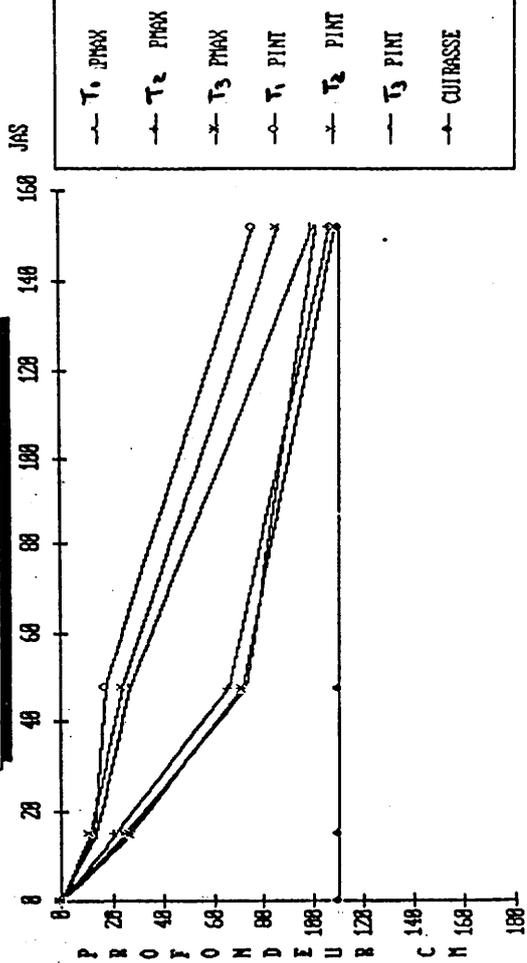


Fig 14

SOTUBA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
PROFONDEURS D'ENRACINEMENT MAXIMALES ET INTENSES

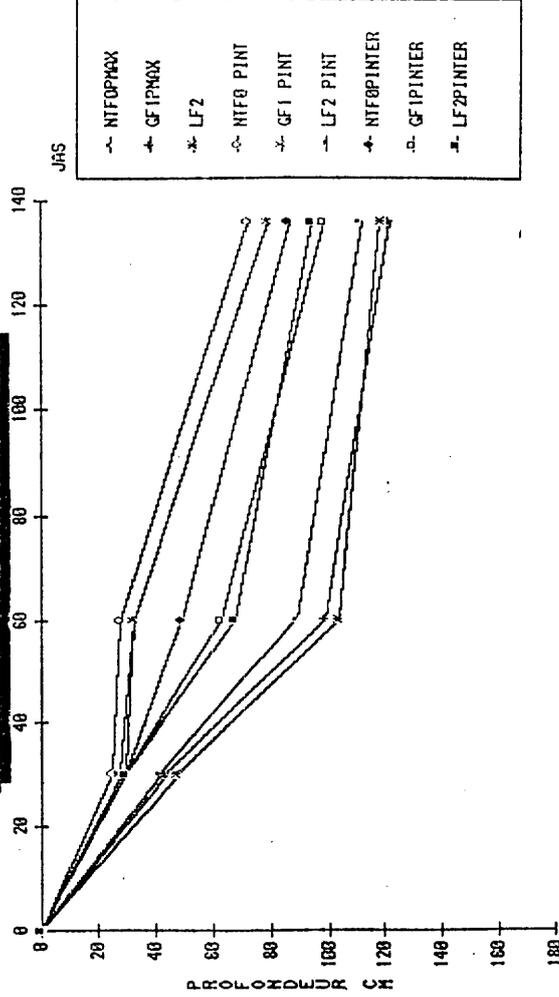


Fig 15

CINZANA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
PROFONDEURS D'ENRACINEMENT MAXIMUM, INTENSE  
ET INTERMEDIARE

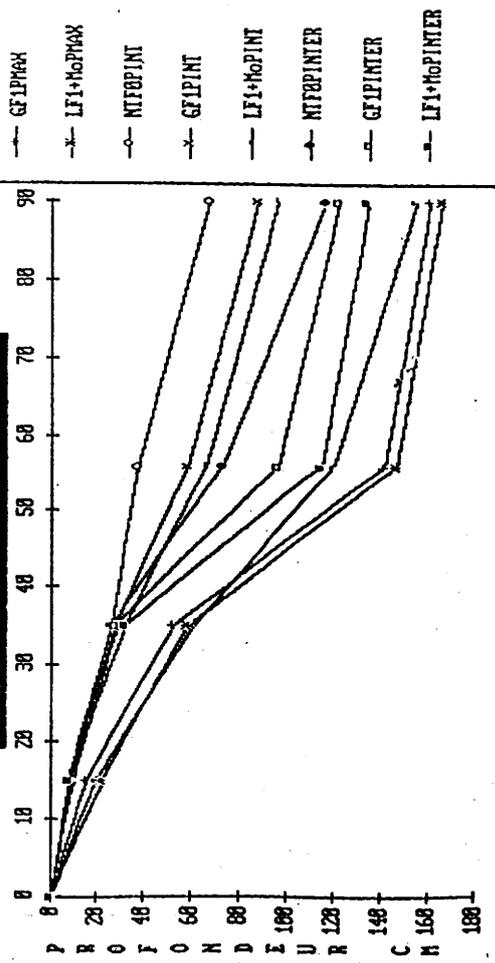
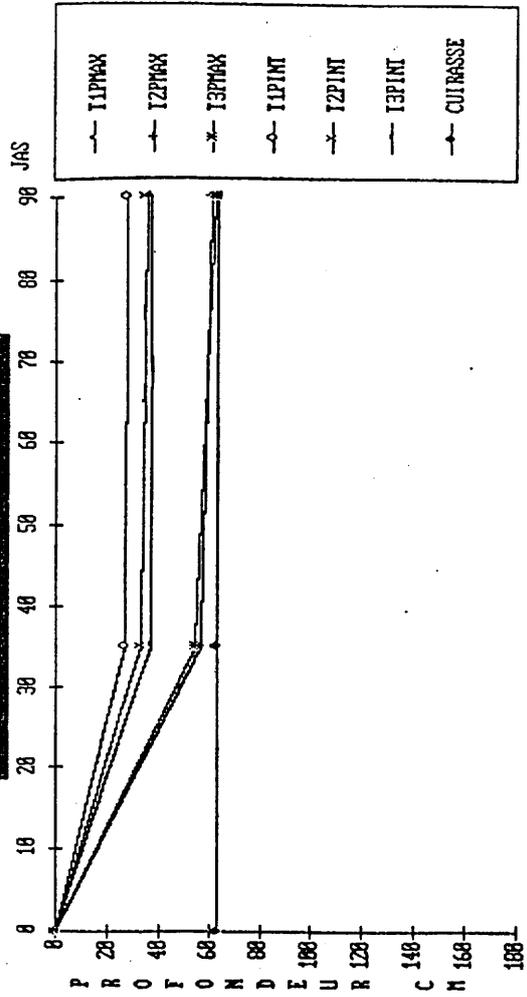
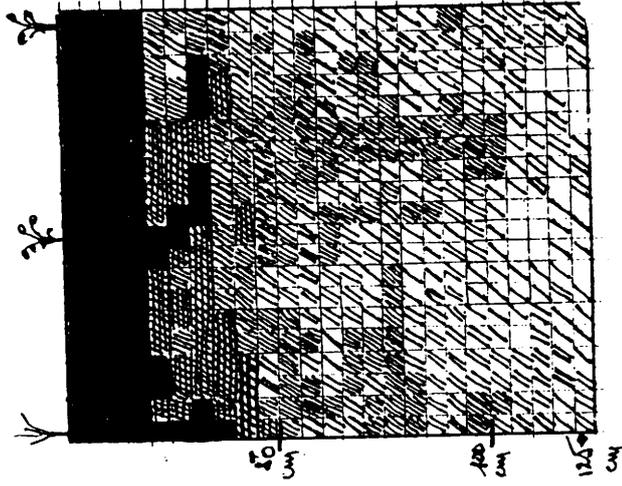


Fig 16

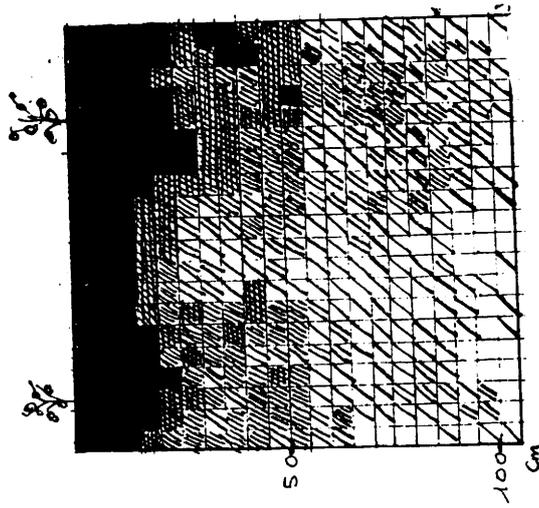
MASSANTOLA ESSAI NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
PROFONDEURS D'ENRACINEMENT MAXIMALES ET INTENSES



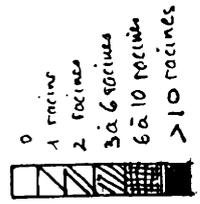
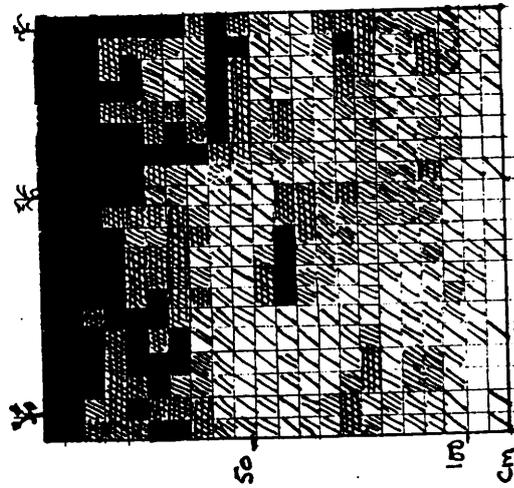
T3



T2

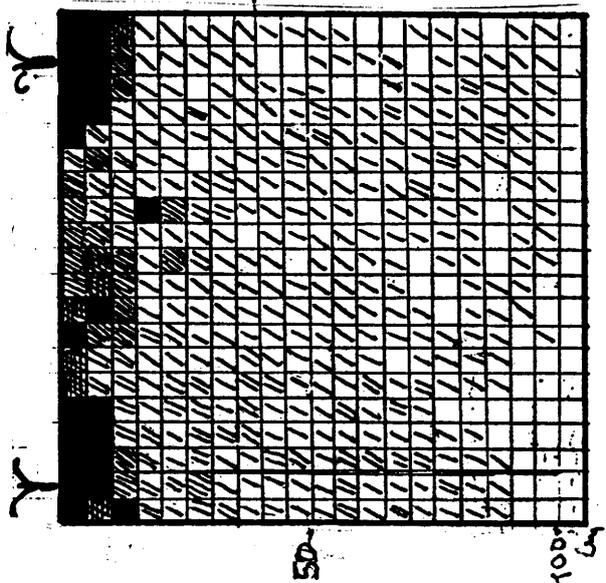


T1

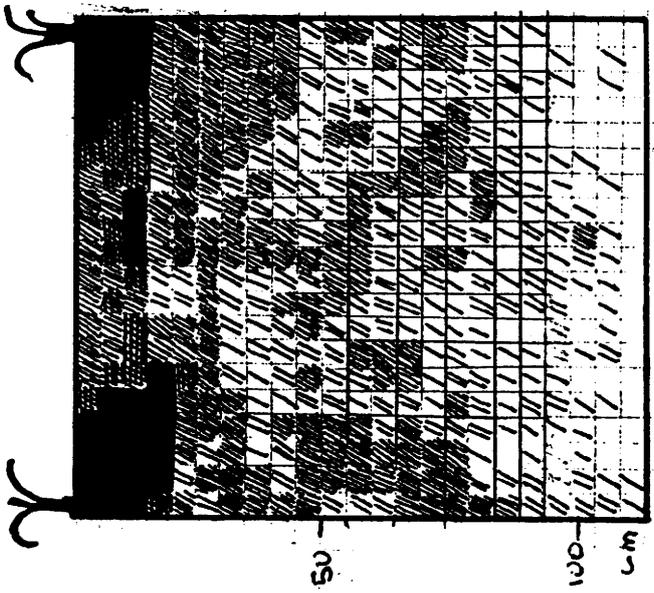


CARTE RACINAIRE 2 LONGUELA MIL

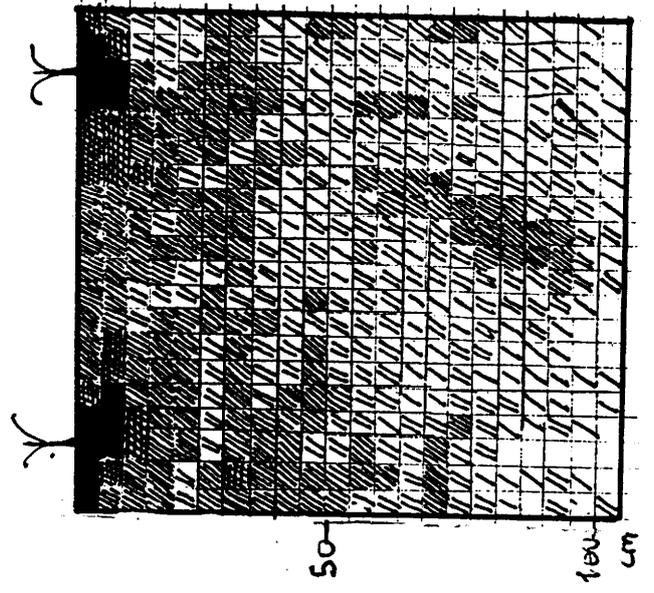
T1



T2



T3



CARTE RACINAIRE 3

SOTUBA

MIL

TABLEAU 21 LONGOROLA MIL 1987 PROFONDEUR D'ENRACINEMENT MAXIMUM ET  
DES FRONTS INTENSES ET INTERMEDIAIRE (cm)

|               | 15 JAS |      | 48 JAS |       | 150JAS |        |        |  |
|---------------|--------|------|--------|-------|--------|--------|--------|--|
| ENRACINEMENT  | MAXI   | INT  | MAXI   | INT   | INTER  | MAXI   | INT    |  |
| T1            | 24a    | 13.3 | 73.5   | 17b   | 37.8b  | 99.5b  | 74.3b  |  |
| T2            | 20b    | 9.8  | 67.8   | 24.8a | 44.3ab | 104.3a | 86.3ab |  |
| T3            | 26a    | 13   | 75     | 24.5a | 52.5a  | 108.3a | 98.8a  |  |
| MOYENNE       | 23.5   | 12   | 72     | 22.1  | 44.8   | 104    | 86.4   |  |
| CV%           | 8.8    | 18.9 | 8.1    | 4.3   | 11.1   | 2.3    | 8.7    |  |
| SIGNIFICATION | S      | NS   | NS     | HS    | HS     | HS     | HS     |  |

TABLEAU 22 SOTUBA MIL 1987 PROFONDEUR D'ENRACINEMENT MAXIMUM  
ET DES FRONTS INTENSES ET INTERMEDIAIRE (cm)

|               | 30 JAS |        | 60 JAS |      | 120JAS |       |       |       |  |
|---------------|--------|--------|--------|------|--------|-------|-------|-------|--|
| ENRACINEMENT  | MAXI   | INT    | MAXI   | INT  | INTER  | MAXI  | INT   | INTER |  |
| NON TRAVAIL   | 42.5   | 24.5b  | 87.0   | 22.5 | 50b    | 110.5 | 61.3b | 86    |  |
| GRATTAGE F1   | 45     | 28.3ab | 98.5   | 31.3 | 61.3ab | 120.8 | 77.8  | 97.8  |  |
| LABOUR F2     | 47.3   | 29.5a  | 105    | 33.5 | 67.3a  | 118   | 80    | 93.8  |  |
| MOYENNE       | 44.9   | 27.2   | 96     | 30.1 | 59.5   | 116.4 | 72.9  | 92.5  |  |
| CV%           | 5      | 8.3    | 9.3    | 15.2 | 11.1   | 6.6   | 24    | 15.8  |  |
| SIGNIFICATION | NS     | S      | NS     | NS   | HS     | NS    | NS    | NS    |  |

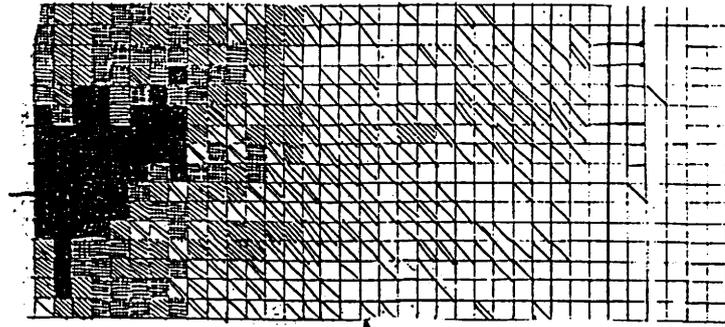
TABLEAU 23 CINZANA MIL PROFONDEUR D'ENRACINEMENT MAXIMUM ET DES FRONTS INTENSE ET INTERMEDIAIRE (cm)

|               | 15 JAS |         |          | 35 JAS |         |          | 56 JAS |         |                 | 96 JAS |         |          |
|---------------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|-----------------|--------|---------|----------|
|               | Maxi   | Fr.int. | Fr.inter | Maxi   | Fr.int. | Fr.inter | Maxi   | Fr.int. | Fr.inter        | Maxi   | Fr.int. | Fr.inter |
| Non travail   | 19.5   | 8.1 b   | 61 a     | 13.0 c | 26.5    | 126.8    | 38.5 b | 73.3 c  | 15 <sup>o</sup> | 68.5 b | 115 b   |          |
| Grattage      | 16.0   | 8.8 b   | 53.5 ab  | 16.8 b | 29.3    | 141.5    | 58.5 a | 96.8 b  | 161.8           | 87.5 a | 118 b   |          |
| Labour        | 21.9   | 12.8 c  | 58.5 b   | 20.5 a | 30.8    | 144      | 63.8 a | 114.3 a | 165             | 94.3 a | 132.8 a |          |
| Moyenne       | 19.1   | 9.9     | 57.7     | 16.6   | 28.8    | 137.5    | 53.6   | 94.8    | 159.9           | 83.4   | 122.1   |          |
| CV %          | 20.4   | 17.6    | 5.6      | 7.0    | 20.0    | 7.7      | 9.3    | 6.9     | 5.5             | 4.7    | 4.9     |          |
| Signification | N S    | S       | S        | S      | N S     | N S      | H S    | H S     | N S             | H S    | S       |          |

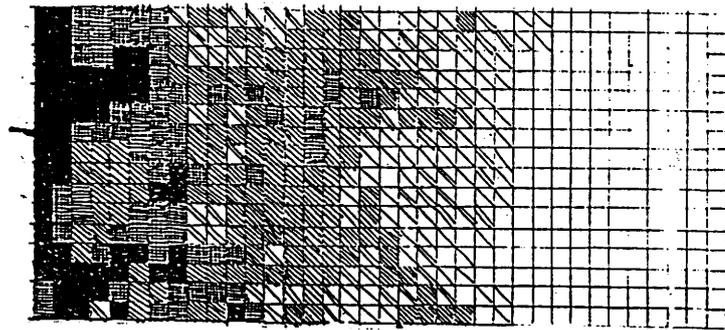
TABLEAU 24 LONGOROLA MIL RENDEMENT (kg/ha)

|                   | Poids<br>Epis | Poids<br>Grains | Poids<br>Paille |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Grattage F0       | 1575          | 861             | 7633 c          |
| Labour léger F1   | 1623          | 876             | 10250 b         |
| Labour profond F1 | 1992          | 1136            | 11783 a         |
| Moyenne           | 1733          | 958             | 9967            |
| CV %              | 20,4          | 25,5            | 6,7             |
| Signification     | N S           | N S             | H S             |

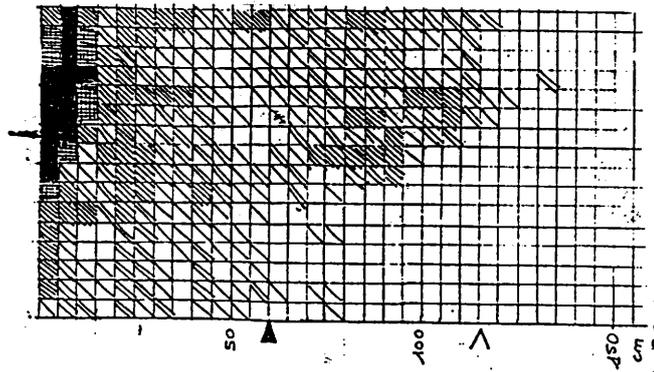
T3



T2



T1



MIL

CINZANA

4

CARTE RACINAIRE

|             | <u>Front d'enracinement</u> |                      | <u>Enracinement</u> |
|-------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|
|             | <u>Intense</u>              | <u>Intermediaire</u> | <u>Maximum</u>      |
| Non travail | 27 cm 100 %                 | 53 cm 100 %          | 70 cm 100 %         |
| Grattage    | 32 cm 119 %                 | 53 cm 100 %          | 79 cm 113 %         |
| Labour      | 34 cm 126 %                 | 57 cm 108 %          | 63 cm 119 %         |
| CV %        | 12.4                        | 10.2                 | 7.5                 |

On peut attribuer à l'extrême secheresse du début d'hivernage l'inefficacité des traitements. La vitesse d'enracinement est moyenne pour ce sol, 1,5 et à 1,8 cm jour. L'observation des profils racinaires souligne l'augmentation de la densité racinaire avec les niveaux d'intensification croissants.

En résumé on remarque un effet des traitements et du sol sur la dynamique racinaire.

Pour les 50 premiers jours les vitesses d'enracinement sont les suivantes :

| <u>Lieux</u> | <u>Enracinement</u> |                | <u>Front</u>                 |  |
|--------------|---------------------|----------------|------------------------------|--|
|              | <u>Maxi cm/jour</u> | <u>Intense</u> | <u>Intermediaire cm/jour</u> |  |
| LONGOROLA    | Grattage 1.3        | 0.4            | -                            |  |
| Sanko        | Labour 1.4          | 0.5            | -                            |  |
| SOTUBA       | Grattage 1.5        | 0.6            | 1.0                          |  |
| Magankolo    | Labour 1.9          | 0.6            | 1.1                          |  |
| CINZANA      | Grattage 2.0        | 0.8            | 1.4                          |  |
| Boboni       | Labour 2.2          | 1.0            | 1.6                          |  |
| KOPORO       | Grattage 1.7        | 0.6            | 1.2                          |  |
| NKK          | Labour 1.8          | 0.7            | 1.2                          |  |

Pour Koporo l'excessive secheresse a ralenti l'enracinement.

Sur le rendement.

A LONGOROLA, les traitements n'ont aucun effet significatif sur la production épis et grains. Mais on note un accroissement arithmétique du aux niveaux d'intensification. Pour le rendement grain l'augmentation par rapport au témoin est de 3 % et 32 % pour le labour léger et pour le labour profond.

L'effet est hautement significatif sur la production de paille. Chaque traitement s'individualise.

TABLEAU 25 SOTUBA MIL RENDEMENT (Kg/ha)

|                | Poids<br>Epis | Poids<br>Grains % | Poids<br>Paille | Poids<br>1000 gr |      |
|----------------|---------------|-------------------|-----------------|------------------|------|
| Non travail F0 | 2063          | 1159              | 100             | 7.767 b          | 9.4  |
| Grattage F1    | 2365          | 1457              | 126             | 10.269 a         | 10.7 |
| Labour F2      | 2544          | 1550              | 134             | 11.627 a'        | 9.6  |
| Moyenne        | 2324          | 1388              |                 | 9.880            | 9.9  |
| CV %           | 12.2          | 14.5              |                 | 14.5             | 9.6  |
| Signification  | N S           | N S               |                 | S                | N S  |

TABLEAU 26 CINZANA MIL RENDEMENTS (Kg/ha)

|               | Poids<br>épis | Poids<br>grains | Poids<br>paille |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Non travail   | 856 b         | 694             | 3685            |
| Grattage F1   | 1193 ab       | 847             | 5102            |
| Labour F2     | 1461 a        | 650             | 3712            |
| Moyenne       | 1177          | 731             | 4167            |
| CV %          | 19            | 24.6            | 37.4            |
| Signification | H S           | N S             | N S             |

TABLEAU 27 MASSANTOLA RENDEMENT MIL (Kg/ha )

40

|                | NOMBRE : | POIDS : | POIDS :  | POIDS :  | HAUTEUR :   | HTEUR MATURA-  |
|----------------|----------|---------|----------|----------|-------------|----------------|
|                | PLANTS : | EPI :   | GRAINS : | PAILLE : | MONTAISON : | TION LAITEUSE: |
| GRATTAGE F0    | 17595    | 705     | 285      | 592      | 161         | 174b           |
| GRATTAGE F1    | 14352    | 1259    | 285      | 5347     | 175         | 200a           |
| LABOUR F2      | 15185    | 981     | 246      | 5008     | 176         | 217a           |
| MOYENNE        | 15650    | 784     | 272      | 5760     | 172         | 199.6          |
| CV%            | 24.4     | 15.5    | 28.6     | 18.1     | 9.5         | 4.5            |
| SIGNIFICATION: | NS       | NS      | NS       | NS       | NS          | HS             |

TABLEAU 28 KOPORO RENDEMENT MIL 1987 (Kg/ha)

(kg/ha) 1987

| LOCALISAT:   | PARDELLE   | UTILE       |             | BORDURE    |             |                |
|--------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|----------------|
| TRAITEMENT:  | PDS EPIS : | PDS GRAINS: | PDS PAILLE: | PDS EPIS : | PDS GRAIN%: | POIDS PAILLE : |
|              |            | %           |             |            |             |                |
| NT F0        | 645        | 384 100     | 1667b       | 1065b      | 652 100     | 2619c          |
| GRATTAGE F2: | 1004       | 465 121     | 2935a       | 1589a      | 870 134     | 3913b          |
| LABOUR F2 :  | 1079       | 500 130     | 3340a       | 1543a      | 961 147     | 4783a          |
| MOYENNE      | 987        | 454         | 2667        | 1359       | 831         | 3777           |
| CV%          | 22.9       | 27.2        | 11.0        | 14.9       | 16.4        | 10.7           |
| SIGNIFICAT:  | NS         | NS          | HS          | S          | NS          | HS             |

L'augmentation est de 30 et 50 % environ du témoin pour les deux traitements. (Tableau 24). Si le rendement en grain reste modeste la production en paille est élevée.

A SOTVEA, on observe aucun effet significatif sur le poids des épis et des ----- grains, mais une différence arithmétique. L'effet est croissant avec les niveaux d'intensification améliorés.

L'augmentation atteint 25 et 33 % du témoin. (Tableau 25).

L'effet significatif pour la paille entraîne des augmentations de 30 et 50 % du témoin.

Le poids de 100 graines est identique quelque soit le traitement.

A CINZANA, l'effet n'est hautement significatif que sur le rendement en ----- épis. Il est croissant avec les niveaux d'intensification. Pour le rendement grain et paille le grattage surclasse arithmétiquement les deux traitements (+ 30 %). Les rendements sont faibles.

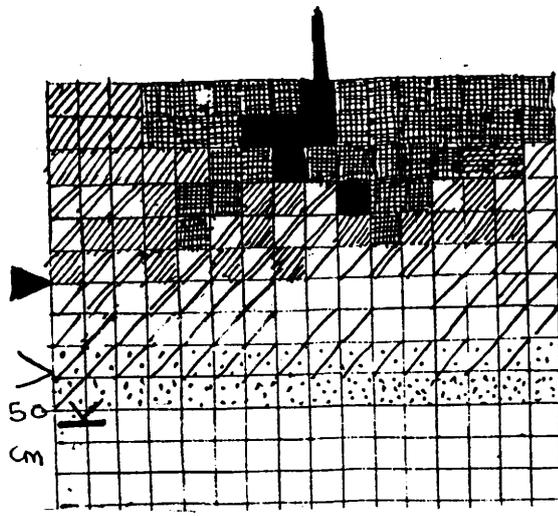
Des attaques de cantharides et d'oiseaux ont pu masqués l'effet du labour associé à la fumure organo-minérale. (Tableau 26).

A MASSANTOLA, aucun effet significatif n'apparaît, à l'exception de la ----- taille des plants lors de la maturation. Le rendement grain est très faible, le rendement paille moyen. (Tableau 27).

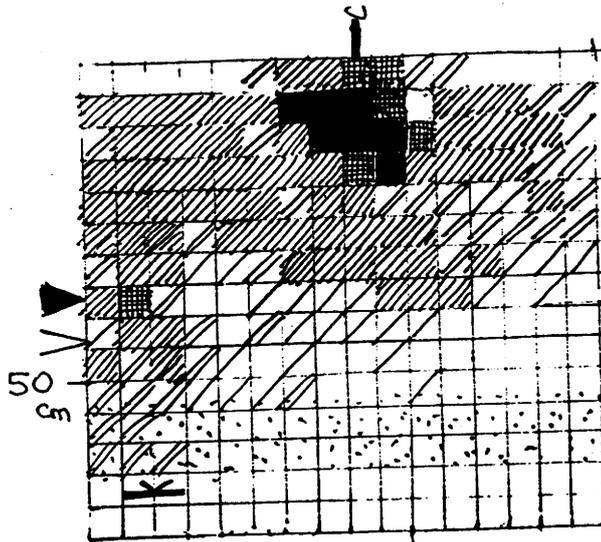
L'extrême sécheresse en est la cause qu'a accusée en plus une très faible réserve en eau utile du sol (RU = 60 à 80 mm).

A KOPORO, l'effet n'est hautement significatif que sur la paille dont le ----- rendement croît avec les niveaux. Le rendement parcellaire est arithmétiquement supérieur pour les deux traitements (+ 30 %), mais demeure très faible. Celui des bordures est plus élevé soulignant que les densités recommandées sont en année sèche un facteur limitant de rendement. Le niveau d'intensification optimum améliore de 46 % le rendement du témoin (soit 310 Kg de grain). Mais n'est supérieur au grattage que de 8 % (tableau 28).

T1

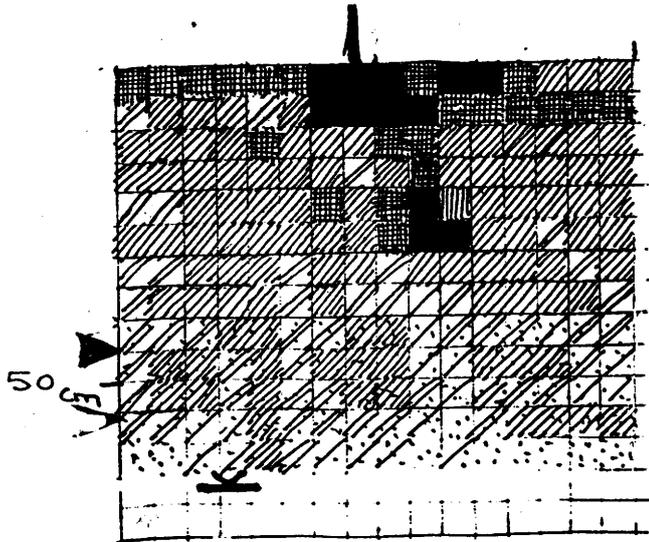


T2



*V*  
cuirasse

T3



-  0 Racine
-  1 Racine
-  2 Racines
-  3 à 6 Racines
-  6 à 10 Racines
-  > 10 Racines

CARTE RACINAIRE , 5

MASSANTOLA

MIL

#### 2.4.1.1 0. Effet du photopériodisme sur les termes du bilan hydrique.

Le photopériodisme se caractérise par le déclenchement de l'induction florale au moment des périodes de l'année où la durée de la nuit est la plus longue (Septembre), ou lorsque les températures diminuent jusqu'à un certain seuil (Novembre) pour certaines variétés. Pour des décalages de 40 jours de semis la floraison n'accuse que quelques jours de retard.

Les observations phénologiques ont été réalisées sur plusieurs variétés pour vérifier la date exacte de floraison, si la phase fructification reste bien constante et comment s'allonge la phase végétative avec la précocité des semis.

Les dates de semis et les variétés testées sont les suivantes :

| ! Dates !            | ! LONGOROLA !   | ! SOTUBA !          | ! CINZANA !        | ! MASSANTOLA ! | ! KOPORO !    |
|----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|
| ! D1 !               | ! 9/06 !        | ! 11/06 !           | ! 11/06 !          | ! 17/06 !      | ! 07/07 !     |
| ! D2 !               | ! 7/07 !        | ! 25/06 !           | ! 25/06 !          | ! 3/07 !       | ! 22/07 !     |
| ! D3 !               | ! 24/07 !       | ! 9/07 !            | ! 11/07 !          | ! 18/07 !      | ! 6/08 !      |
| ! Variétés testées ! | ! Sanko M9 D3 ! | ! Magankolo M9 D3 ! | ! Boboni - M9 D3 ! | ! HKP Souna !  | ! NKK M2 D2 ! |
| ! !                  | ! !             | ! !                 | ! NKK !            | ! !            | ! !           |
| ! !                  | ! !             | ! !                 | ! - M2 D2 !        | ! !            | ! !           |
| ! !                  | ! !             | ! !                 | ! -Sounax- !       | ! !            | ! !           |
| ! !                  | ! !             | ! !                 | ! togo !           | ! !            | ! !           |

A LONGOROLA, la date semis a un effet hautement significatif sur l'enracinement des deux variétés qui réagissent semblablement. (Tableau 29). A la deuxième date l'enracinement présente un bien meilleur développement par rapport aux deux autres non différenciés. La variété Sanko a un enracinement plus vigoureux que la M9 d3.

A CINZANA, en sol sabo-limoneux, très filtrant, l'enracinement cette année sèche a été cependant bon. Apparemment on ne note aucune différence de l'enracinement ni entre les variétés ni pour les différentes dates de semis. (Tableau 30). Toutefois on peut remarquer, toutes variétés confondues, avec les dates plus tardives de semis, une augmentation des fronts intenses et intermédiaires au détriment de l'enracinement maximum.

En effet le rapport entre la profondeur maximum atteinte et les deux fronts diminue.

|           | $F_{max}/P_{intense}$ | $P_{max}/P_{interm}$ |
|-----------|-----------------------|----------------------|
| 1ère date | 1.41                  | 1.20                 |
| 2ème date | 1.35                  | 1.07                 |
| 3ème date | 1.22                  | 1.08                 |

Les cartes racinaires ne font pas apparaître de différence de densité d'occupation du sol entre les variétés. Certainement à cause de la sécheresse de début de cycle.

A SOTUBA, des observations échelonnées sur le cycle ne montrent pas de différence entre les variétés et les dates pour l'ensemble de l'enracinement.

L'enracinement maximum atteint 125 cm, les fronts d'enracinement intense 75 cm et intermédiaire 95 cm.

A KOPORO, au 23 Août, l'enracinement est identique pour les deux variétés. L'enracinement pour la deuxième date de semis a rattrapé celui de la première date, sans doute à cause d'un démarrage tardif des pluies. L'enracinement a atteint 2 cm/jour, meilleur que dans l'essai niveau d'intensification (1.8 cm/jour).

|                     | N K K  |        |        | M2 d2  |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                     | 46 JAS | 32 JAS | 16 JAS | 46 JAS | 32 JAS | 16 JAS |
| Enracinement (cm)   |        |        |        |        |        |        |
| Maxi                | 67     | 76     | 24     | 71     | 66     | 24     |
| Front intermédiaire | 60     | 59     | 12     | 53     | 51     | 12     |
| Front intense       | 34     | 24     | 15     | 20     | 29     | 14     |

( Observation sur 6 pieds ).

A MASSANTOLA, à la récolte aucune différence n'apparaît pour l'enracinement ni par rapport aux dates ni entre les variétés entre elles. Ceci est dû à la présence d'une cuirasse surmontée d'un horizon gravillonnaire qui apparaît entre 50 et 80 cm et bloque l'enracinement. (Tableau 31).

Effet sur les phases de développement.

LONGOROLA, les deux variétés apparaissent comme photosensibles, mais avec des dates de floraison fort différentes, Septembre pour la M9 D3 et Novembre pour la Sanko. Ceci, pour cette dernière n'est pas sans risque, en cas d'arrêt prématuré des pluies. (Tableau 32).

A SOTUBA, les deux variétés sont photosensibles. La M9 D3 semée légèrement plus tôt a un cycle un peu plus long qu'à Longorola. Sa date de floraison est semblable dans les deux sites (mi-Septembre) et identique à la variété locale. (Tableau 33).

A CINZANA, on constate que toutes les variétés, à cycle intermédiaire et même à cycle court manifestent une certaine sensibilité au photopériodisme mais à des degrés divers. Paradoxalement, la M9 d3 apparaît comme la moins sensible. (Tableau 34)

TABLEAU 29 LONGOROLA MIL PROFONDEUR D'ENRACINEMENT (cm)

| ENRACINEMENT        | DATES DE SEMIS |     |      | VARIETES |       | CV  | SIGNIFICATION |          |
|---------------------|----------------|-----|------|----------|-------|-----|---------------|----------|
|                     | 9/6            | 7/7 | 24/7 | M903     | SANKO | %   | DATE          | VARIETES |
| MAXIMUM             |                |     |      |          |       |     |               |          |
| M903                | 97             | 106 | 98   | 100      | 116   | 2.7 | H.S           | H.S      |
| SANKO               | 106            | 123 | 118  | b        | a     |     |               |          |
| VARIETES CONFONDUES | a              | b   | c    |          |       |     |               |          |
| FRONT INTENSE       |                |     |      |          |       |     |               |          |
| M903                | 82             | 98  | 77   | 86       | 105   | 5.6 | H.S           | H.S      |
| SANKO               | 94             | 114 | 108  | b        | a     |     |               |          |
| VARIETES CONFONDUES | 88             | 106 | 92   |          |       |     |               |          |
|                     | a              | b   | b    |          |       |     |               |          |

TABLEAU 30 CINZANA ENRACINEMENT DE 5 VARIETES DE MIL EN FONCTION DE LA DATE DE SEMIS (cm)

| Dates Semis | 11/06 |          |         | 25/06 |          |         | 9/07 |         |         |
|-------------|-------|----------|---------|-------|----------|---------|------|---------|---------|
|             | Maxi  | Intermed | Intense | Maxi  | Intermed | Intense | Maxi | Interme | Intense |
| Boboni      | 151   | 116      | 110     | 136   | 127      | 102     | 144  | 135     | 114     |
| M903        | 147   | 131      | 105     | 144   | 114      | 103     | 147  | 138     | 121     |
| M2 02       | 156   | 125      | 107     | 138   | 125      | 105     | 148  | 137     | 125     |
| SOLNAXTOGO  | 155   | 130      | 113     | 135   | 128      | 94      | 144  | 133     | 119     |
| NKK         | 146   | 125      | 101     | 139   | 132      | 102     | 145  | 131     | 120     |

( Moyenne des 4 pieces )

TABLEAU 31 MASSANTOLA - MIL PROFONDEUR D'ENRACINEMENT  
(cm)

| VARIETES     | ENRACINEMENT |              |             |
|--------------|--------------|--------------|-------------|
|              | MAXI         | FRONT INTENS | FRONT INTER |
| <b>SOUNA</b> |              |              |             |
| 17/6         | 56           | 27           | 44          |
| 3/7          | 69(1)        | 29           | 49          |
| 18/7         | 54           | 27           | 47          |
| <b>HKP</b>   |              |              |             |
| 17/6         | 60           | 28           | 50          |
| 3/7          | 58           | 27           | 44          |
| 18/7         | 60           | 28           | 51          |

TABLEAU 32 LONGOROLA DUREE ET DATES DE PHASES DE DEVELOPPEMENT

| Dates semis  | Tallage         | Date 50 % | Semis 50 % | Floraison | Difference |
|--------------|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|
|              | Montaison jours | Floraison | jours      | jours     |            |
| <b>M903</b>  |                 |           |            |           |            |
| 9/6          | 44              | 17/9      | 91         | -         |            |
| 7/7          | 36              | 24/9      | 74         | 17        |            |
| 24/7         | 29              | 29/9      | 68         | 6         |            |
| <b>SANKO</b> |                 |           |            |           |            |
| 9/6          | 103             | 3/11      | 147        | -         |            |
| 7/7          | 77              | 6/11      | 128        | 19        |            |
| 24/7         | 63              | 9/11      | 102        | 26        |            |

A KOPORO, les deux variétés testées ne présentent pas de sensibilité  
----- photopériodique. La différence observée entre la 1ère et deuxième  
date est liée vraisemblablement à la forte sécheresse de début de cycle. La  
variété NKK avait toutefois présenté à Cinzana un certain photopériodisme  
pour des semis plus précoces. (Tableau 35).

- conséquence sur le rendement.  
-----

A LONGOROLA, la date de semis a un effet hautement significatif sur le  
----- poids des épis et des pailles qui décroît avec les dates  
tardives. Cette perte est moins forte pour la variété Sanko plus rustique  
que la M9 d3 mais moins productive. (Tableau 36).

Pour le rendement grain la différence, arithmétique, est accusée et entre  
les deux variétés au profit de la M9 d3 et entre les dates. La M9 d3 accuse  
une perte de 35 % contre 12 % pour la Sanko. Les rendements sont très  
moyens.

A SOTUBA, on observe pas d'effet significatif sur le rendement grain, qui  
----- est moyen. Un fléchissement du rendement pour la variété locale à  
la 3ème date est observée ainsi que sur le poids de 100 grains. (Tableau  
37).

Par contre l'effet est hautement significatif sur le rendement paille qui  
baisse énormément pour le semis le plus tardif. Un essai date de semis  
réalisé en 1982 avait montré aucune différence significative de rendement  
pour des semis étalés du 25/5 au 30/6 (Touré 1982).

A MASSANTOLA, les rendements obtenus sont très faibles et aucune  
----- interprétation ne peut être formulée. Ces faibles rendements  
sont dus aux dates de semis imposées, décalées par rapport aux pluies, à la  
sécheresse de cette année accusée par une faible réserve en eau aux  
attaques de cantharides. La variété HKP a plus souffert que l'autre.  
(Tableau 38).

A CINZANA, on observe une différence hautement significative pour les  
----- rendements grains, entre les variétés, et les dates de semis  
ainsi qu'une interaction entre les deux facteurs, 3ème puis 2ème date  
donnent de meilleurs rendements pour NKK et M9 D3, la première date  
pénalisant les rendements de l'ensemble des variétés. (Tableau 38 bis).

La variété NKK l'emporte avec 1300 Kg/ha suivi de la M9 D3,  
photopériodique, avec 30 % de moins, comparable à Boboni.

Toutes variétés confondues les différences de rendement sont hautement  
significatives et les rendements croissent avec le retard du semis, comme  
la satisfaction hydrique et l'augmentation de la colonisation des fronts  
racinaires intenses et intermédiaires.

La consommation en eau, calculée, (ETR mm) augmente de 326 à 345 et 341 mm.

La seule différence significative pour le rendement des pailles apparaît  
entre les variétés. La M9 D3 est celle qui a le meilleur rendement, suivi  
par NKK et Boboni.

TABLEAU 36 LONGOROLA MIL RENDEMENT (Kg/ha)

|                     | Dates de Semis |         |         | VARIETES |          | CV   | SIGNIFICATION |          |
|---------------------|----------------|---------|---------|----------|----------|------|---------------|----------|
|                     | 9/6            | 7/7     | 24/7    | M903     | SANKO    | %    | DATE          | VARIETES |
| NBRE EPIS           |                |         |         |          |          |      |               |          |
| M903                | 95.573         | 88.530  | 85.507  | 89.628 a | 49.600 b | 9.3  | HS            | HS       |
| SANKO               | 53.333         | 50.667  | 45.007  |          |          |      |               |          |
| POIDS EPIS          |                |         |         |          |          |      |               |          |
| M903                | 2728 b         | 2245 b  | 1888 bc | 2285 a   | 1642 b   | 13.4 | HS            | HS       |
| SANKO               | 1040 bc        | 1552 c  | 1533 c  |          |          |      |               |          |
| VARIETES CONFONDUES | a              | c       | b       |          |          |      |               |          |
| POIDS GRAINS        |                |         |         |          |          |      |               |          |
| M903                | 1101 ab        | 1285 a  | 800 b   | 1061     | 864      | 19.2 | HS            | HS       |
| SANKO               | 901 b          | 835 b   | 861 b   | a        | b        |      |               |          |
| POIDS PAILLES       |                |         |         |          |          |      |               |          |
| M903                | 13453 a        | 8368 bc | 5040 b  | 8955 b   | 10101 a  | 10.4 | HS            | HS       |
| SANKO               | 12867 a        | 9701 b  | 7773 c  |          |          |      |               |          |
| VARIETES CONFONDUES | a              | b       | c       |          |          |      |               |          |

TABLEAU 37 SOTUBA MIL RENDEMENT (Kg/ha)

|                 | Dates |      |      | Variétés |           | CV   | Signification |          |
|-----------------|-------|------|------|----------|-----------|------|---------------|----------|
|                 | 5/6   | 30/6 | 14/7 | M903     | Magankolo | %    | Date          | Variétés |
| Poids grains    |       |      |      |          |           |      |               |          |
| V1              | 1581  | 1872 | 1731 | 1875     | 1533      | 33.6 | NS            | NS       |
| V2              | 1688  | 1731 | 1175 |          |           |      |               |          |
| Poids pailles   |       |      |      |          |           |      |               |          |
| V1              | 7073  | 8279 | 4038 | 6453     | 7730      | 22.6 | NS            | HS       |
| V2              | 9156  | 8782 | 5262 | b        | a         |      |               |          |
| Toutes variétés | 8515  | 8114 | 4653 |          |           |      |               |          |
|                 | a     | a    | b    |          |           |      |               |          |
| Foids 1000 g    |       |      |      |          |           |      |               |          |
| V1              | 9.8   | 9.4  | 9.1  | 9.4      | 8.0       | 15   | NS            | NS       |
| V2              | 8.2   | 8.1  | 7.7  |          |           |      |               |          |



TABLEAU 38 bis CINZANA PHOTOPERIODISME DU MIL RENDEMENT (Kg/ha) 1987

|                  | DATE SEMIS |       |       | VARIETES |       |      |            |       | CV%  | SIGNIFICATION: |       |  |
|------------------|------------|-------|-------|----------|-------|------|------------|-------|------|----------------|-------|--|
|                  | 11/06      | 25/06 | 9/07  | Boboni   | M903  | M202 | SOUNA X TO | NKK   |      | dates          | Vrtés |  |
| Pds GRAINS       |            |       |       |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| BOBONI           | 813        | 1066  | 1100  | 993b     | 1038b | 827c | 467d       | 1291a | 28.3 | HS             | HS    |  |
| M903             | 547        | 1300  | 1267  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| M202             | 647        | 767   | 1060  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| SOUNAXTOGO       | 234        | 367   | 800   |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| NKK              | 1133       | 1380  | 1360  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| TOUTS VARIETES   | 675c       | 976b  | 1117a |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| Pds PAILLE       |            |       |       |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| BOBONI           | 9168       | 9933  | 8100  | 9067     | 10969 | 7578 | 4798       | 8312  |      | NS             |       |  |
| M903             | 11000      | 11708 | 10200 | b        | a     | c    | d          | bc    |      |                |       |  |
| M202             | 8533       | 6768  | 7433  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| SOUNAXTOGO       | 4600       | 4595  | 5200  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| NKK              | 10067      | 7066  | 7800  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| Pds1000Grs (g)   |            |       |       |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| BOBONI           | 7.8        | 9.6   | 9.1   | 8.8      | 9.27  | 9.3  | 9.69       | 10.6  | 8.1  | HS             | HS    |  |
| M903             | 8.3        | 10.4  | 11.2  | b        | ab    | b    | ab         | a     |      |                |       |  |
| M202             | 8.5        | 9.3   | 10.2  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| SOUNAXTO         | 8.4        | 9.4   | 11.4  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| NKK              | 9.4        | 10.0  | 11.4  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
|                  | b          | b     | a     |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
| TOUTES VARIETES: | 8.6        | 9.7   | 10.8  |          |       |      |            |       |      |                |       |  |
|                  | c          | b     | a     |          |       |      |            |       |      |                |       |  |

TABLEAU 33 BOUTSA MIL DATES ET DUREE DE PHASES DE DEVELOPPEMENT

| Dates semis | Tallage Montaison jours | Date 50 % Floraison | semis Floraison jours | Difference jour |
|-------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| M903        |                         |                     |                       |                 |
| 5/6         | 75                      | 12/9                | 100                   | -               |
| 30/6        | 51                      | 17/9                | 77                    | 23              |
| 14/7        | 36                      | 19/9                | 65                    | 12              |
| Mangankala  |                         |                     |                       |                 |
| 5/6         | 78                      | 15/9                | 102                   | -               |
| 30/6        | 55                      | 19/9                | 81                    | 21              |
| 14/7        | 41                      | 23/9                | 70                    | 11              |

TABLEAU 34 CINZANA MIL DUREE DATES DE PHASES DE DEVELOPPEMENT

| Dates semis | Tallage Montaison jours | Date 50 % Floraison | Durée semis Floraison jours |
|-------------|-------------------------|---------------------|-----------------------------|
| NKK         |                         |                     |                             |
| 11/6 01     | 80                      | 9/9                 | 89                          |
| 25/6 02     | 71                      | 12/9                | 78                          |
| 11/7 03     | 53                      | 14/9                | 65                          |
| Baboni      |                         |                     |                             |
| 01          | 73                      | 3/9                 | 84                          |
| 02          | 70                      | 13/9                | 79                          |
| 03          | 59                      | 15/9                | 65                          |
| M9 d3       |                         |                     |                             |
| 01          | 65                      | 29/8                | 79                          |
| 02          | 77                      | 18/9                | 85                          |
| 03          | 63                      | 20/9                | 71                          |
| Sounatogo   |                         |                     |                             |
| 01          | 49                      | 12/8                | 64                          |
| 02          | 48                      | 15/8                | 51                          |
| 03          | 44                      | 31/8                | 50                          |

TABLEAU 35 KOPORO MIL DUREE DATES DE PHASES DE DEVELOPPEMENT

|      | Dates semis | Tallage<br>Montaison<br>jours | Date<br>50 %<br>Floraison | Semis 50 %<br>Floraison<br>jours | Difference |
|------|-------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------|
| NKK  | 7/7         | 52                            | 21/3                      | 78                               | -          |
|      | 22/7        | 40                            | 26/9                      | 66                               | 12         |
|      | 6/8         | 32                            | 10/10                     | 65                               | 1          |
| M2d2 | 7/7         | 47                            | 16/3                      | 73                               | -          |
|      | 22/7        | 39                            | 25/9                      | 65                               | 8          |
|      | 6/8         | 32                            | 9/10                      | 64                               | 1          |

Pour le poids de 1000 grains on observe une différence hautement significative :

- pour les dates de semis, le poids croit avec le retard des dates comme la satisfaction à la floraison qui augmente de 70 à 78 et 76 %
- entre les mêmes variétés que précédemment
- de l'interaction date-variété.

Même en année sèche, la variété photopériodique M9 D3 donne des rendements assez comparables à NKK et supérieure aux autres variétés précoces. Ceci indique que cette variété n'est pas à rejeter de la zone.

A KOPORO, l'effet est hautement significatif sur le rendement grain et ----- paille. Les rendements faibles, non différenciés aux deux premières dates accusent une baisse de 45 % pour la date la plus tardive. Les variétés n'accusent aucune différence entre elles. (Tableau 39).

#### 2.4.1.11. Conclusion

-----

Les observations et mesures réalisées sur les mils au Mali permettent de dégager l'effet du niveau d'intensification et du photopériodisme sur les termes du bilan hydrique.

On constate que le mil possède une très bonne aptitude à s'enraciner en profondeur jusqu'à 1,60 m. Ses racines peuvent être abondantes jusqu'à 1,20 m, colonisant parfaitement le profil à tel point qu'on a pu distinguer deux fronts d'enracinement intense et intermédiaire.

Ces caractéristiques du système racinaire, dont la vitesse d'enracinement peut atteindre 2 cm/jour, contribuent sans aucun doute à expliquer la bonne capacité de la plante à résister à des périodes de forte sécheresse.

On relève une variabilité relativement élevée de l'enracinement en fonction des conditions pédoclimatiques (cuirasse, horizon à engorgement) du travail du sol et du photopériodisme (réduction de l'enracinement pour les dates tardives).

Avec les niveaux d'intensification croissant (travail du sol et fumure minérale et organique) on constate une plus rapide et meilleure colonisation racinaire au dépend de l'enracinement maximum.

Cette année particulièrement sèche globalement mais surtout séquentiellement n'a pas permis aux variétés d'exprimer leur potentialité. Les rendements sont moyens au Centre et au Sud et insignifiant au Nord.

#### SORGHO

##### 2.4.1.12. Etude de l'effet du photopériodisme sur les termes du bilan hydrique du Sorgho.

Les observations réalisées en 1986 sur SH1 D3 et tiemarifing concernant le photopériodisme (AFFOLDER 1986) ont été reprises en 1987 sur trois variétés.

Le photopériodisme se caractérise par le déclenchement de l'induction florale au moment des périodes de l'année où la durée de la nuit est la plus longue. (KONATE 1984).

Trois variétés (SD1 D3 et locale photopériodique et une locale semi-tardive faiblement sensible) ont été semées à trois dates (7/06, 27/06 et 13/07).

Les observations phénologiques effectuées montrent que les trois variétés sont photosensibles, la locale semi-tardive l'étant un peu moins toutefois.

En effet pour les semis effectués à 20 jours d'écart l'épiaison des deux variétés pour les deux premières dates s'est produit en même temps avec un léger décalage (7 jours) pour la troisième date, alors que l'écart pour la semi-tardive a été nettement plus importante (14 jours). (Tableau 40).

Ainsi les phases floraison, fructification et maturation restent constantes. Seule la phase végétative s'allonge avec la précocité des semis.

De début Juin au 5 Juillet le cycle va passer de 155 jours à 120 jours et la phase végétative diminue de 35 jours. (GUEYE 1987).

Le photopériodisme n'est pas sans conséquence sur les termes du bilan hydrique.

En effet on constate qu'avec l'écart des semis :

- la différence d'élongation est significative entre les variétés et hautement significative entre les dates de semis. Les variétés photopériodiques sont plus hautes que la semi-tardive faiblement sensible. La hauteur à la première date est plus importante qu'à la deuxième; l'ensemble nettement plus développé qu'à la troisième date quelque soit la variété. (Tableau 41)

- les différences de profondeur d'enracinement sont hautement significatives autant pour le facteur variétal que le facteur date de semis. Pour une date de semis donnée la variété semi-tardive s'enracine mieux que la locale photopériodique et cette dernière mieux que la SH1 D3.

De même pour une même variété, elle s'enracine de moins en moins profondément avec les semis les plus tardifs. (Tableau 41). Ceci est valable pour l'enracinement maximum et pour le front d'enracinement intense.

L'observation des cartes racinaires (6) montre que le maximum de densité racinaire est obtenu pour la deuxième date de semis. Pour la troisième date la densité est très proche de cette dernière pour la variété locale un peu moins dense pour la SH1 D3 et bien plus faiblement développée pour la locale semi-tardive.

La conséquence sur le rendement apparaît :

- pour le rendement épis la différence entre les variétés est significative; la SH1 D3 ayant la meilleure productivité. Par ailleurs la différence est hautement significative pour les dates. Le rendement croissant de la première à la deuxième date (+ 25 %) s'effondre pour la troisième (- 57 %). (Tableau 42)

- pour le rendement en paille la différence n'est pas significative pour les variétés. Elle est hautement significative pour les dates de semis. La troisième date se distingue des deux autres non différenciées entre elles, par une baisse de rendement de 5t/ha de paille soit 62 %. (Tableau 44)

- pour le rendement en grain, (tableau 40) la différence entre les trois variétés n'est pas significative (938 à 1139 Kg/ha). Par contre elle est hautement significative entre les trois dates et varie identiquement au rendement épis de la première à la deuxième date, augmentation de 19 % suivi pour la troisième date d'une baisse de 72 %

- pour le poids de 1000 graines, la différence est hautement significative pour le facteur variétal, la variété locale photopériodique, avec 34 g, se distingue des deux autres non différenciées entre elles avec 26 g. La date de semis n'a aucun effet sur le poids sans doute parce que la satisfaction hydrique lors de la maturation a été de 80 %, semblable quelque soit la date

- sur le bilan hydrique, calculé à l'aide du modèle BIP, aucune différence variétale n'apparaît. Seule s'observe une différence de consommation (ETR mm) entre les dates de semis.

| ETR                | Efficience de l'eau. |        |
|--------------------|----------------------|--------|
| -----              | -----                |        |
| 1ère date = 630 mm | 2,0 Kg/mm            | grain  |
| 2ème date = 536 mm | 2,8 Kg/mm            | grain  |
| 3ème date = 444 mm | 1,0 Kg/mm            | grain. |

A la deuxième date l'efficience de l'eau pour la fabrication du grain est nettement plus élevée qu'à la 1ère date (+ 40 %) et chute pour la 3ème date (- 50 % à - 65 %), en accord avec la densité d'enracinement observée.

Cet essai vérifie que la production de matière sèche totale a tendance à augmenter avec la longueur du cycle (FRANQUIN 1984, FOREST 1986).

TABLEAU 40 DATES APPROXIMATIVES DE LA FLORAISON A 50 %

| DATE     | BLOCS/TRAITE | I  | II | III | IV | JAS |
|----------|--------------|----|----|-----|----|-----|
| 15/9/87  | A1           | 51 | 48 | 67  | 68 | 100 |
| 15/9/87  | A2           | 51 | 40 | 33  | 15 | 80  |
| 28/9/87  | A3           | 63 | 60 | 59  | 53 | 77  |
| 24/9/87  | B1           | 50 | 47 | 43  | 42 | 107 |
| 24/9/87  | B2           | 40 | 46 | 40  | 44 | 87  |
| 01/10/87 | B3           | 10 | 35 | 16  | 20 | 80  |
| 24/9/87  | C1           | 50 | 50 | 49  | 45 | 107 |
| 24/9/87  | C2           | 50 | 46 | 46  | 47 | 87  |
| 01/10/87 | C3           | 28 | 39 | 38  | 44 | 80  |

A=LOCALE SEMI-TARDIVE

1,2 ET 3 DATES SEMIS

B=LOCALE PHOTOPERIODIQUE

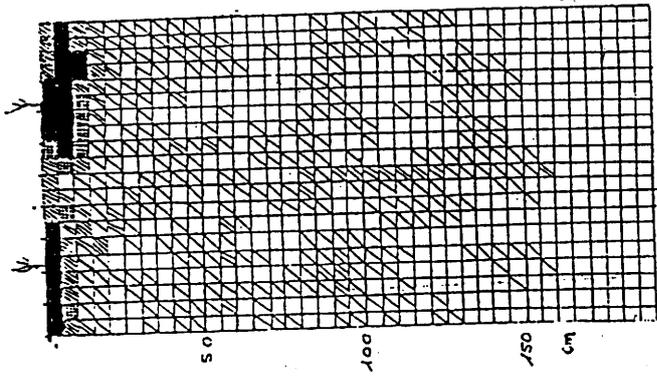
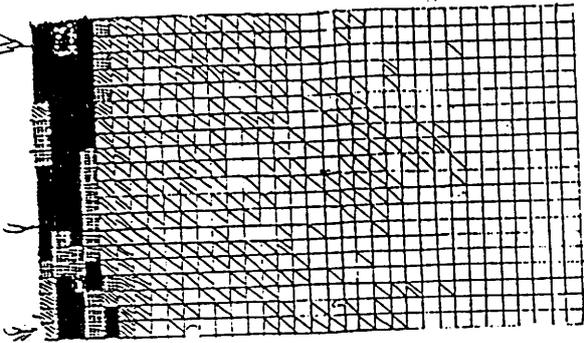
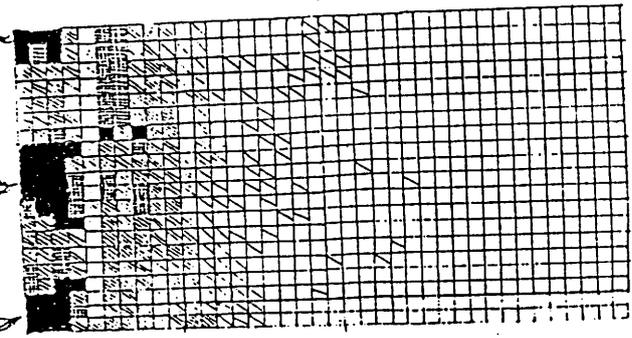
C=SH103

TABLEAU 41 SOTUBA RESULTATS DES MESURES D'ELONGATION ET D'ENRACINEMENT  
ESSAI PHOTOPERIODISME SORGHO 1987

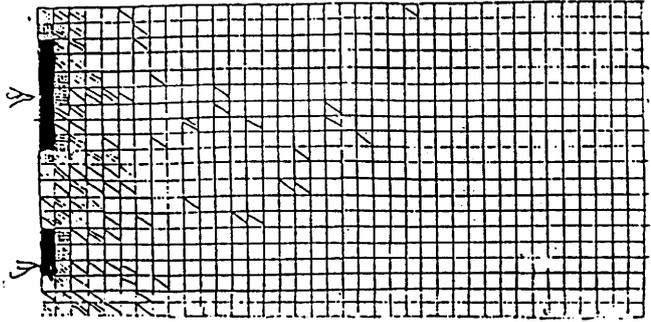
| TRAITEMENT    | A1   | B1   | C1   | A2   | B2   | C2   | A3   | B3   | C3   | SIGNIFICATION | CV%       |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|-----------|
| VARIETES      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Vtés          | dates     |
| ELONGATION:   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |           |
| en m          | 4.19 | 4.32 | 4.50 | 3.86 | 4.23 | 4.28 | 2.98 | 3.23 | 3.10 | S             | HS : 6.0  |
| PROFONDEUR:   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |           |
| en cm<br>MAXI | 154  | 153  | 139  | 165  | 146  | 122  | 153  | 142  | 113  | HS            | HS : 5.1  |
| PROFONDEUR:   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |           |
| FRONT INTE:   | 116  | 110  | 107  | 117  | 100  | 74   | 102  | 107  | 78   | HS            | HS : 11.1 |

TABLEAU 42 SOTUBA 1987 RENDEMENT GRAINS ET EPIS EN Kg/ha ET POIDS DE 1000 GRAINES en g  
ESSAI PHOTOPERIODISME DU SORGHO SOTUBA 1987

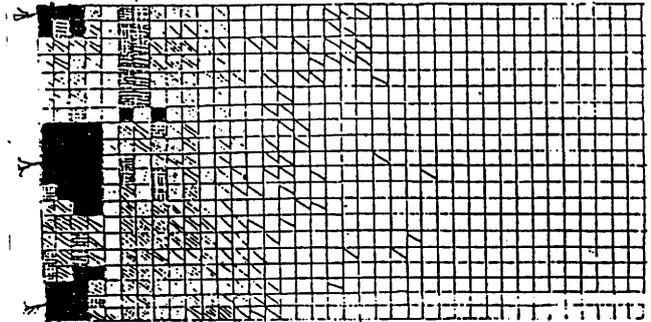
| TRAITEMENT: | A      | B      | C      | D1     | D2     | D3     | SIGNIFICATION  | CV%       |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|-----------|
| VARIABLE    |        |        |        |        |        |        | Vtés:DTE SEMIS |           |
| Rdt GRAIN   |        |        |        |        |        |        |                |           |
| Kg/ha       | 1125   | 938    | 1139   | 1271b  | 1514a  | 424c   | NS             | HS : 21.2 |
| Rdt EPIS    |        |        |        |        |        |        |                |           |
| Kg/ha       | 1632ab | 1424b  | 1861a  | 1771b  | 2208a  | 944c   | S              | HS : 24.5 |
| Pds 1000    |        |        |        |        |        |        |                |           |
| GRAINS g    | 23.01b | 34.84a | 26.38b | 27.34c | 27.83c | 29.06c | HS             | NS : 14.5 |
| POIDS       |        |        |        |        |        |        |                |           |
| PAILLES     | 6 403  | 6 823  | 6 280  | 8 385a | 8 012a | 3 110b | NS             | HS : 18.5 |



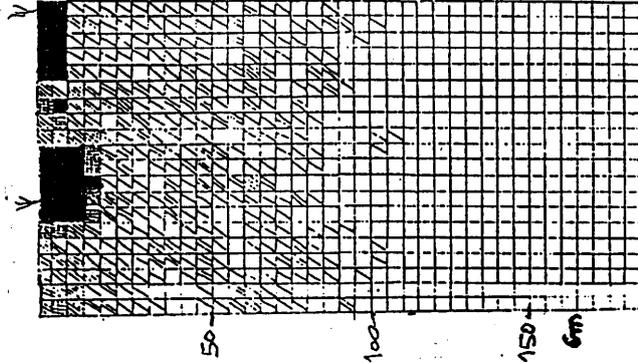
9103



LOTTE ROUTIERE



LOTTE 1/2 ROUTIERE



|   |          |
|---|----------|
| 0 | Racine   |
| 1 | "        |
| 2 | "        |
| 3 | 2/2 C "  |
| 4 | 2/2 10 " |
| 5 | > 10 "   |

CARTE RACINAIRE 6

SOTTIRA 501640

WRITE

91103

DATE DATE

DATE DATE

#### 2.4.1.13. Conclusion.

Les observations et mesures réalisées au Mali au cours des campagnes 1986 et 1987 permettent de dégager l'effet du niveau d'intensification et du photopériodisme sur les termes du bilan hydrique.

On constate que le Sorgho possède une bonne aptitude à s'enraciner en profondeur, les racines les plus profondes atteignant deux mètres en sol à bonne structure. Ses racines peuvent être abondantes jusqu'à 80 cm. Ces caractéristiques du système racinaire du sorgho contribuent sans aucun doute à la capacité de la plante à résister à des périodes de sécheresse au cours de son cycle, de par l'importance du "volant hydrique" qui en résulte.

En 1987 comme en 1986, on relève cependant une variabilité relativement élevée des caractéristiques de l'enracinement en fonction des conditions pédoclimatiques (cuirasse, horizon à engorgement), de la variété, du travail du sol et de la photopériode (réduction de l'enracinement pour des semis tardifs).

Avec les niveaux d'intensification croissants (travail du sol et fumure) on constate en 1986 une plus rapide et meilleure colonisation racinaire du profil, avec accroissement du front intense, au dépend de l'enracinement maximum.

Cette amélioration de la colonisation racinaire favorise une consommation d'eau plus importante, une meilleure efficacité de cette eau consommée et par conséquent une augmentation de rendement. En 1986, la variété de sorgho non photopériodique (CE 90) a montré une efficacité supérieure à celle des variétés photopériodiques (SH1 D3, Tiemarifing).

Si le sorgho manifeste une réponse à l'eau, sa sensibilité au stress hydrique est nettement moins élevée que celle du maïs. Ce qui en fait du reste une plante mieux adaptée aux zones semi-arides.

Il a été vérifié en 1986 de plus que l'écart des valeurs de consommation en eau mesurées "in situ" et calculées par simulation (modèle BIP 186) était suffisamment étroit (< 10 %) pour que le modèle de simulation soit utilisé dorénavant au Mali pour expliquer la variabilité des rendements et déterminer les chances de réussite de cette culture.

## 2.5. CARACTERISATION HYDRIQUE "IN SITU" DES SOLS.

### 2.5.1. Objectif.

Le facteur hydrique est primordial dans l'élaboration du rendement en zone soudano-sahélienne. La connaissance de la capacité hydrique et de la réserve en eau utile des sols est donc nécessaire. C'est un des paramètres importants pour le calcul du bilan hydrique.

### 2.5.2. Méthodologie.

On procède par irrigation jusqu'à saturation du sol en double anneau. (Méthode MUNTZ). Ensuite on suit, par mesures réalisées à un pas de temps de plus en plus espacé avec la durée de l'opération, l'évolution de l'humidité du sol.

Les mesures sont faites à l'aide d'une Sonde à neutrons. (Solo 40). On détermine :

- l'humidité au point de flétrissement permanent (pF 4.2) - en laboratoire
- la capacité de rétention hydrique
- humidité minimum.

La réserve en eau utile (RU) est la quantité d'eau, sur une profondeur de sol donnée, comprise entre l'humidité au point de flétrissement permanent et celle à la capacité de rétention.

### 2.5.3. Lieux de réalisation.

L'étude a été réalisée sur une gamme de sols à texture bien différente, à Longorola et à Cinzana, allant des sols sablo-limoneux aux sols très argileux.

### 2.5.4. Résultats.

On constate une bonne identité entre l'humidité minimum "in situ" et l'humidité à pF 4.2 obtenu en laboratoire sur l'ensemble du profil pour les sols sablo-limoneux, et sur 1 mètre pour les sols argileux; en dessous l'humidité minimum est parfois plus élevée. (Fig. 17-18).

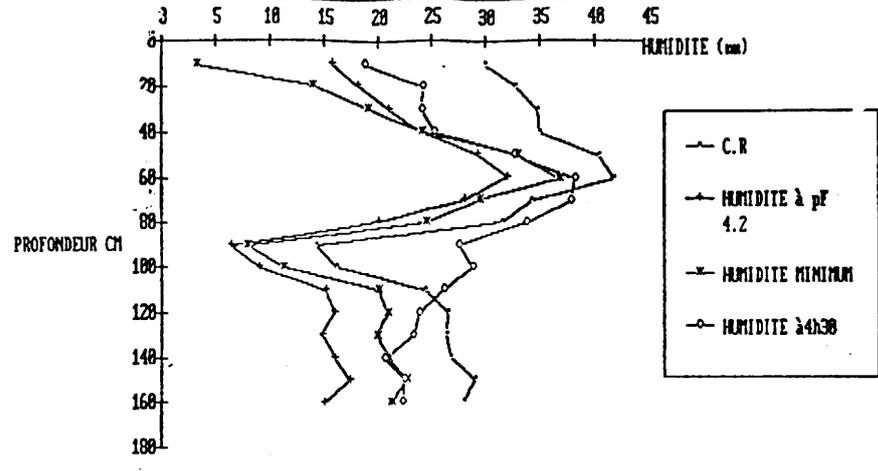
La réserve en eau utile varie comme la teneur en argile dans de larges limites.

En sol sablo-limoneux (sol léger de Cinzana) elle est de 7 à 7,5 mm/10 cm de sol, 10 mm en sol sablo-argileux à 12/12,5 en sol très argileux (sol lourd de Cinzana). (Tableau 45 - Fig. 1 et 2). Dans des sols dunaires très sableux la réserve descend à 6/6,5 mm/10 cm (Sénégal-Niger).

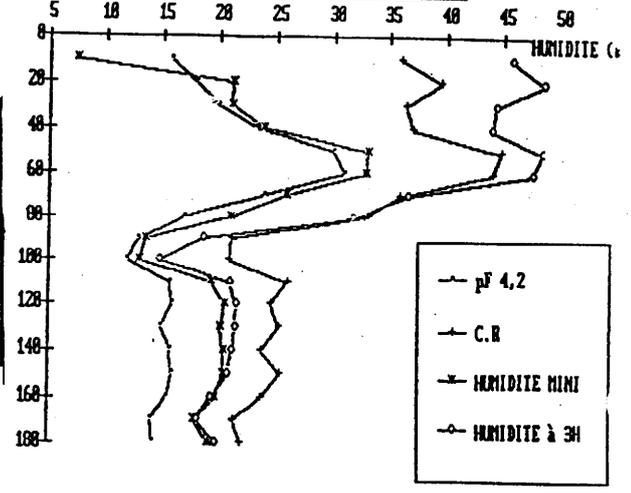
Tableau 45 - Caractéristiques hydriques des sols.

| Sites                    | Argile % | Humidité en mm (150 cm) |       |     | Nbre sites étudiés |
|--------------------------|----------|-------------------------|-------|-----|--------------------|
|                          |          | C. R.                   | pF4.2 | RU  |                    |
| CINZANA                  |          |                         |       |     |                    |
| Sol léger                | 15 à 20  | 200                     | 88    | 112 | 2                  |
| Sol intermédiaire        | 20 à 30  | 308                     | 157   | 150 | 6                  |
| Sol lourd                | 35 à 70  | 439                     | 255   | 185 | 4                  |
| LONGOROLA                |          |                         |       |     |                    |
| Sol sur cuirasse (80 cm) | 20-35    | 141                     | 53    | 88  | 1                  |
| sol profond              | 25 à 40  | 399                     | 234   | 165 | 2                  |

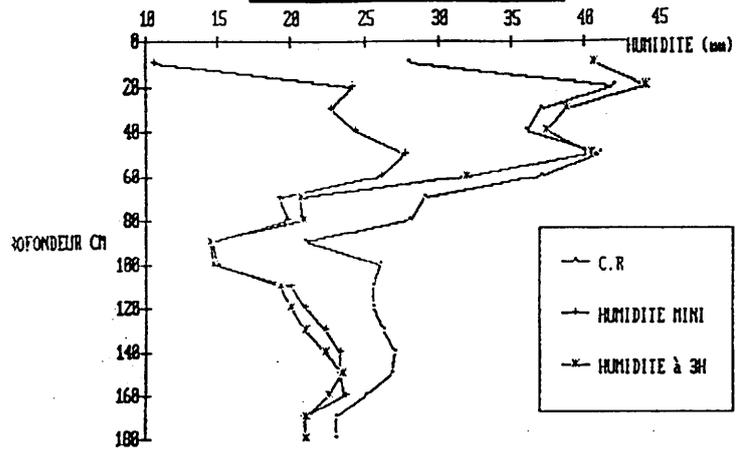
CINZANA: SOL LOURD GRATTAGE ICRISAT  
DETERMINATION DES PROPRIETES HYDRIQUES



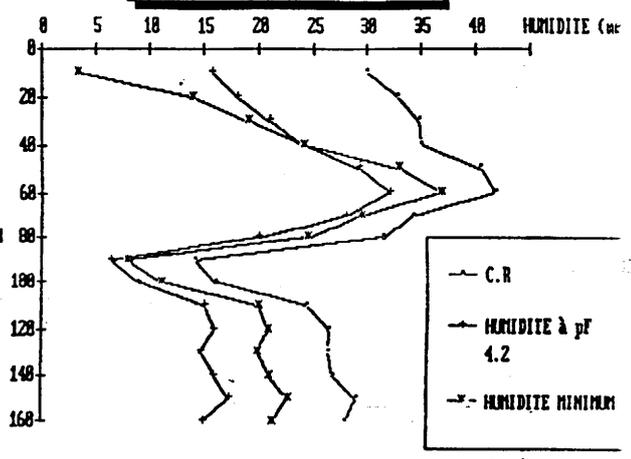
CINZANA: SOL LOURD CHISELAGE  
DETERMINATION DES PROPRIETES HYDRIQUES



CINZANA: SOL LOURD GRATTAGE  
DETERMINATION DES PROPRIETES HYDRIQUES



CINZANA: SOL LOURD S-SOL/BILLON  
CLOISSONNE  
DETERMINATION DES PROPRIETES HYDRIQUES



CINZANA: SOL LOURD S-SOL/BILLON  
CLOISSONNE  
DETERMINATION DES PROPRIETES HYDRIQUES

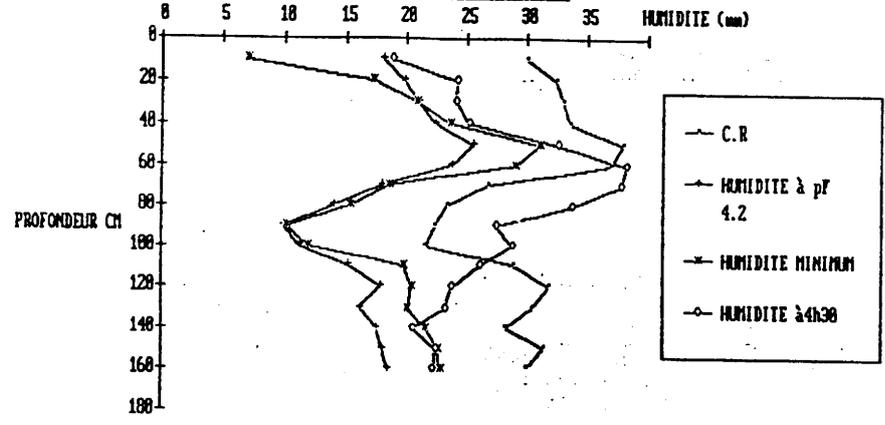


Fig 18

CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DES SOLS

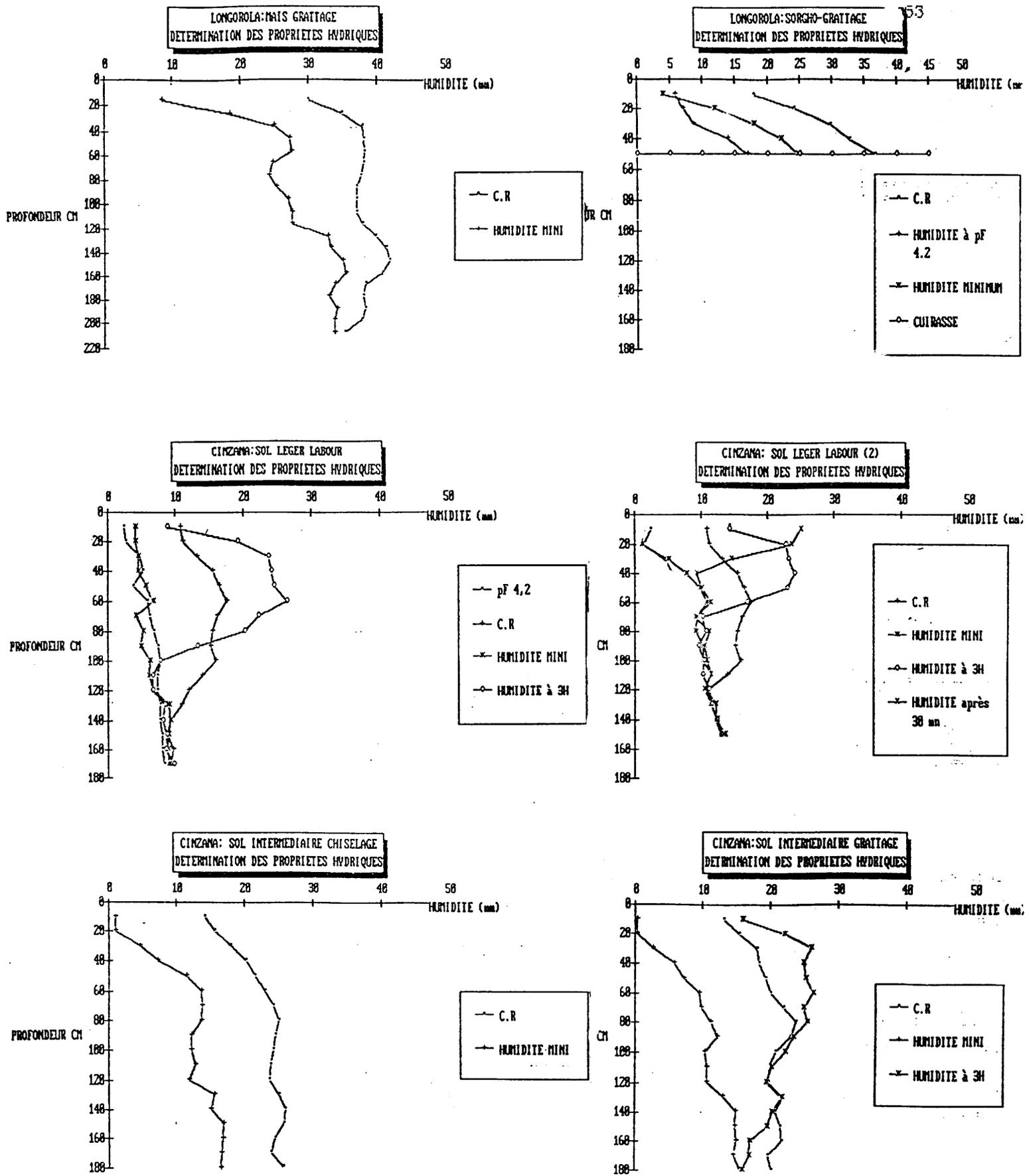


Fig 17

CARACTERISTIQUES HYDRIQUES DES SOLS

### 2.5.5. Conclusion

-----

La réserve en eau utile combinée à l'enracinement spécifique des cultures donne l'importance du volant hydrique ou réserve en eau utile racinaire dont disposera la culture. A noter que le maïs par exemple a une meilleure croissance et un rendement supérieur en sol sablo-argileux qu'en sol argileux à meilleure réserve pourtant maïs plus compact et à risque d'engorgement temporaire. l'inverse s'observe pour le Sorgho.

## 2.6. Zonage par culture

### 2.6.1 Objectif.

Pour les principales cultures (Maïs, Sorgho, Arachide et Mil) il s'agit d'évaluer le risque pédoclimatique lié à ces spéculations; compte tenu :

- du type de sol
- du réservoir en eau
- du niveau d'intensification et de son incidence sur la dynamique racinaire
- de la variété (cycles différents, photopériodisme, adaptation à la sécheresse et réponse à l'eau)
- des conditions climatiques.

Nous ne présentons qu'un résumé de ces zonages car ils sont publiés sous forme de 4 rapports bien développés.

### 2.6.2. Méthodologie.

Ce travail est le résultat :

- d'une synthèse des résultats de la Recherche Agronomique
- d'essais pour déterminer l'effet des niveaux d'intensification sur les termes du bilan hydrique des cultures
- de la caractérisation de la réserve en eau utile des principaux sols
- de la modélisation du bilan hydrique utilisant des paramètres déterminés donc dans les conditions pédoclimatiques contrastées du Mali.

Cette modélisation doit permettre :

- d'établir une fonction de production qui prenne en compte les termes du bilan hydrique explicatifs du rendement
- d'élaborer un zonage des potentialités pédoclimatiques pour chaque culture, s'appuyant sur le zonage de base qui reste le référentiel agropédoclimatique du Mali.

### Calcul du bilan hydrique.

Un tel travail est réalisable grâce à un outil adapté et fiable qui est le modèle de simulation du bilan hydrique pentadaire qui a fait ses preuves (zonage du riz pluvial au Brésil Forest-Reyniers. Carte d'aptitude de la riziculture pluviale en Côte d'Ivoire S. VALET 1982). En plus au Mali, les différences de consommation en eau entre les mesures "in situ" avec un humidimètre à neutrons et les résultats de la simulation ne dépassent pas 5 à 8 % pour le Maïs et le Sorgho.

Pour réaliser le diagnostic de la satisfaction hydrique il est nécessaire de connaître les termes du bilan hydrique.

$$P - R - D - H - ETR = 0$$

P = pluie  
 R = ruissellement considéré comme nul  
 D = drainage  
 H = variation de stock d'eau  
 ETR = Evapotranspiration réelle.

Données utilisées.

- pluviométrie

Sur la base des fichiers ORSTOM de pluviométrie journalière on a procédé à la création de 35 fichiers opérationnels pour la période 1950-1985

- Demande évaporative.

Nous avons retenus les données de l'Ev bac A. Comme ils étaient peu nombreux on a établi une corrélation mensuelle entre leurs résultats et ceux de l'ETP Penman (Agrométéorologie Nationale) plus nombreux, pour pouvoir extrapoler en tout lieu du Mali la demande évaporative.

- Coefficients culturaux.

Ces derniers pondèrent la demande évaporative en fonction du développement des cultures.

La base des données pour les 4 cultures a été constituée à partir de données régionales.

- Réserve en eau utile racinaire.

Le modèle modifié permet de prendre en compte deux vitesses d'enracinement

- vitesse rapide jusqu'à la floraison (ou 50 premiers jours)
- vitesse lente de la floraison à la récolte.

Cette donnée intègre deux caractéristiques :

- . l'une liée au sol : la réserve en eau utile
- . l'autre liée à la culture : la dynamique racinaire.

+ Réserve en eau utile.

| Sites                   |          | RU mm |     |
|-------------------------|----------|-------|-----|
| -----                   |          | ----- |     |
| LONGOROLA               |          |       |     |
| Sol peu profond         | (60 cm)  | 70/75 | (1) |
| Sol profond             | (150 cm) | 165   | (1) |
| CINZANA                 |          |       |     |
| Sol lourd (vertique)    | (150 cm) | 170   | (1) |
| Sol intermédiaire (A-S) | (150 cm) | 150   | (1) |
| Sol léger (S-L)         | (150 cm) | 110   | (1) |
| SOTUBA                  |          |       |     |
| Sol argilo-sableux      | (150 cm) | 150   | (2) |
| MASSANTOLA              |          |       |     |
| Sol sablo-argileux      | (80 cm)  | 80    | (2) |
| KOPORO                  |          |       |     |
| Sol sableux dunaire     | (150 cm) | 100   | (2) |

(1) Déterminé "in situ"

(2) Estimé à partir de caractérisations régionales en fonction de la texture

+ Enracinement

En 1986 et cette année la dynamique racinaire a été étudiée en fonction des niveaux d'intensification en conditions pédoclimatiques contrastées pour les quatre cultures. Les valeurs d'enracinement retenues correspondent au niveau d'intensification recommandé par la Recherche Agronomique.

La combinaison de la réserve en utile du sol et de l'enracinement qui lui est spécifique au niveau d'intensification retenu donne la gamme de réserves en eau utile racinaire des cultures, paramètres du milieu réel utilisés dans la simulation du bilan hydrique. (Tableau 46).

Ajoutons que la faible différence de satisfaction hydrique déterminée "in situ" et calculée par le modèle informatisé nous autorise à utiliser ce modèle de calcul.

### 2.6.3 Sites d'étude.

Les essais ont été réalisés dans des sites pédoclimatiques contrastés et représentatifs du Mali en s'appuyant sur la carte des potentialités agropédoclimatiques de référence. (Fig. 1).

Tableau 46 - Détermination des réserves en eau utile racinaire (RUR) pour  
 ----- chaque culture.

| Cultures | Réserve en eau utile<br>(mm/m) | Enracinement maximum cm    | RUR/ mm |
|----------|--------------------------------|----------------------------|---------|
| MAIS     | Très bonne : 125               | Moyen : 110 cm             | 140     |
|          | Bonne : 100<br>(cuirasse)      | Faible : 80 cm             | 80      |
|          | Faible : 70                    | très bon : 160 cm          | 110     |
| SORGHO   | Bonne : 100                    | Faible : 100               | 100     |
|          | Bonne : 100                    | Moyen : 140                | 140     |
|          | Très bonne : 110 à 125         | bon à très bon : 160 à 180 | 180     |
| ARACHIDE | Bonne : 100                    | Moyen : 100                | 100     |
|          | Faible : 65                    | Très bon : 150             |         |
| MIL      | Bonne : 100                    | Faible : 60                | 60      |
|          | Bonne : 100                    | Moyen : 120                | 120     |
|          | Faible : 65                    | Très bon : 180             | 120     |

#### 2.6.4. Zonage du Maïs.

Le maïs a joué un rôle croissant car prometteur grâce à une production plus élevée que les autres céréales.

Cette plante, toutefois, est très sensible au déficit hydrique. Aussi avec la persistance de la sécheresse et son intensité (baisse de 30 % de la pluviosité en général) cette culture a régressé et a même été abandonnée dans certaines zones. Sa production subit de plus de bien plus grandes variations que les autres cultures tout en demeurant attractive.

Pour développer cette culture en minimisant les risques il est nécessaire de mieux connaître les contraintes pédoclimatiques dans le contexte du Mali.

##### 2.6.4.1. Relation entre la satisfaction hydrique et le rendement.

L'étude a porté sur les résultats de 54 essais répartis de 1974 à 1986 sur 8 sites.

Deux variétés ont été retenues: Tiémantié (105 jours) Zanguerini (85 jours). La date de semis est celle des essais.

Le rendement de ces deux variétés apparaît bien corrélé avec le produit du taux de satisfaction lors de la floraison ( $ETR/ETM \times 100$  Floraison) par la consommation totale du cycle ( $ETR$  cycle mm).

La relation pour l'ensemble des essais est de la forme logistique.

La formule ci-dessous explicite les termes de la fonction de production :

$$\begin{aligned} \text{Rdt observé} &= a / b (1 + e^{-c x}) \\ a &= 51.22 & r &= 0,73 \\ b &= 27.51 \\ c &= 0,0027 \end{aligned}$$

(Fig. 19)

C'est cette formule qui est utilisée pour la détermination du rendement espéré fréquentiel.

##### 2.6.4.2.1. Date de semis.

Nous avons retenu pour le déclenchement du semis une pluie pentadaire cumulée :

- de 20 mm à partir du 1er Juin pour le Tiémantié
- de 15 mm à partir du 15 Juin pour le Zanguerini.

#### 2.6.4.2. Résultats de la simulation

##### 2.6.4.2.1. Maïs Tiémantié

Les résultats du rendement espéré pour la période normale (1950-1985) et sèche (1970-1985) aux fréquences atteintes ou dépassées 5/10 et 8/10 ans sont bien corrélés avec la latitude et la longitude.

Les équations sont données dans le tableau 47. A partir de ces équations il est possible de calculer le rendement espéré pour tout lieu du Mali et de dresser des cartes (carte 1-2).

Le tableau 48 donne le rendement espéré pour les zones agropédoclimatiques du Mali pour chaque période, aux fréquences atteintes ou dépassées pour les trois réserves en eau utile.

Il ressort de l'examen de ces cartes que le rendement diminue :

- avec la latitude.

+ En période normale de 36 Qx/ha (8/10) et 40 Qx/ha (5/10) de la zone I à 4 et 12 Qx/ha en zone VI soit une baisse relative de 88 et 70 %.

+ En période sèche de 33 (8/10) et 38 Qx/ha (5/10) en zone I à 1 et 5 Qx/ha soit une baisse relative plus élevée atteignant 96 et 86 %. (Fig.20).

- avec la réduction de la réserve en eau utile et ce très fortement à partir de la zone IV. Elle est de 23 % pour une réserve de 80 mm par rapport à la réserve de 110 mm et atteint 33 % par rapport à celle de 140 mm.

Il est possible de raisonner sur l'extension possible en latitude de la maïsiculture en fonction d'un risque choisi, qui tient compte de la période (normale ou sèche), de la fréquence (8/10 ou 5/10 ans) et de la réserve en eau utile (140, 110, 80 mm).

Si l'on retient 20 Qx/ha comme rendement maximum espéré, les zones de production s'étendront comme suit :

| Périodes | Fréquences<br>atteinte ou dépassée | RU<br>mm | Extension aux zones |
|----------|------------------------------------|----------|---------------------|
| 1950 -85 | 5/10                               | 80       | IV                  |
|          |                                    | 140      | V                   |
|          | 8/10                               | 80       | III                 |
|          |                                    | 140      | IV                  |
| 1970-85  | 5/10                               | 80       | Milieu IV           |
|          |                                    | 140      | IV                  |
|          | 8/10                               | 80       | III                 |
|          |                                    | 140      | Milieu IV           |

Chaque scénario correspond soit à un risque accepté soit à des paliers successifs que l'on se propose d'atteindre au fur et à mesure de l'accroissement de l'équipement des cultivateurs et/ou de l'acquisition d'une meilleure technicité.

#### 2.6.4.2.2. Maïs Zanguerini.

Le rendement est bien corrélé à la latitude et longitude ( $R > 0,90$ ). Le tableau 49 donne les équations de régression multiple matérialisant cette

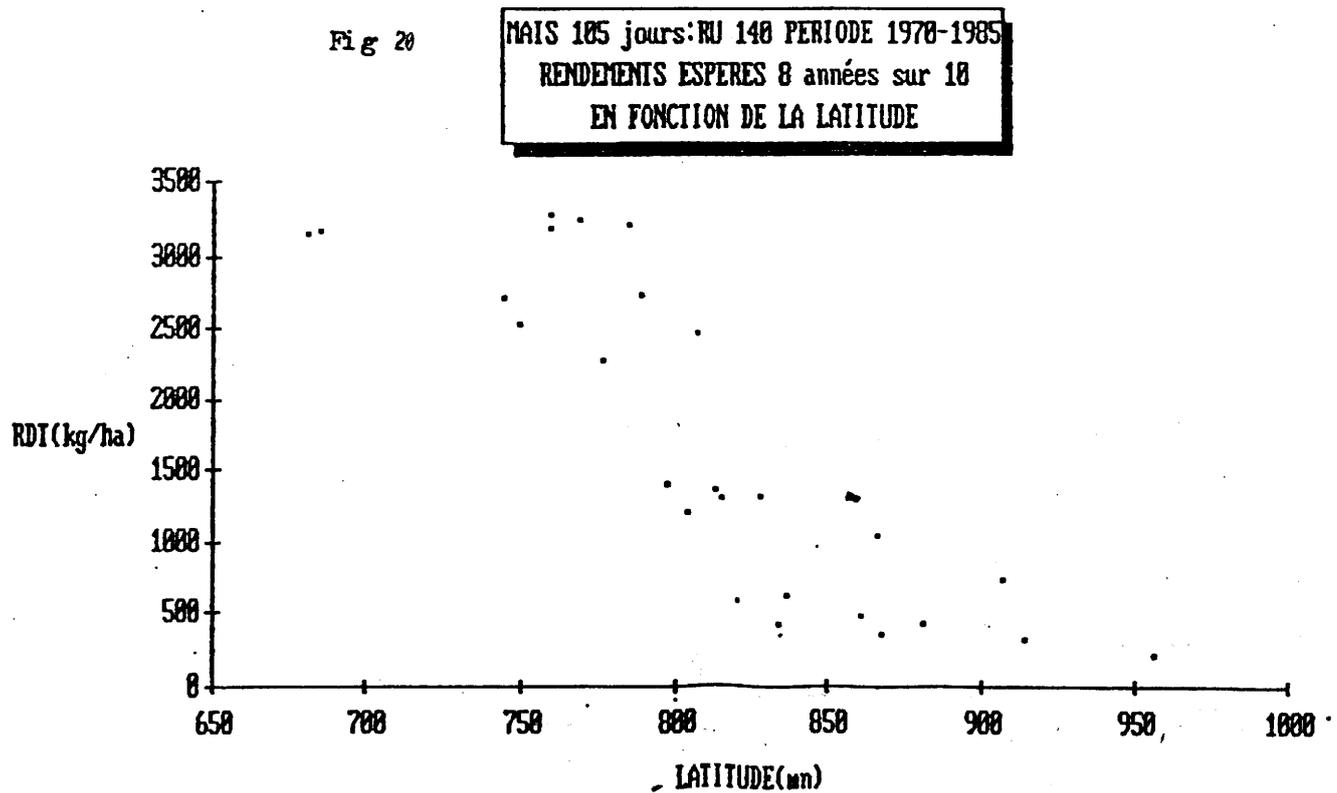
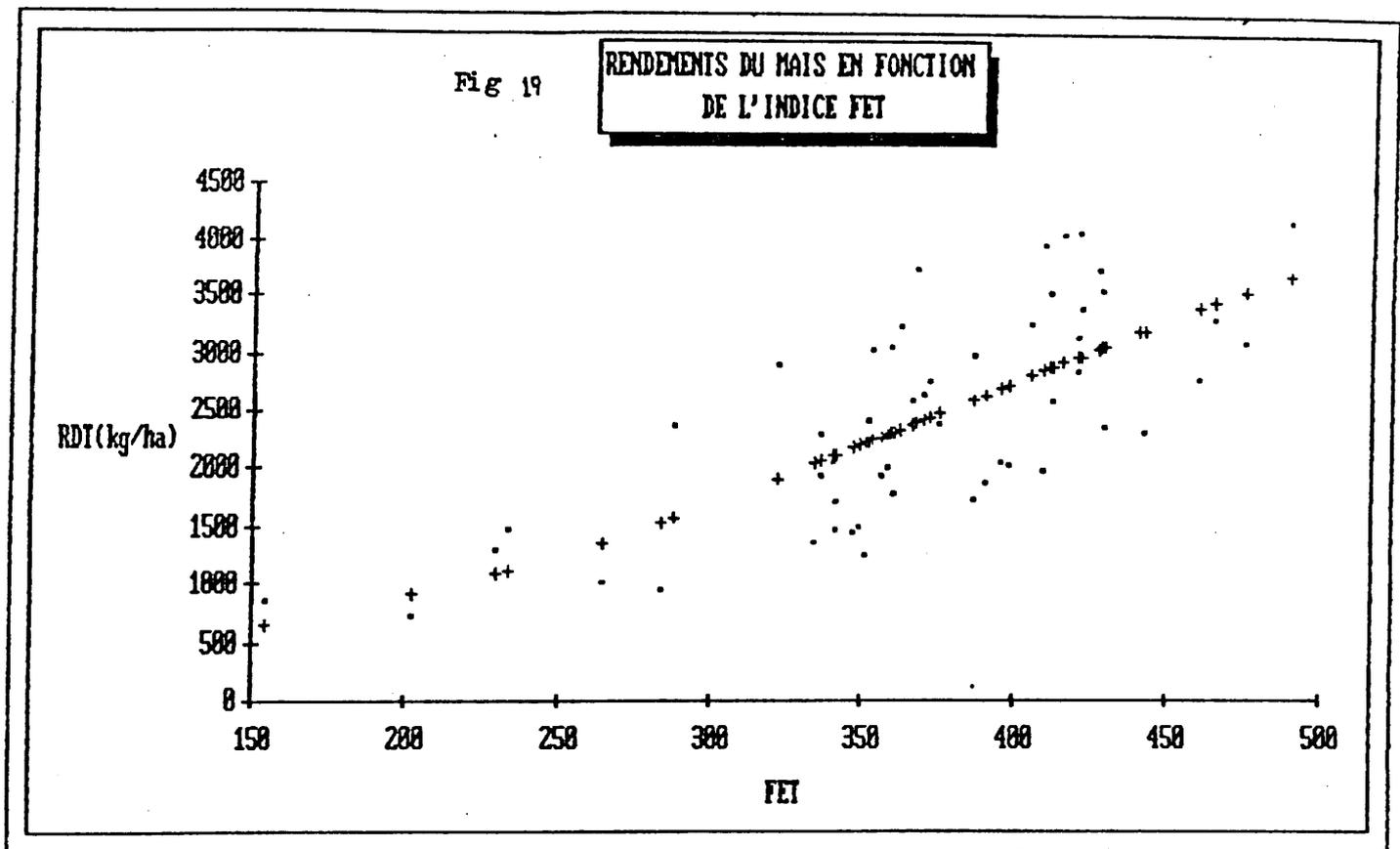


TABLEAU 47 EQUATION DES DROITES DE RENDEMENT ESPERE (Q<sub>k</sub>/ha) en FONCTION DE LA LATITUDE/LONGITUDE POUR UN MAIS DE 105J AUX 3 NIVEAUX DE RESERVE en EAU UTILE , en PERIODE NORMALE et SECHE (frequence ≥ 5/10 et 8/10)

|         |           | RU ( mm )                                  |  |  |
|---------|-----------|--|--|--|
| PERIODE | FREQUENCE | 140mm                                      | 110 mm                                     | 80 mm                                      |
| 1950-85 | 5/10      | Y=-12.9383L+2.4667 I<br>+12057.77 (r=0.91) | Y=-13.384L+2.082 I<br>+12523.434 (r=0.91)  | Y=-12.379L+1.5066 I<br>+11543.669 (r=0.91) |
|         | 8/10      | Y=-15.103L+1.922 I<br>+13271.65 (r=0.91)   | Y=-15.7333L+2.174 I<br>+13563.799 (r=0.95) | Y=-12.1198L+0.805 I<br>+11059.33 (r=0.91)  |
| 1970-85 | 5/10      | Y=-14.926L+2.876 I<br>+13002.79 (r=0.92)   | Y=-16.968L+3.268 I<br>+14396.5 (r=0.94)    | Y=-13.122L+1.547 I<br>+11814.55 (r=0.93)   |
|         | 8/10      | Y=-14.832L+2.342 I<br>+12651.59 (r=0.90)   | Y=-16.477L+2.767 I<br>+13659.18 (r=0.93)   | Y=-12.295L+0.646 I<br>+11173.12 (r=0.90)   |

L=LATITUDE I=LONGITUDE

TABLEAU 48 RENDEMENT ESPERE CALCULE D'UN MAIS DE 105 JOURS POUR LES ZONES AGROPEDECLI-MATIQUES EN FONCTION DE LA RESERVE EN EAU UTILE POUR LES PERIODES NORMALES ET SECHES ( FREQUENCE ≥ 5/10 et 8/10 )

|          |           | ZONES AGROPEDECLI-MATIQUES HOMOGENES |      |         |         |         |         |         |      |
|----------|-----------|--------------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| PERIODES | FREQUENCE | RU (mm)                              | I    | II      | III     | IV      | V       | VI      | VII  |
| 1950-85  | 5/10      | 80                                   | > 36 | 36 à 30 | 30 à 26 | 26 à 21 | 21 à 15 | 15 à 8  | < 8  |
|          |           | 111                                  | > 39 | 39 à 35 | 35 à 30 | 28 à 25 | 25 à 20 | 20 à 10 | < 10 |
|          |           | 140                                  | > 40 | 40 à 36 | 36 à 30 | 30 à 25 | 25 à 20 | 20 à 12 | < 12 |
|          | 8/10      | 80                                   | > 30 | 30 à 25 | 25 à 21 | 21 à 15 | 15 à 8  | 8 à 2   | 0    |
|          |           | 110                                  | > 35 | 35 à 26 | 26 à 22 | 23 à 16 | 16 à 9  | 9 à 3   | < 3  |
|          |           | 140                                  | > 36 | 36 à 28 | 28 à 25 | 25 à 18 | 18 à 11 | 11 à 4  | < 4  |
| 1970-85  | 5/10      | 80                                   | > 34 | 34 à 27 | 27 à 23 | 23 à 17 | 17 à 11 | 11 à 2  | 0    |
|          |           | 111                                  | > 38 | 38 à 38 | 32 à 25 | 25 à 19 | 19 à 12 | 12 à 5  | < 3  |
|          |           | 140                                  | > 38 | 38 à 30 | 30 à 26 | 26 à 20 | 20 à 13 | 13 à 5  | < 5  |
|          | 8/10      | 80                                   | > 30 | 30 à 23 | 32 à 18 | 28 à 10 | 10 à 7  | 7 à 1   | 0    |
|          |           | 111                                  | > 32 | 32 à 25 | 25 à 20 | 20 à 13 | 13 à 8  | 8 à 1   | 0    |
|          |           | 140                                  | > 33 | 35 à 25 | 26 à 22 | 22 à 15 | 15 à 9  | 9 à 1   | 0    |

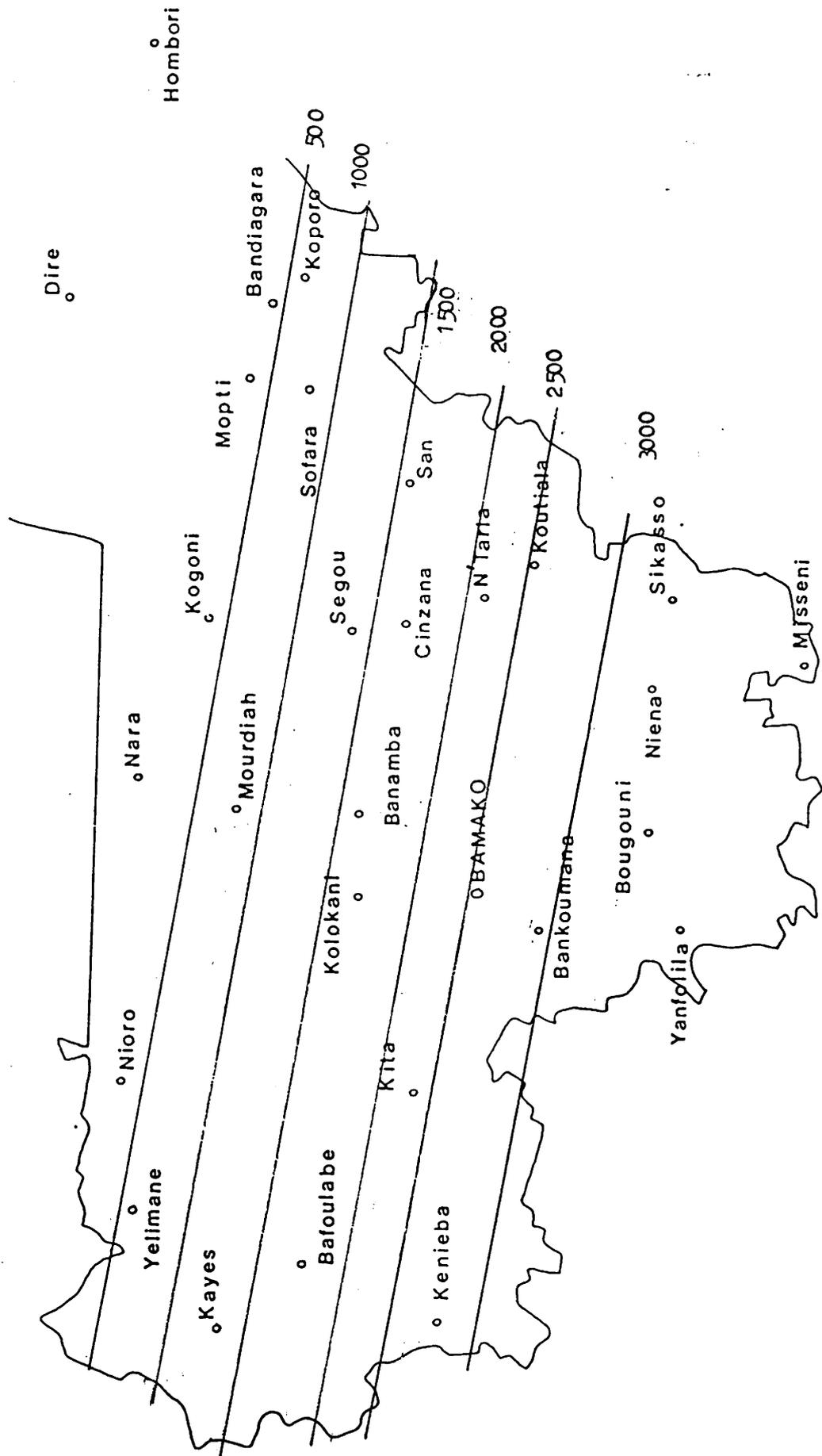
72

TABLEAU 49 EQUATIONS DES DROITES DU RENDEMENT (Qx/ha) EN FONCTION DE LA LATITUDE/LONGITUDE POUR UN MAIS  
 DE 85 JOURS AUX DEUX NIVEAUX DE RESERVE EN EAU UTILE, EN PERIODE NORMALE ET SECHE  
 (FREQUENCES ≥ 5/10 et 8/10)

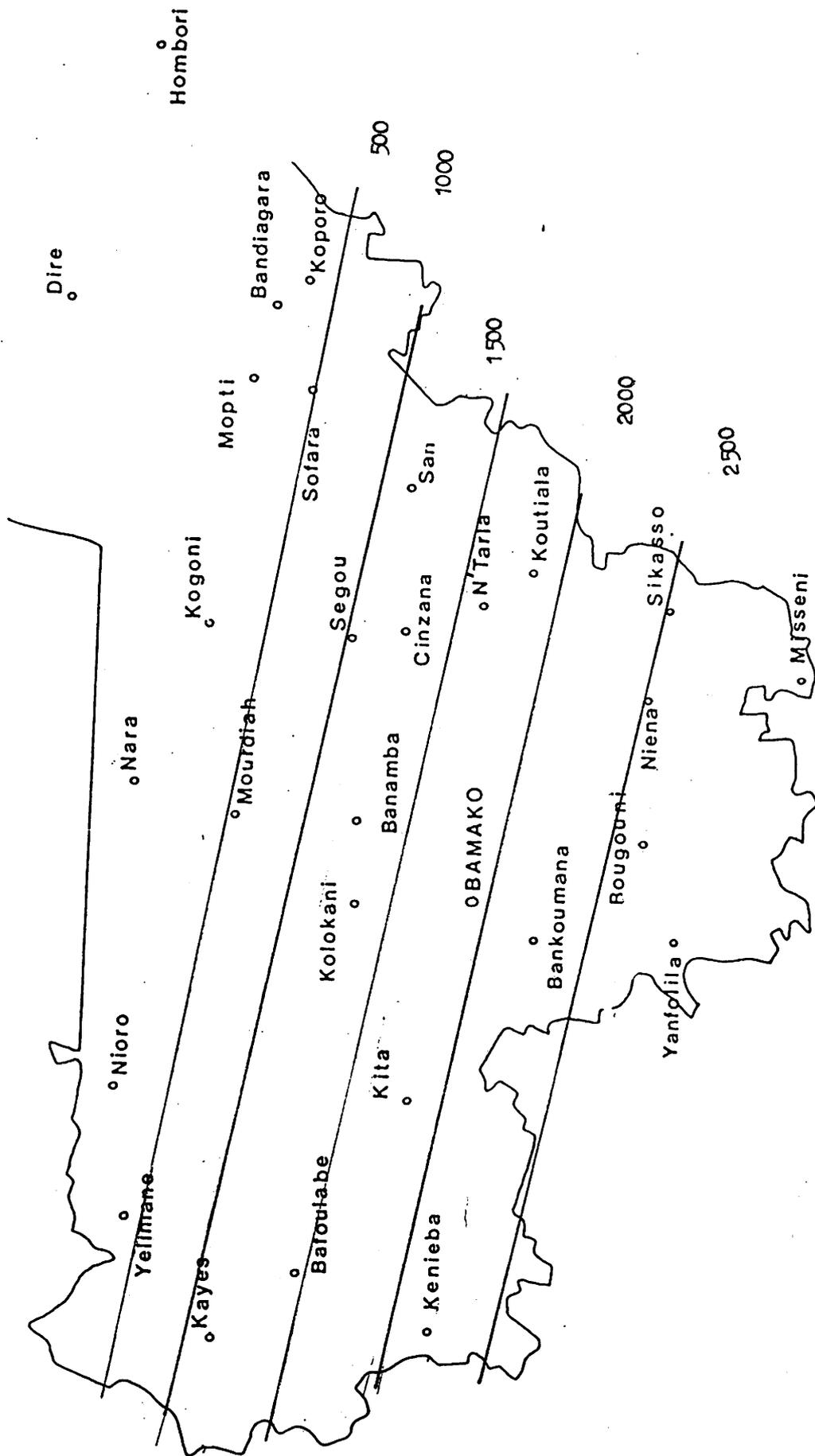
|           |           | RU en (mm)                                    |  |  |  |
|-----------|-----------|---|--|--|--|
| PERIODES  | FREQUENCE | 140 mm  |  | 80 mm  |  |
| 1950 - 85 | 5/10      | Y = - 9,0256 L + 1,688 l + 8621,35 : r = 0,77 |  | Y = - 8,835 L + 2,001 l + 79 59,80 : r = 0,92  |  |
|           | 8/10      | Y = - 11,724 L + 1,81 l + 10114,35 : r = 0,94 |  | Y = - 10,634 L + 1,70 l + 9032,76 : r = 0,94   |  |
| 1970 -85  | 5/10      | Y = - 12,5017 L + 2,481 + 10649,96 : r = 0,95 |  | Y = - 11,082 L + 2,066 l + 94 18,17 : r = 0,95 |  |
|           | 8/10      | Y = - 11,832 L + 2,089 l + 9866,62 : r = 0,95 |  | Y = - 9,844 L + 1,537 l + 8,287,45 : r = 0,91  |  |

TABLEAU 50 RENDEMENT ESPERE CALCULE D'UN MAIS DE 85 JOURS POUR LES ZONES AGROPEDECLIMATIQUES  
 EN FONCTION DE LA RESERVE EN EAU UTILE POUR LES PERIODES NORMALE ET  
 SECHE ( FREQUENCE ≥ 5/10 et 8/10)

|           |           | ZONES AGROPEDECLIMATIQUES |      |         |         |         |         |         |      |  |
|-----------|-----------|---------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|--|
| PERIODES  | FREQUENCE | RU (mm)                   | I    | II      | III     | IV      | V       | VI      | VII  |  |
| 1950 - 85 | 5/10      | 140                       | > 30 | 30 à 27 | 27 à 23 | 13 à 19 | 19 à 20 | 15 à 10 | < 10 |  |
|           | 8/10      | 80                        | > 26 | 26 à 24 | 24 à 19 | 19 à 15 | 15 à 11 | 11 à 6  | < 6  |  |
|           | 5/10      | 140                       | > 27 | 27 à 22 | 22 à 18 | 18 à 13 | 13 à 7  | 7 à 3   | < 3  |  |
|           | 8/10      | 80                        | > 23 | 23 à 19 | 19 à 16 | 16 à 10 | 10 à 5  | 5 à 2   | < 2  |  |
| 1970 -85  | 5/10      | 140                       | > 29 | 29 à 25 | 25 à 20 | 20 à 15 | 15 à 8  | 8 à 4   | < 4  |  |
|           | 8/10      | 80                        | > 25 | 25 à 20 | 20 à 16 | 16 à 20 | 12 à 6  | 6 à 3   | < 3  |  |
|           | 5/10      | 140                       | > 25 | 25 à 20 | 20 à 15 | 15 à 11 | 11 à 5  | 5 à 1   | < 1  |  |
|           | 8/10      | 80                        | > 20 | 20 à 17 | 17 à 13 | 13 à 9  | 9 à 4   | 4 à 1   | < 1  |  |



CARTE 1 - Rendements espérés - Maf s 105 j (kg/ha)  
 1970-85 (8/10) Ru = 140mm



Rendements esperés - Maïs 85 j (kg/ha)  
 1970-85 (8/10) Ru = 140mm

CARTE 2 -

relation. Dans le tableau 50 figurent les rendements espérés pour les zones agropédoclimatiques de référence.

La baisse de rendement s'observe dans les mêmes conditions de sécheresse, de latitude et de réserve que le Tiemantié. Mais sa production est inférieure à celle du Tiemantié et la perte de rendement reste plus faible.

Si l'on reprend le même scénario reposant sur les mêmes risques que précédemment, sur les mêmes zones la production sera de 15 Qx/ha et accusera systématiquement une différence, à la baisse, de 25 %.

#### 2.6.4.3 Conclusion.

Grâce à la connaissance des termes du bilan hydrique en condition réelle pour le Mali, à un niveau d'intensification recommandé la simulation du bilan hydrique a permis de calculer le rendement espéré pour deux variétés de maïs de 105 et 85 jours.

Chaque zone agropédoclimatique possède une potentialité pour le maïs qui varie avec le risque choisi.

Il est possible de dégager de ces cartes les constatations suivantes :

- la sécheresse a lourdement pénalisé cette culture de 20 à 35 % selon les zones et la réserve en eau

- le choix d'un sol à bonne réserve en eau s'impose pour minimiser tout risque de déficit à partir de la zone III/IV selon la période

- la variété de 85 jour ne peut pas remplacer systématiquement celle de 105 jours mais être utilisée en complément soit pour remplacer un semis détruit soit lors d'un retard des pluies, soit enfin en semis tardif supplémentaire.

#### 2.6.5. Zonage du Sorgho.

Le sorgho est une céréale qui occupe au Mali une place importante dans l'alimentation des populations. Cette culture est généralisée à l'ensemble du pays. Elle est en équilibre avec le mil en zone Sud et depuis la sécheresse elle est devenue prépondérante au Nord d'une ligne Yélimané - Niono - Bankass correspondant à l'isohyète 400 mm (1950-85 - 8/10).

Cette extension rapide, récente, des sorghos au détriment des mils est en corrélation avec l'introduction de variétés plus productives et moins vulnérables aux oiseaux et aux cantharides et à l'infestation des sols épuisés par le striga.

Mieux adaptés aux zones soudano-Sahéliennes que le maïs cette plante est quand même affectée par le déficit hydrique.

Une carte des potentialités pour cette culture demeure nécessaire pour connaître le risque pédoclimatique et envisager un développement raisonné et sûr.

### 2.6.5.1. Relation entre le rendement et la satisfaction hydrique.

---

Le bilan hydrique a été simulé pour 57 essais conduits sur 7 sites, de 1972 à 1986, au niveau d'intensification recommandé par la Recherche Agronomique.

Deux variétés ont été retenues :

- SH1 D3 photopériodique
- CE 90 non photopériodisme-précoce.

La date de semis est celle des essais.

La matrice des corrélations indique que le rendement de ces variétés est bien corrélé avec la consommation totale sur le cycle (ETR cycle en mm). La relation pour l'ensemble des essais est linéaire les formules, ci-dessous, explicitent les termes de la fonction de production pour chaque variété :

- variété photopériodique (SH1 D3)

$$\text{Rdt} = 4.22 \text{ ETR} - 610.28 \quad (n = 57) \quad r = 0,85$$

- Variété non photopériodique (CE 90)

$$\text{Rdt} = 5.113 \text{ ETR} - 264.92 \quad (n = 14) \quad r = 0,85$$

(Fig.; 21).

Dans ces conditions 72 % des variations du rendement sont expliquées par l'alimentation en eau. Le reste est dû à des facteurs non déterminés ou non mesurés.

### 2.6.5.2. Résultats de la simulation

---

#### 2.6.5.2.1. Date de semis

Le déclenchement de la simulation se fait sur une pluie pentadaire cumulée de 20 mm à partir du 1er Juin.

#### 2.6.5.2.2. Photopériodisme

---

Le photopériodisme a été pris en compte pour le calcul des coefficients culturaux.

Les phases installation et développement végétatif varient comme l'écart des dates de semis. Les phases de reproduction et maturation restent constantes.

#### 2.6.5.2.3. Sorgho photopériodique.

On observe une baisse de rendement avec la latitude. La matrice des corrélations montre que le rendement est étroitement corrélié ( $r = 0,85$  à  $0,91$ ) avec la latitude et la longitude.

Le tableau 51 donne les équations de régression multiples matérialisant cette liaison.

A partir de ces formules il est possible de calculer le rendement en tout lieu du Mali et de dresser les cartes de rendement espéré. (carte 3).

Le tableau 52 donne les rendements espérés pour les zones agropédoclimatiques de référence, pour les périodes normales et sèches, pour deux réserves en eau utile, aux fréquences atteintes ou dépassées 5 et 8 années sur 10.

On constate une baisse de rendement :

- avec la latitude : en année normale de 2100 Kg/ha (8/10) en zone I à 600 Kg/ha en zone VI soit 71 %.

- . en année sèche de 2000 à 400 Kg/ha (8/10) soit 80 % pour les mêmes zones

- avec la sécheresse dont l'effet apparaît plus important avec la latitude (de 4 à 33 %) des zones I à VI

- avec la réserve en eau utile.

Ceci confirme la sensibilité pédoclimatique à partir de cette zone IV que le zonage de base avait déjà fait apparaître.

Les différences de rendement sont moindres que celles du maïs.

#### Sorgho précoce.

Mêmes observations que précédemment. Le rendement espéré baisse avec la latitude. Bien corréliée cette relation s'exprime par les équations données dans le tableau 53. A partir de ces équations il est possible de dresser des cartes de rendement espéré.

C'est à partir de la zone IV en période de sécheresse que cette variété apparaît plus intéressante à utiliser que la variété photosensible. (Tableau 54). Elle a une production de 10 % supérieure et cet écart va croître avec la latitude.

Mais il ne faut pas pour autant abandonner les variétés photopériodiques, en zones IV et V, qui peuvent se montrer plus productives les bonnes années.

Fig 21

**SORGHO PRECOCE CE90 CORRELATION  
ENTRE LE RENDEMENT ET LA CONSOMATION EN EAU**

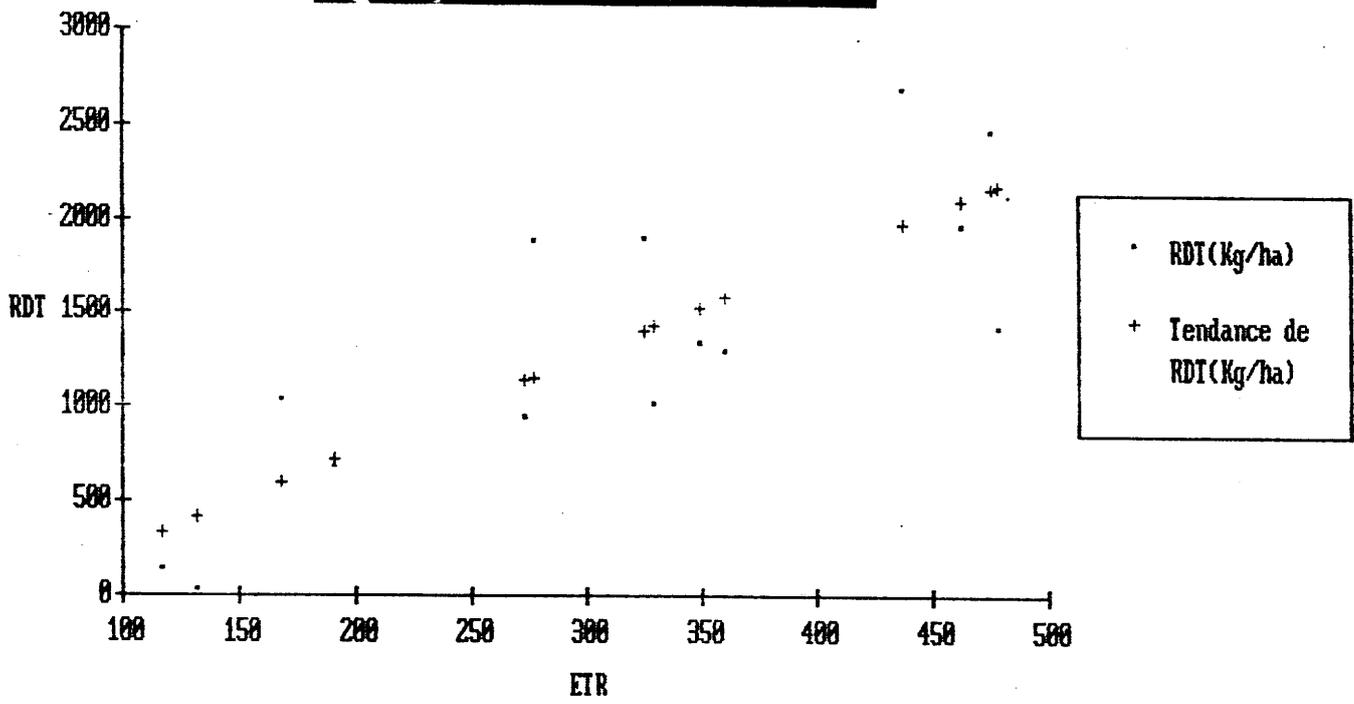


TABLEAU 51 EQUATIONS DU RENDEMENT ESPERE DU SORGHO PHOTOPERIODIQUE EN FONCTION DE LA LATITUDE ET DE LA LONGITUDE  
POUR TROIS RESERVES EN EAU UTILE EN PERIODE NORMALE ET SECHE  
( FREQUENCES  $\geq$  5/10 ET 8/10)

| RU en (mm)             | 100 mm  | 140 mm   | 180   |
|------------------------|---|--|---|
| PERIODES : FREQUENCE : |   |  |   |
| 1950 - 85 : 5/10       | $Y = -4,2694 L + 1,274 l + 4566,64$<br>$r = 0,88$   | $Y = -4,4344 L + 1,3243 l + 4767,1096$<br>$r = 0,87$ | $Y = -4,806 L + 1,408 l + 5108,86$<br>$r = 0,87$    |
| 8/10                   | $Y = -5,0054 L + 1,3069 l + 4770,064$<br>$r = 0,87$ | $Y = -6,0903 L + 1,3415 l + 5694,47$<br>$r = 0,88$   | $Y = -7,026 L + 1,429 l + 6472,126$<br>$r = 0,92$   |
| 1970 - 85 : 5/10       | $Y = -5,0238 L + 1,2158 l + 4970,81$<br>$r = 0,86$  | $Y = -5,5646 L + 1,3277 l + 5459,50$<br>$r = 0,85$   | $Y = -6,923 L + 1,379 l + 6237,406$<br>$r = 0,91$   |
| 8/10                   | $Y = -5,936 L + 1,452 l + 5250,11$<br>$r = 0,86$    | $Y = -6,8016 L + 1,56659 l + 5979,11$<br>$r = 0,86$  | $Y = -7,7916 L + 1,7905 l + 6762,43$<br>$r = 0,91$  |
| 1950-85 : MOY          | $Y = -4,2345 L + 1,3143 l + 4472,119$<br>$r = 0,90$ | $Y = -4,5559 L + 1,332 l + 4826,28$<br>$r = 0,89$    | $Y = -5,0164 L + 1,4167 l + 5214,305$<br>$r = 0,91$ |
| 1970-85 : MOY          | $Y = -5,174 L + 1,2009 l + 5067,59$<br>$r = 0,87$   | $Y = -5,8805 L + 1,3194 l + 5678,60$<br>$r = 0,85$   | $Y = -5,912 L + 1,5964 l + 5653,76$<br>$r = 0,91$   |

L = latitude  
l = longitude

TABLEAU 52 RENDEMENT ESPERES POUR UN SORGHO PHOTOPERIODIQUE (Qx/ha) POUR LES ZONES AGROPEDECLIMATIQUES  
EN FONCTION DE LA RESERVE EN EAU UTILE POUR LES PERIODES NORMALE ET SECHE  
( FREQUENCE  $\geq$  5/10 ET 8/10)

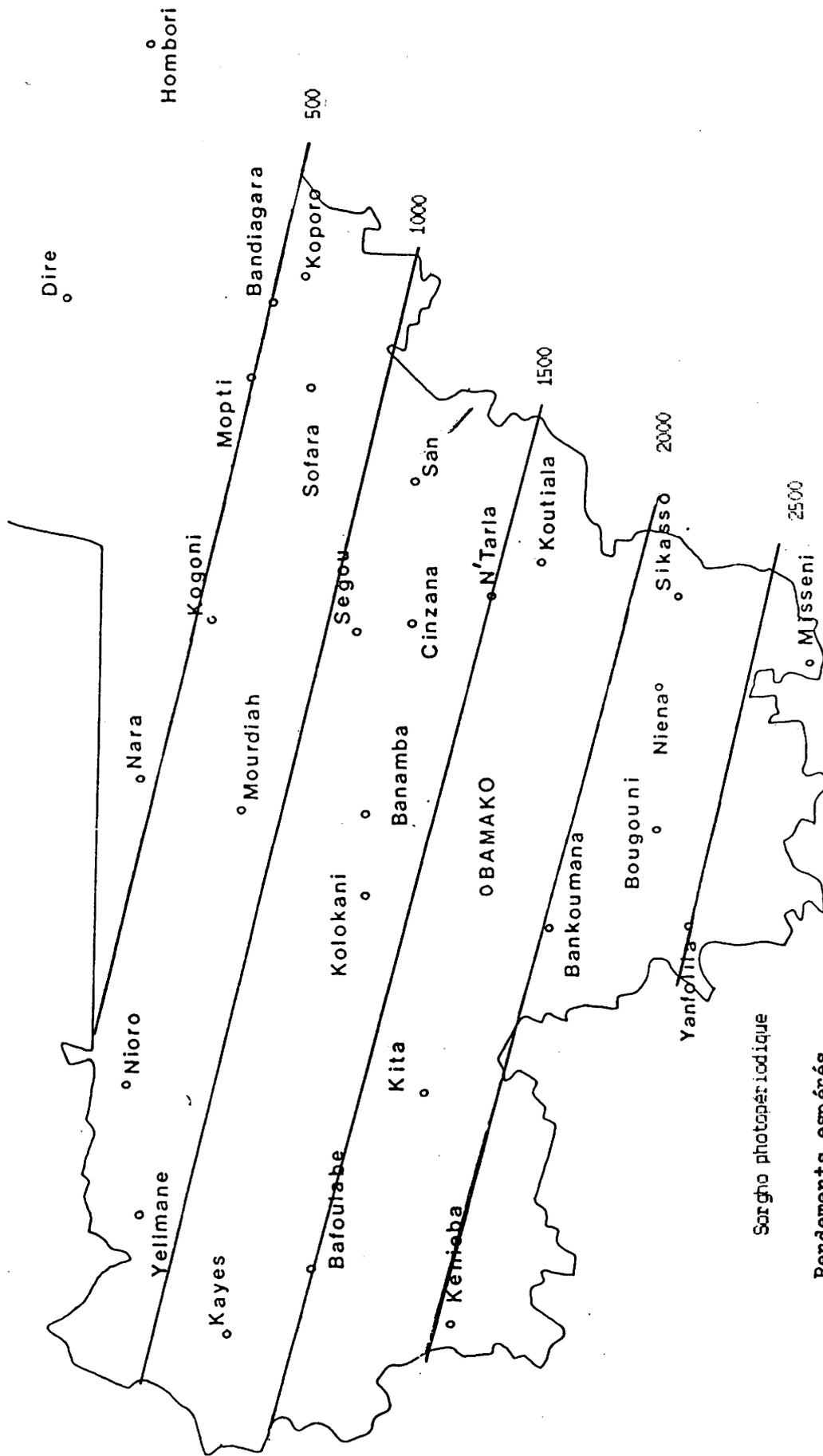
|           |           | ZONES AGROPEDECLIMATIQUES |      |         |         |         |         |         |      |
|-----------|-----------|---------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| PERIODES  | FREQUENCE | RU                        | I    | II      | III     | IV      | V       | VI      | VII  |
|           | $\geq$    | (mm)                      |      |         |         |         |         |         |      |
| 1950 - 85 | 5/10      | 100                       | > 21 | 21 à 20 | 20 à 18 | 18 à 15 | 15 à 13 | 13 à 10 | < 10 |
|           |           | 180                       | > 23 | 23 à 22 | 22 à 19 | 19 à 17 | 17 à 15 | 15 à 12 | < 12 |
|           | 8/10      | 100                       | > 18 | 18 à 17 | 17 à 14 | 14 à 12 | 12 à 8  | 8 à 6   | < 6  |
|           |           | 180                       | > 21 | 21 à 20 | 20 à 16 | 16 à 13 | 13 à 9  | 9 à 6   | < 6  |
| 1970 - 85 | 5/10      | 100                       | > 19 | 19 à 18 | 18 à 16 | 16 à 13 | 13 à 10 | 10 à 7  | < 7  |
|           |           | 180                       | > 22 | 22 à 20 | 20 à 17 | 17 à 14 | 14 à 11 | 11 à 8  | < 8  |
|           | 8/10      | 100                       | > 17 | 17 à 16 | 16 à 13 | 13 à 9  | 9 à 6   | 6 à 4   | < 4  |
|           |           | 180                       | > 20 | 20 à 18 | 18 à 14 | 14 à 11 | 11 à 7  | 7 à 4   | < 4  |

TABLEAU 53 EQUATIONS DU RENDEMENT D'UN SORGHO PRECOCE (CE90) EN FONCTION DE LA LATITUDE ET LA LONGITUDE POUR TROIS RESERVES EN EAU UTILE EN PERIODE NORMALE ET SECHE -

| PERIODES  | RU ( mm ) |  |  |   |
|-----------|-----------|--|--|---|
|           | FREQUENCE | 100  | 140  | 180   |
| 1950 - 85 | 8/10      | Y = -2,262 L + 0,703 L + 3177,32<br>r = 0,84 | Y = -2,333 L + 0,6936 L + 3257,049<br>r = 0,83 | Y = -2,412 L + 0,771 L + 3252,2<br>r = 0,79 |
| 1970-85   | 8/10      | Y = -4,339 L + 0,846 L + 4646,9<br>r = 0,84  | Y = -4,324 L + 1,065 L + 4551<br>r = 0,87      | Y = -4,15 L + 0,846 L + 4515,14<br>r = 0,92 |

TABLEAU 54 RENDEMENTS ESPERES (qk/ha) D'UN SORGHO NON PHOTOPERIODIQUE PRECOCE ( CE90 ) EN FONCTION DES ZONES AGROPEDECLI-MATIQUES POUR DEUX RESERVES EN EAU UTILES POUR LA PERIODE NORMALE ET SECHE ( 8/10 )

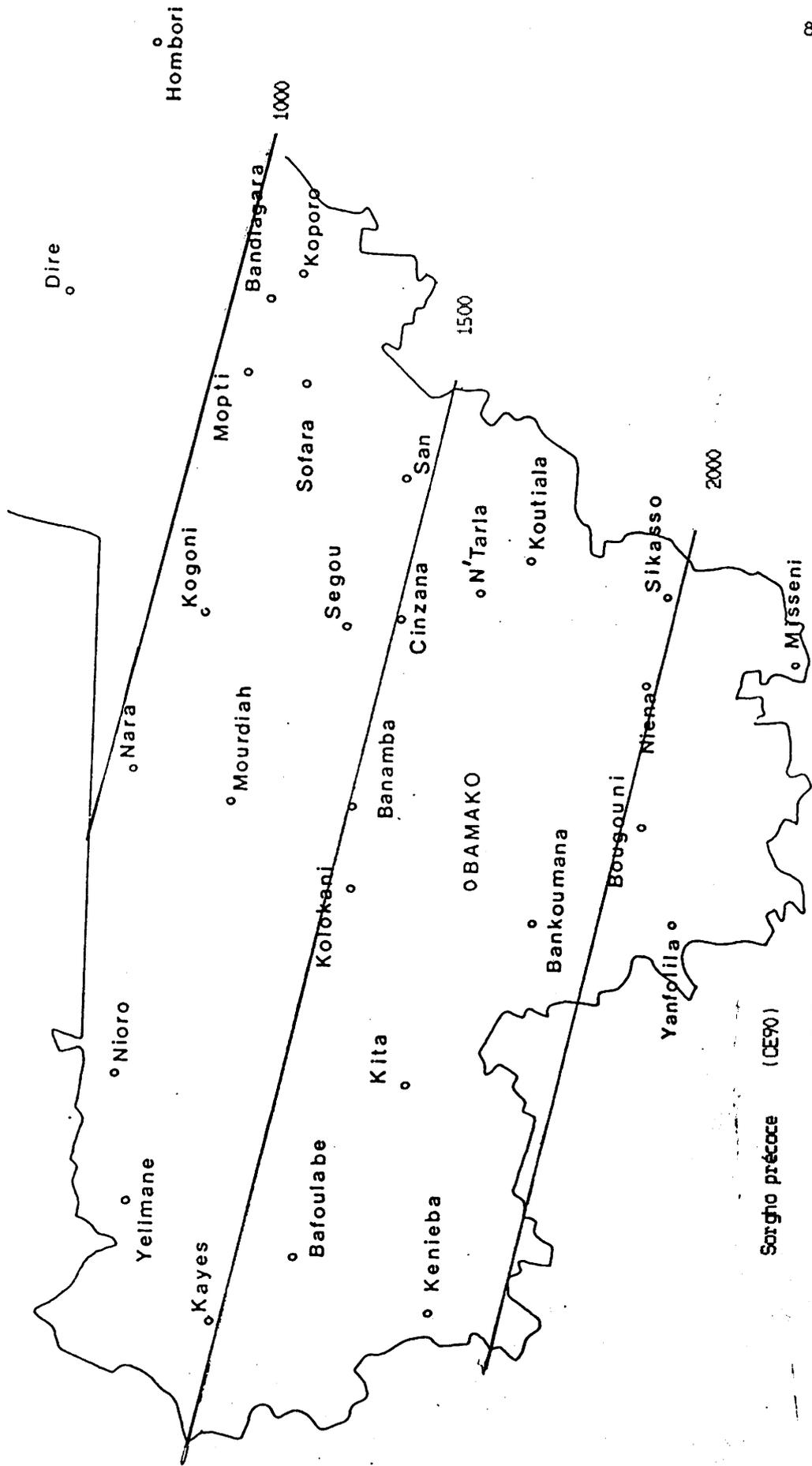
| PERIODES  | FREQUENCE | RU (mm) | ZONES AGROPEDE-CLIMATIQUES |             |           |             |             |           |      |
|-----------|-----------|---------|----------------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|------|
|           |           |         | I                          | II          | III       | IV          | V           | VI        | VII  |
| 1950 - 85 | 8/10      | 100     | > 18.8                     | 18.8 à 18.5 | 18.5 à 17 | 17 à 15.7   | 15.7 à 14.5 | 14.5 à 13 | < 13 |
|           |           | 180     | > 19                       | 19 à 18.5   | 18.5 à 17 | 17 à 15.8   | 15.8 à 14.5 | 14.5 à 13 | < 13 |
| 1970-85   | 8/10      | 100     | > 19                       | 19 à 18.3   | 18.3 à 16 | 16 à 14.2   | 14.2 à 12   | 12 à 10   | < 10 |
|           |           | 180     | > 19.8                     | 19.8 à 18.4 | 18.4 à 16 | 16.4 à 14.5 | 14.5 à 12.5 | 12.5 à 11 | < 11 |



Sorgho photoperiodique

Rendements esperés  
1970-85 (8/10)

CARTE 3 -



Sorgho précoce (CE90)  
 Rendements espérés  
 1970-85 (8/10)

CARTE 4 -

RU = 100

## Conclusion.

Malgré les difficultés méthodologiques liées aux peu de données et à l'hétérogénéité pédologique et climatique des points d'essais, pour deux sorgho, l'un photopériodique (SH1 D3) et l'autre précoce (CE 90) l'application du modèle de simulation du bilan hydrique, a permis l'évaluation de l'espérance de rendement.

Ce zonage montre le gradient négatif des potentialités pour le sorgho avec la latitude.

Il a révélé l'effet fortement dépressif de la sécheresse.

Les sols à bonne réserve en eau utile restent encore à conseiller.

Enfin il ressort que les sorghos précoces sont à conseiller, en année comme en période sèche, à partir de la zone IV, fortement fragilisée par la sécheresse.

Toutefois dans cette zone les sorghos photopériodiques ne sont pas à rejeter car en année normale leur productivité l'emporte, de même qu'en situation topographique particulière.

### 2.6.6. Zonage de l'arachide.

L'arachide au Mali présente un double intérêt puisqu'elle est culture vivrière et culture de rente.

Bien adaptée aux zones soudano-Sahéliennes elle est toutefois sensible au déficit d'alimentation hydrique, surtout lors de la floraison.

Il est donc important d'évaluer les risques agropédoclimatiques pour adapter une réponse graduée et adéquate (technique culturale pour une meilleure utilisation du sol et de l'eau, calage du cycle, variétés tolérantes à la sécheresse).

La réalisation d'une carte de potentialités agropédoclimatiques, proposant une espérance de rendement pour chaque zone permettra de raisonner le développement au moindre risque.

#### 2.6.6.1. Relation entre la satisfaction hydrique et le rendement

L'étude a porté sur deux variétés d'arachide de cycles 120 (28.206) et 90 jours, par l'analyse de 50 essais conduits sur neuf sites (station et P.A.R) de 1968 à 1987.

La matrice des corrélations indique que le rendement est bien et uniquement corrélé avec le taux de satisfaction lors de la floraison-reproduction.

La relation pour l'ensemble des essais est linéaire. La formule ci-dessous explicite les termes de la formule de production :

$$\text{Rdt} = 18.318 x + 376.29 \quad r = 0,92 \quad (n = 50)$$

Fig 22

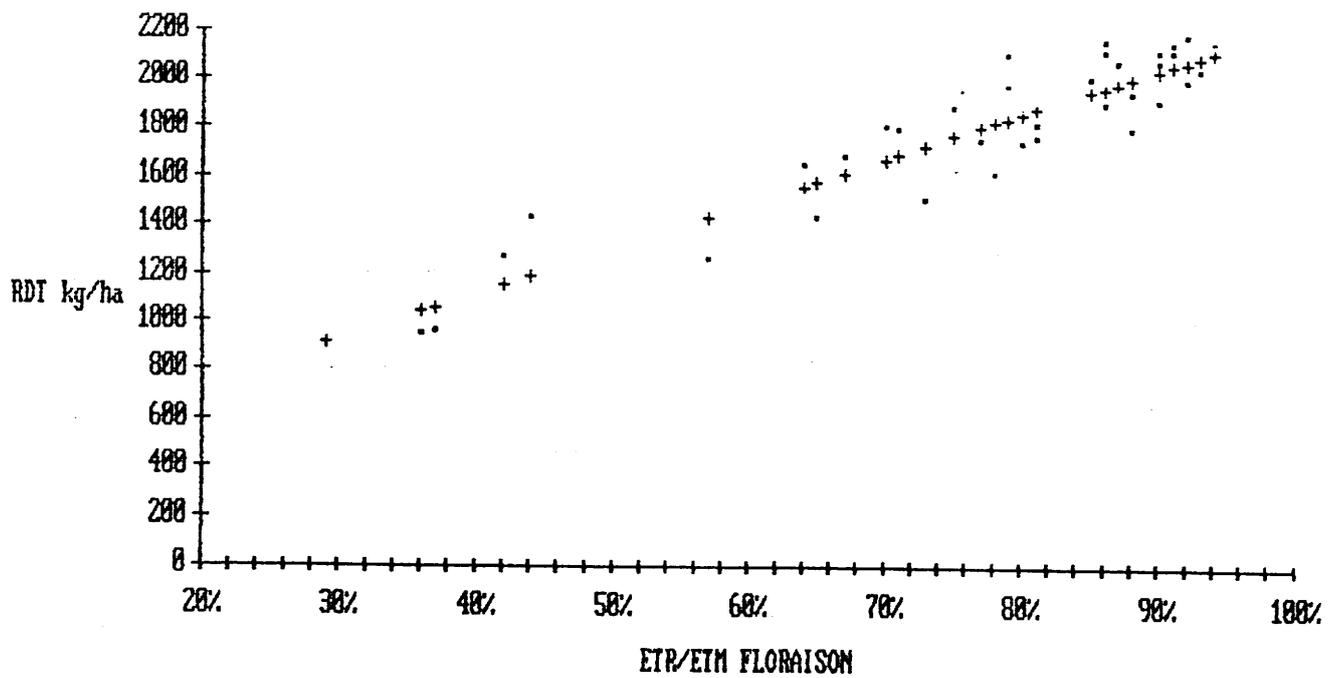
**RENDEMENTS DE L'ARACHIDE EN FONCTION  
DU TAUX DE SATISFACTION HYDRIQUE A LA FLORAISON**

TABLEAU 55 EQUATIONS DU RENDEMENT ESPERE D'UNE ARACHIDE DE 90 jours EN FONCTION  
DE LA LATITUDE ET LONGITUDE POUR LES PERIODES NORMALE ET SECHE  
POUR UNE RESERVE EN UTILE DE 100 mm (fréquences  $\geq$  5/10 et 8/10 et moyenne)

| FREQUENCES $\geq$ |  |  |  |
|-------------------|--|--|--|
| PERIODES          | 5/10   | 8/10   | MOYENNE  |
| 1950 - 85         | $Y = -4,355 L + 0,561 l$<br>- 5020,14<br>$r = 0,92$  | $Y = -5,436 L + 0,701 l$<br>+ 5656,195<br>$r = 0,94$ | $Y = -4,173 L + 0,489 l$<br>+ 4889,15<br>$r = 0,95$  |
| 1970-85           | $Y = -5,2770 L + 0,518 l$<br>+ 5696,57<br>$r = 0,94$ | $Y = -6,2463 L + 0,839 l$<br>6124,00<br>$r = 0,93$   | $Y = -5,076 L + 0,6123 l$<br>+ 5466,83<br>$r = 0,94$ |

TABLEAU 56 EQUATIONS DU RENDEMENT ESPERE D'UNE ARACHIDE DE 120 jours EN FONCTION  
DE LA LATITUDE ET LONGITUDE POUR LES PERIODES NORMALE ET SECHE  
POUR UNE RESERVE EN UTILE DE 100 mm (FREQUENCES  $\geq$  5/10 et 8/10 et moyenne)

| FREQUENCES $\geq$ |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|
| PERIODES          | 5/10  | 8/10  | MOYENNE   |
| 1950 - 85         | $Y = -6,2759 L + 0,6839 l$<br>+ 6480,24<br>$r = 0,92$ | $Y = -7,939 L + 0,9200 l$<br>+ 7463,89<br>$r = 0,94$  | $Y = -6,0578 L + 0,6728 l$<br>+ 6264,00<br>$r = 0,94$ |
| 1970-85           | $Y = -7,2463 L + 0,6757 l$<br>+ 7146,30<br>$r = 0,94$ | $Y = -7,8058 L + 0,9298 l$<br>+ 7217,34<br>$r = 0,92$ | $Y = -6,8206 L + 0,6696 l$<br>+ 6772,23<br>$r = 0,93$ |

TABLEAU 57 RENDEMENTS ESPERE DES ARACHIDES 90 ET 120 jours (Qx/ha) POUR LES ZONES  
 AGROPEDOCLIMATIQUES POUR LES PERIODES NORMALE  
 ET SECHE, UNE RESERVE EAU UTILE DE 100 mm  
 (FREQUENCE ATTEINTE OU DEPASSEE 8/10)

| PERIODES  | CYCLES | I    | II      | III       | IV        | V         | VI        | VII  |
|-----------|--------|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| FREQUENCE | Jours  |      |         |           |           |           |           |      |
|           | 90 j   | > 22 | 22 à 20 | 20 à 18   | 18 à 15   | 15 à 12.5 | 12.5 à 10 | < 10 |
| 1950 - 85 |        |      |         |           |           |           |           |      |
| 8/10      | 120 j  | > 24 | 24 à 21 | 21 à 19   | 19 à 14   | 14 à 10   | 10 à 6    | < 6  |
|           | 90 j   | > 21 | 21 à 19 | 19 à 16.5 | 16.5 à 14 | 14 à 11   | 11 à 8    | < 8  |
| 1970-85   |        |      |         |           |           |           |           |      |
| 8/10      | 120 j  | > 22 | 22 à 18 | 18 à 16   | 17 à 12.5 | 12.5 à 9  | 9 à 5     | < 5  |

ou  $x = F12 = ETR/EM.100$  phase reproduction. (Fig.22).

Dans ces conditions 85 % des variations de rendement sont expliqués par l'alimentation hydrique.

#### 2.6.6.2. Résultat de la simulation

##### 2.6.6.2.1. Date de semis

Le déclanchement de la simulation se fait sur une pluie pentadaire cumulée de 20 mm à partir du 1er Juin.

##### 2.6.6.2.2. Arachide 120 et 90 jours.

Pour les deux variétés les rendements baissent avec la latitude. La matrice des corrélations indique que le rendement est étroitement avec la latitude et la longitude ( $R > 0,90$ ).

Les tableaux 55 et 56 donnent les équations de regression multiple matérialisant cette liaison.

A partir de ces formules il est possible de calculer le rendement espéré pour chacune de ces variétés et de dresser des cartes d'isopotentialité. (cartes 5-6).

Le tableau 57 donne les rendements espérés pour les zones agropédoclimatiques de référence pour les périodes normales et sèches pour une réserve en eau utile de 100 mm. (Fréquence 8/10 ans).

On constate une baisse de rendement :

- avec la latitude :

- . en année normale de 2400 à 600 Kg/ha pour la variété de 120 jours et de 2200 à 1000 Kg/ha pour la variété de 90 jours de la zone I à VI soit respectivement 75 et 55 % de baisse;
- . en année sèche la baisse est de 2200 et 2100 Kg/ha à 500 et 800 Kg/ha respectivement pour les variétés 120 et 90 jours soit une baisse relative de 77 % et 62 %.

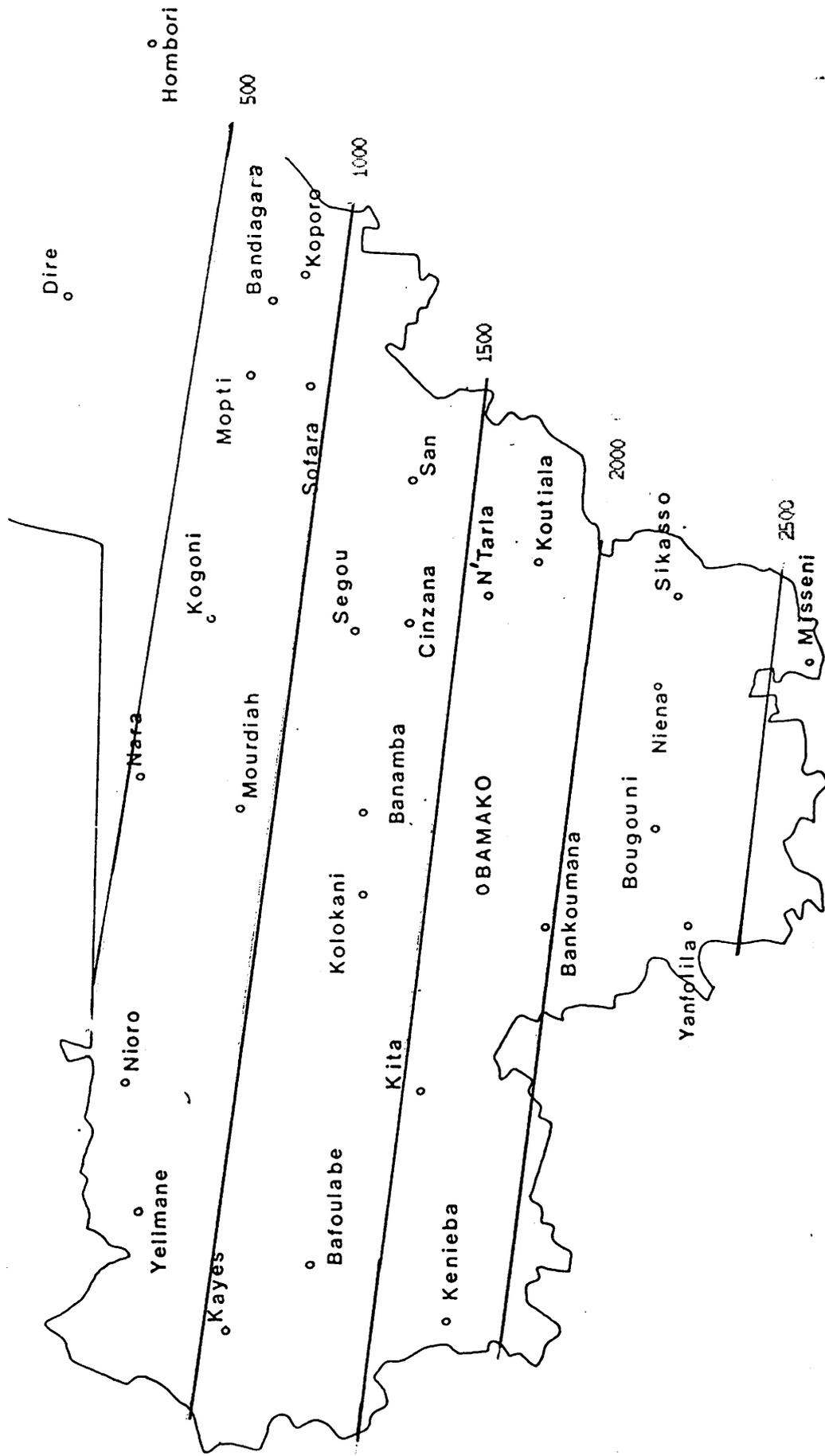
En année normale c'est à partir de la zone IV que la variété de 90 jours devient plus intéressante d'emploi; et sa différence de rendement s'accroît avec la latitude.

En année sèche dès le milieu de la zone III il faut la substituer à la tardive.

En fait les zones III et IV s'accomodent mieux, comme cela est conseillé par la Recherche Agronomique d'une variété intermédiaire de 105 jours.

- avec la secheresse, la perte de rendement varie de 5 à 20 % avec la latitude.





CARTE 6 Rendements espérés - ARACHIDE 120 jours (kg/ha)

1970-85 (8/10)

## Conclusion

---

Malgré les difficultés méthodologiques liées aux peu de données d'essais réalisés dans des conditions entièrement similaires et à l'hétérogénéité pédologique des points d'essais, pour l'arachide, l'application du modèle informatique de simulation du bilan hydrique a permis l'évaluation de l'espérance de rendement. L'élaboration de cartes d'espérance de rendement illustre les zones de même potentialité pour cette culture aux périodes normale et sèche à des fréquences différentes. (5/10 et 8/10 ans).

Ce zonage fait apparaître le gradient négatif des potentialités avec la latitude.

Il a révélé un effet dépressif de la sécheresse mais moyen (10 à 20 %).

La réserve en eau utile joue un rôle bien moins important que pour les autres cultures par suite de la difficulté de cette culture à s'enraciner en sol argilo-sableux. (RU = 100 mm).

Alors qu'en période normale la variété de 90 jours devance celle de 120 jours à partir de la zone V en période sèche, elle commence à manifester sa supériorité en zone III. En fait ceci confirme le bien fondé des recommandations de la Recherche d'utiliser pour les zones III-IV une variété intermédiaire de 105 jours. Dans ces zones fragilisées la conservation d'arachide de cycle différents est une garantie d'obtenir les rendements optimum selon les années et/ou les situations morphopédologiques

### 2.6.7. Zonage mil.

Le mil est une des principales céréales de base de l'alimentation au Mali. Mil et sorgho se rencontrent sur l'ensemble du territoire. Il n'y a pas de zone spécifique à Mil ou à Sorgho, quoique le mil occupe des emblavements supérieurs. Dans le Nord, toutefois depuis la sécheresse le mil regresse au profit du sorgho à cause des attaques des oiseaux et des cantharides et de l'infestation des sols épuisés par le striga.

Le mil réputé bien adapté à ces régions est toutefois sensible au déficit hydrique.

Avec la sécheresse, le facteur eau est devenu le facteur limitant principal.

L'évaluation des risques pédoclimatiques est nécessaire pour adapter une réponse graduée.

C'est dans cette optique que nous nous proposons d'élaborer une carte des potentialités agropédoclimatiques offrant pour chaque zone une estimation de l'espérance de rendement.

#### 2.6.7.1. Relation entre la satisfaction hydrique et le rendement.

Le bilan hydrique a été simulé pour des essais réalisés sur 9 points d'essais (Stations et P.A.R) de 1974 à 1987. 9 variétés ont été étudiées, à cycle précoce, intermédiaire et photopériodiques. La date de semis est celle des essais et le niveau d'intensification celui recommandé par la Recherche Agronomique.

La matrice des corrélations indique que le rendement des variétés de 90 et 120 jours est bien corrélé avec la satisfaction hydrique sur l'ensemble du cycle. (ETR/ETM.100).

La relation pour l'ensemble des essais est linéaire. Les formules suivantes explicitent les termes de la fonction de production pour chaque groupe de variétés.

. Variétés 90 jours

$$\text{Rdt} = 14.597 \text{ SAT} + 296.5 \quad n = 49 \quad r = 0,80$$

(moyenne = 1112 Kg/ha) (Fig.23).

. Variétés 120 jours :

$$\text{Rdt} = 27.22 \text{ Sat} - 685.8 \quad n = 18 \quad r = 0,85$$

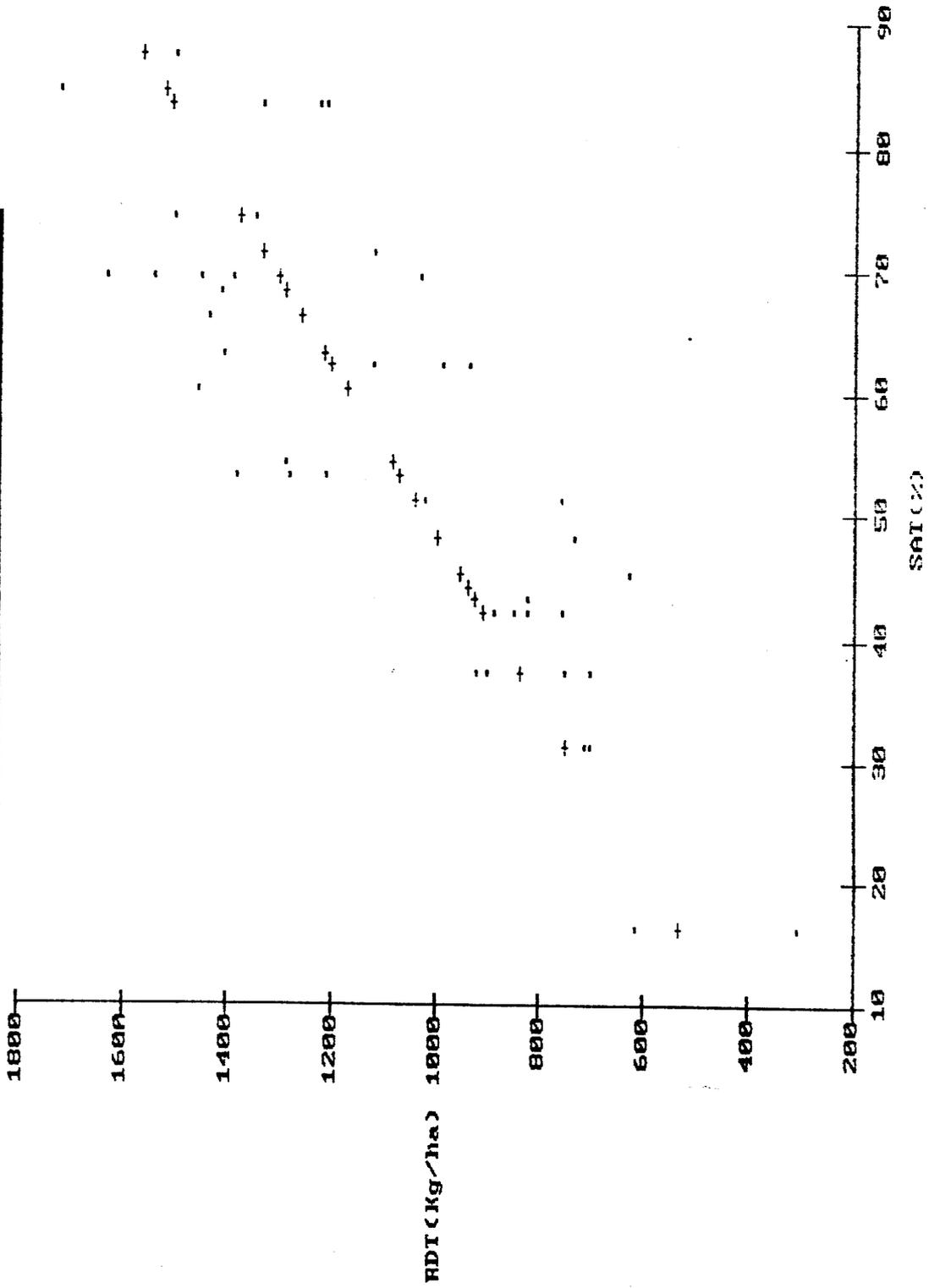
(Moyenne = 1370 KG/ha) (Fig.24).

Dans ces conditions 64 et 72 % des variétés de rendements sont expliquées par l'alimentation en eau.

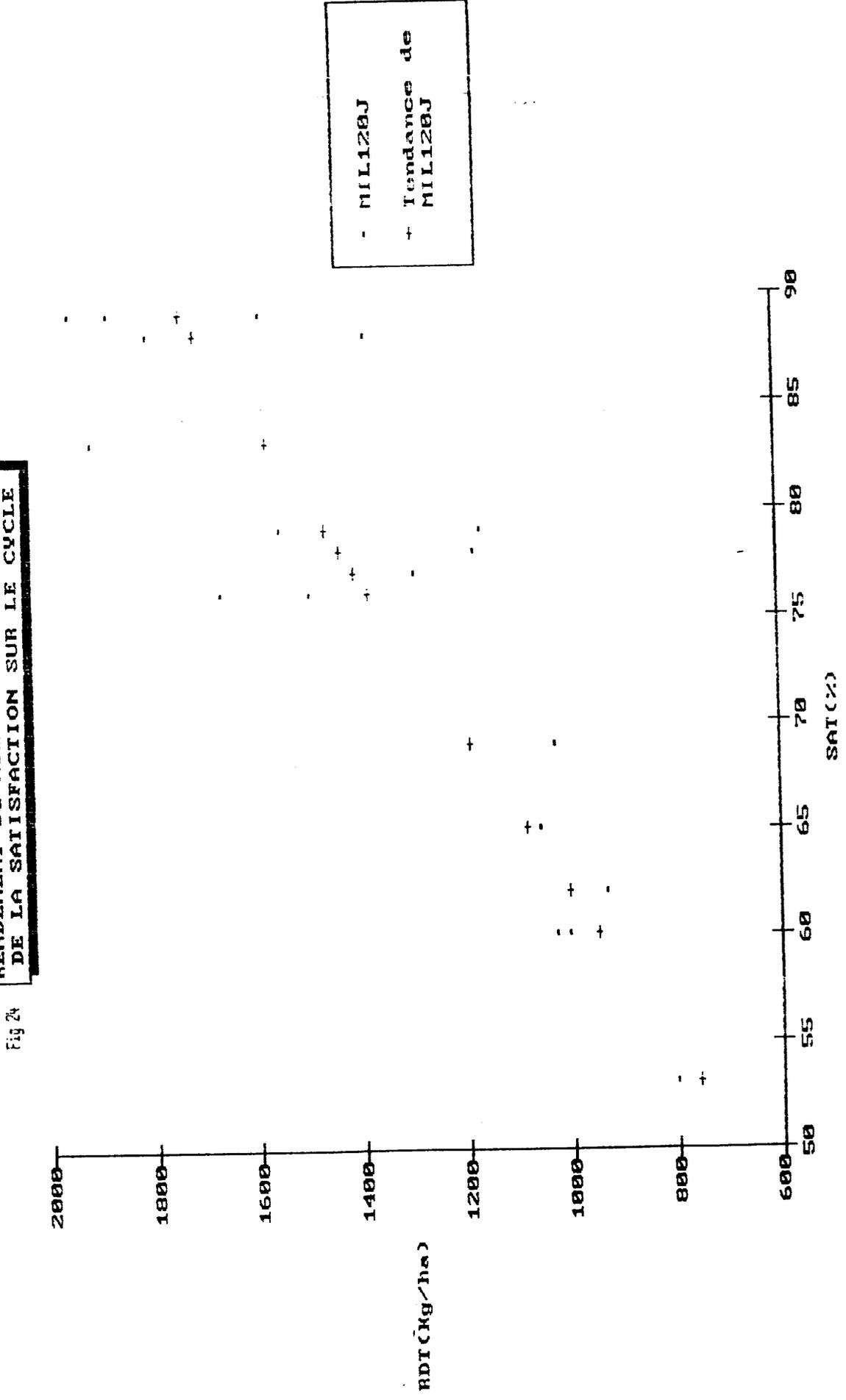
Le reste est dû à des facteurs non mesurés tel que les attaques d'oiseaux, cantharides, le parasitisme dû au striga et l'épuisement des sols.

RENDEMENT DU MIL 90J EN FONCTION DE LA SATISFATION SUR LE CYCLE

Fig 23



RENDEMENT DU MIL 120J EN FONCTION DE LA SATISFACTION SUR LE CYCLE



## 2.6.6.2. Résultat de la simulation

### 2.6.6.2.1. Date de semis

Le déclenchement de la simulation se fait sur une pluie pentadaire cumulée de 20 mm à partir de la première pentade de Juin.

### 2.6.6.2.2. Photopériodisme

Le photopériodisme a été pris en compte pour le calcul des coefficients culturaux.

Les phases d'installation et développement végétatif varient comme l'écart des dates de semis. Les phases de reproduction et maturation restent constantes.

#### Mil de 90 jours et 120 jours.

On constate une baisse de rendement avec la latitude.

Le rendement espéré est bien corrélé avec la latitude et la longitude ( $r > 0.94$ ) quelque soit la période, la fréquence et la réserve en eau considérée.

Les tableaux 58-59 donnent les équations de regression multiple matérialisant cette liaison pour les deux variétés.

A partir de ces formules, il est possible de calculer le rendement espéré pour chacune de ces variétés et de dresser des cartes de zones à même potentialité.

Le tableau 60 donne les rendements espérés pour les zones agropédoclimatiques de référence pour les périodes normales et sèches pour deux réserves en eau utile.

On constate une baisse de rendement :

- avec la latitude :

. en période sèche de 2000 et 1700 Kg/ha en zone I à 100 et 750Kg/ha en zone VI pour les variétés de 120 et 90 jours soit une baisse relative de 95 % et 56 %

. en période normale de 2050 et 1700 Kg/ha à 250 et 900 Kg/ha soit une baisse relative de 87 % et 47 %

- avec la secheresse, faible au Sud la baisse augmente à partir de la zone IV plus fortement pour la variété de 120 jours (jusqu'à 75 %) que la variété précoce (17 %).

- avec la réserve en eau utile cette baisse plus importante pour la variété intermédiaire s'accroît avec la latitude (de 15 % en zone I à 50 % en zone VI, contre 6 à 27 % pour la variété précoce).

TABEAU 58 EQUATION DU RENDEMENT ESPERE POUR UN MIL DE 90 JOURS EN FONCTION DE LA LONGITUDE ET DE LA LATITUDE  
EN PERIODE NORMALE ET SECHE, POUR DES RESERVES EN EAU UTILE DE 120 ET 60mm  
(FREQUENCE 5/10, 8/10 ANS ET MOYENNE)

| MIL 90 JOURS | RU=120 mm                                | r    | RU=60 mm                       | r    |
|--------------|--|------|--------------------------------|------|
| 1950-85      | 5/10 : RDT=-2.919L+0.47691+3584.644      | 0.95 |                                |      |
|              | 8/10 : RDT=-3.6967L+0.42951+4087.7908    | 0.95 |                                |      |
|              | MOYENNE : RDT=-2.8415L+0.33581+3556.1953 | 0.95 |                                |      |
| 1970-85      | 5/10 : RDT=-3.827L+0.55511+4198.82       | 0.94 | RDT=-3.5105L+0.46131+3950.543  | 0.93 |
|              | 8/10 : RDT=-4.3722L+0.51321+4526.2896    | 0.95 | RDT=-4.1059L+0.50211+4290.785  | 0.95 |
|              | MOYENNE : RDT=-3.6354L+0.47491+4073.7275 | 0.95 | RDT=-3.4663L+0.42981+3917.8059 | 0.93 |

L=LATITUDE I=LONGITUDE

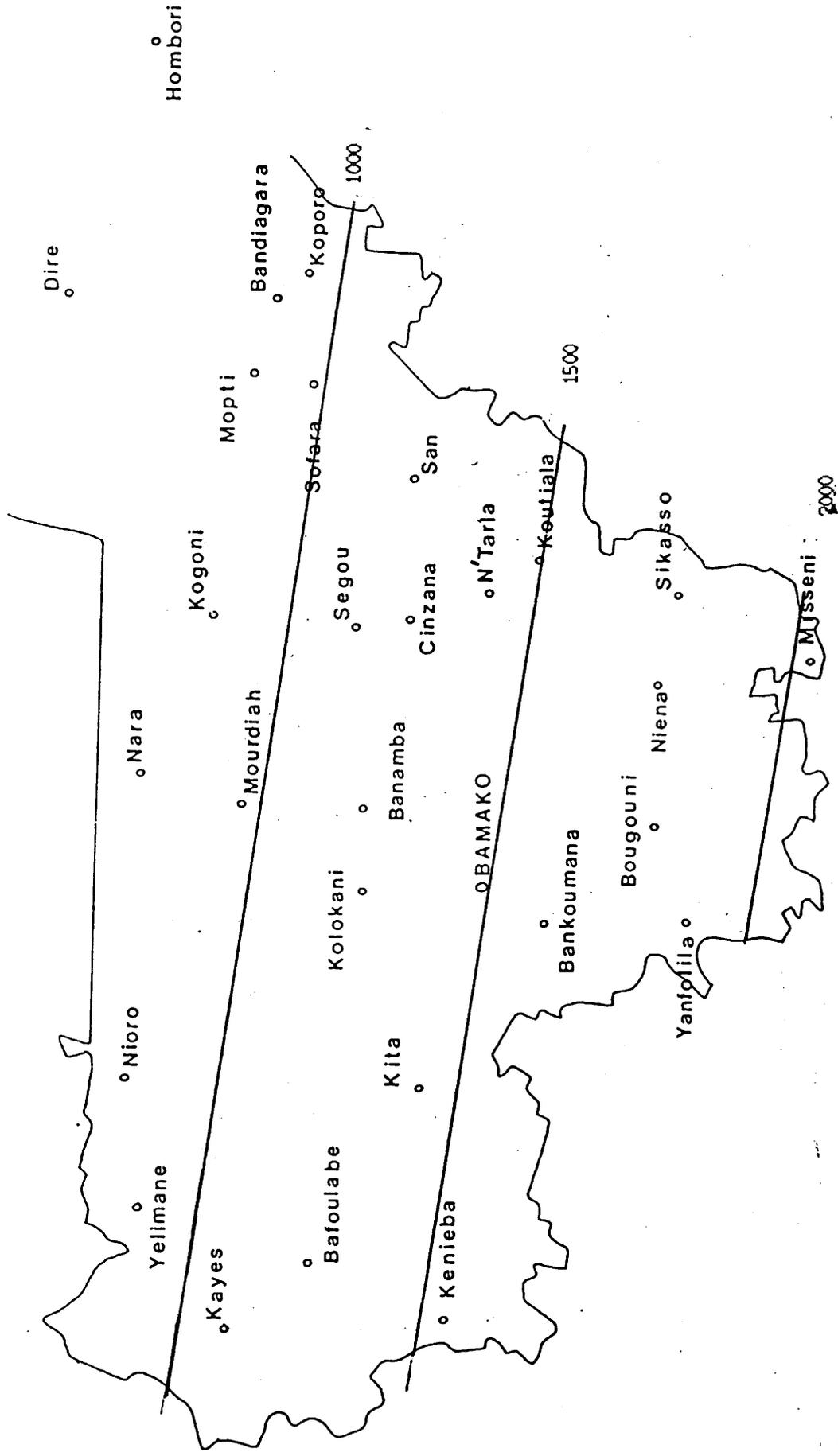
TABEAU 59 EQUATION DU RENDEMENT ESPERE POUR UN MIL DE 120 JOURS EN FONCTION DE LA LATITUDE ET DE LA LONGITUDE  
EN PERIODE NORMALE ET SECHE, POUR DES RESERVES EN EAU UTILE DE 120 ET 60mm  
(FREQUENCE 5/10, 8/10 ANS ET MOYENNE)

| MIL 120 JOURS | RU=120 mm                                | r    | RU=60 mm                       | r    |
|---------------|--|------|--------------------------------|------|
| 1950-85       | 5/10 : RDT=-6.8733L+0.933 1+6493.3154    | 0.96 |                                |      |
|               | 8/10 : RDT=-8.3986L+1.1528 1+7373.66     | 0.95 |                                |      |
|               | MOYENNE : RDT=-6.8655L+0.973 1+6426.457  | 0.96 |                                |      |
| 1970-85       | 5/10 : RDT=-8.2162L+1.121 1+7321.1147    | 0.96 | RDT=-7.6414L+1.09131+6750.6011 | 0.96 |
|               | 8/10 : RDT=-9.2778L+1.2308 1+7909.114    | 0.95 | RDT=-8.3095L+1.1361+7052.2368  | 0.95 |
|               | MOYENNE : RDT=-7.9311L+1.023 1+7109.6396 | 0.96 | RDT=-7.5363L+1.05181+6669.4227 | 0.95 |

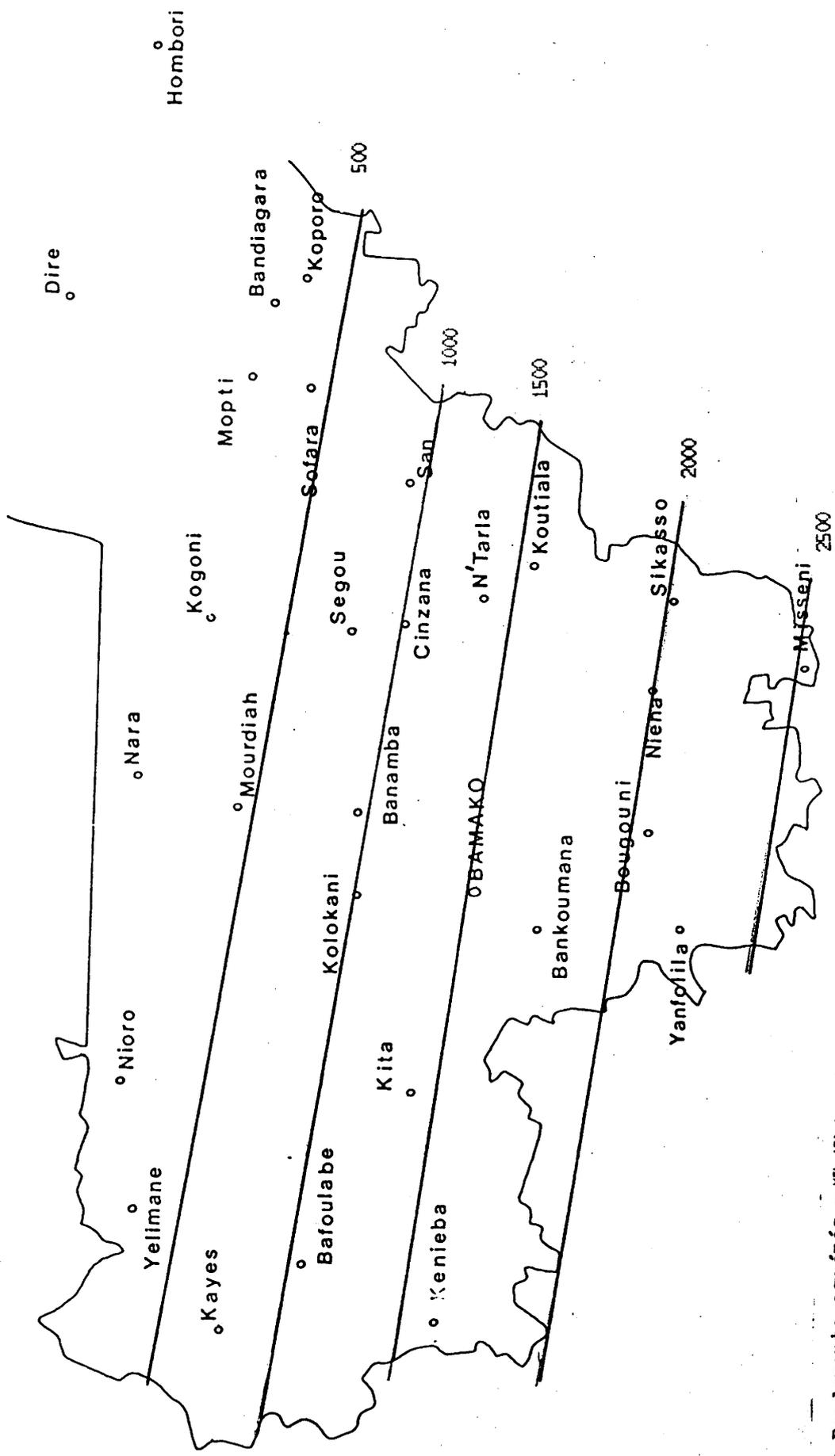
L=LATITUDE I=LONGITUDE

TABLEAU 60 RENDEMENTS ESPERE (Q<sub>x</sub>/h/a) DES MILS DE 90 ET 120 jours POUR LES ZONES  
 AGROPEDECLIAMATIQUES POUR LES PERIODES NORMALE ET SECHE,  
 POUR DEUX RESERVES EN EAU UTILE (60 ET 120 mm )  
 (FREQUENCE ATTEINTE OU DEPASSEE 8 années /10 )

| PERIODES  | CYCLES | RU  | I      | II          | III       | IV         | V         | VI        | VII   |
|-----------|--------|-----|--------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------|
| FREQUENCE | Jours  | mm  |        |             |           |            |           |           |       |
|           | 90     | 120 | > 17   | 17 à 15     | 15 à 14   | 14 à 12.5  | 12.5 à 11 | 11 à 9    | < 9   |
| 1950 - 85 |        |     |        |             |           |            |           |           |       |
| 8/10      | 120    | 120 | > 20.5 | 20.5 à 16.6 | 16.6 à 14 | 13.7 à 10  | 10 à 6    | 6 à 2.5   | < 2.5 |
|           |        | 60  | > 16.5 | 16.5 à 14   | 14 à 13   | 13 à 11    | 11 à 9.5  | 9.5 à 5.5 | < 5.5 |
|           | 90 j   |     |        |             |           |            |           |           |       |
|           |        | 120 | > 17   | 17 à 15.5   | 15.5 à 14 | 14 à 12    | 12 à 10   | 10 à 7.5  | < 7.5 |
| 1970-85   |        |     |        |             |           |            |           |           |       |
| 8/10      |        | 60  | > 17.7 | 17.7 à 15   | 15 à 11   | 11 à 7.5   | 7.5 à 3.5 | 3.5 à 0.5 | < 0.5 |
|           | 120    |     |        |             |           |            |           |           |       |
|           |        | 120 | > 20   | 20 à 16     | 16 à 12.5 | 12.5 à 8.5 | 8.5 à 4   | 4 à 1     | < 1   |



CARTE 7 Rendements espérés • MIL 90 jours (Kg/ha)  
 1970-85 (8/10)



CARTE 3 Rendements espérés - MIL 120 jours (Kg/ha)  
1970-85 (8/10)

8/10 années

RU = 120 mm

La zone IV apparait encore comme la zone fragilisée par la secheresse, zone charnière pour l'adoption de variétés précoces.

Toutefois en zone IV lors de la secheresse l'utilisation d'un matériel photopériodique en plus du matériel précoce demeure encore la meilleure garantie contre les forts aléas pluviométriques et/ou en position topographique favorable.

Conclusion.

-----  
Malgré les difficultés méthodologiques liées au peu de données et surtout à l'hétérogénéité agropédologique et climatique des points d'essais, pour deux mils, de 90 et 120 jours, l'application du modèle de simulation du bilan hydrique, a permis l'évaluation de l'espérance de rendement.

Ce zonage fait apparaitre le gradient négatif des potentialités du mil avec la latitude .

Il a révélé l'effet dépressif de la secheresse sur les rendements.

Les sols à bonne réserve en eau utile sont encore à rechercher pour l'obtention de meilleurs rendements.

Enfin, il ressort que les mils précoces sont à conseiller, en année comme en période sèche, à partir de la zone IV, fortement fragilisée par la secheresse.

Toutefois dans cette zone les mil photopériodiques ne sont pas à rejeter car en année plus favorable ou en situation morphopédologique particulière ils peuvent égaler voir dépasser les mils précoces. Ils sont de plus d'un emploi plus souple.

## 2.7. Suivi d'hivernage : Etude d'un terroir (KASSELA).

### 2.7.1. Objectif.

En 1986 dans le cadre du suivi d'hivernage, de nombreux rendements extrêmes obtenus en milieu paysan ne pouvaient être expliqués ni par le niveau agrotechnique ni par le bilan hydrique.

Ils résultaient en fait de transferts hydriques entre les paysages agraires, en fonction de leur place dans la toposéquence. Connus, ces transferts n'ont jamais fait l'objet d'étude systématique. Or en milieu paysan le facteur eau est de loin le plus déterminant.

Une première approche pour déterminer et quantifier ces transferts afin de calculer le bilan hydrique réel des paysages agraires est entreprise en milieu paysan en 1987.

### 2.7.2. Lieu

L'étude est réalisée à Kassela à 7 Km au Nord de Banamba situé à 150 Km au Nord-Ouest de Bamako.

Choix de cette zone.

-----  
Ce village a été choisi pour les principaux critères suivants :

- situation dans une zone fortement fragilisée par la sécheresse. La moyenne pluviométrique a baissé de 25 %. Elle est de 595 mm (1968-1987). Le climat de Soudan-Sahélien est maintenant nettement Sahélien

- les paysages agraires et leur succession dans l'espace sont représentatifs de cette zone développée sur grès Cambrien

- l'accès à partir de Bamako est relativement facile.

### 2.7.3. Méthodologie.

#### 2.7.3.1. Etude de la toposéquence.

##### 2.7.3.1. Unité de paysage

-----  
3 unités de paysage ont été identifiées sur lesquelles ont été menées 3 cultures : Mil, Sorgho et Arachide.

Les unités de paysage s'étageaient le long d'une toposéquence allant de la cuirasse au marigot (Fig. 29).

Ces trois unités sont :

| Position  | Paysage                   | Stabilité       | Type de sol.  |
|-----------|---------------------------|-----------------|---|
| -----     | -----                     | -----           | -----   |
| Haut      | - Glacis d'érosion        | - Très instable | - Sol ferrugineux lessivé et érodé peu profond (40 à 80 cm).                |
| Mi-pente  | - Glacis versant cuirassé | - Instable      | - Sol ferrugineux lessivé moyennement développé 100/120 cm.                 |
| Bas-pente | - Terrasse alluviale      | - Peu instable  | - Sol ferrugineux lessivé à nappe temporaire (cuirasse altérée à 3 mètres). |

#### 2.7.3.1.2 Cultures.

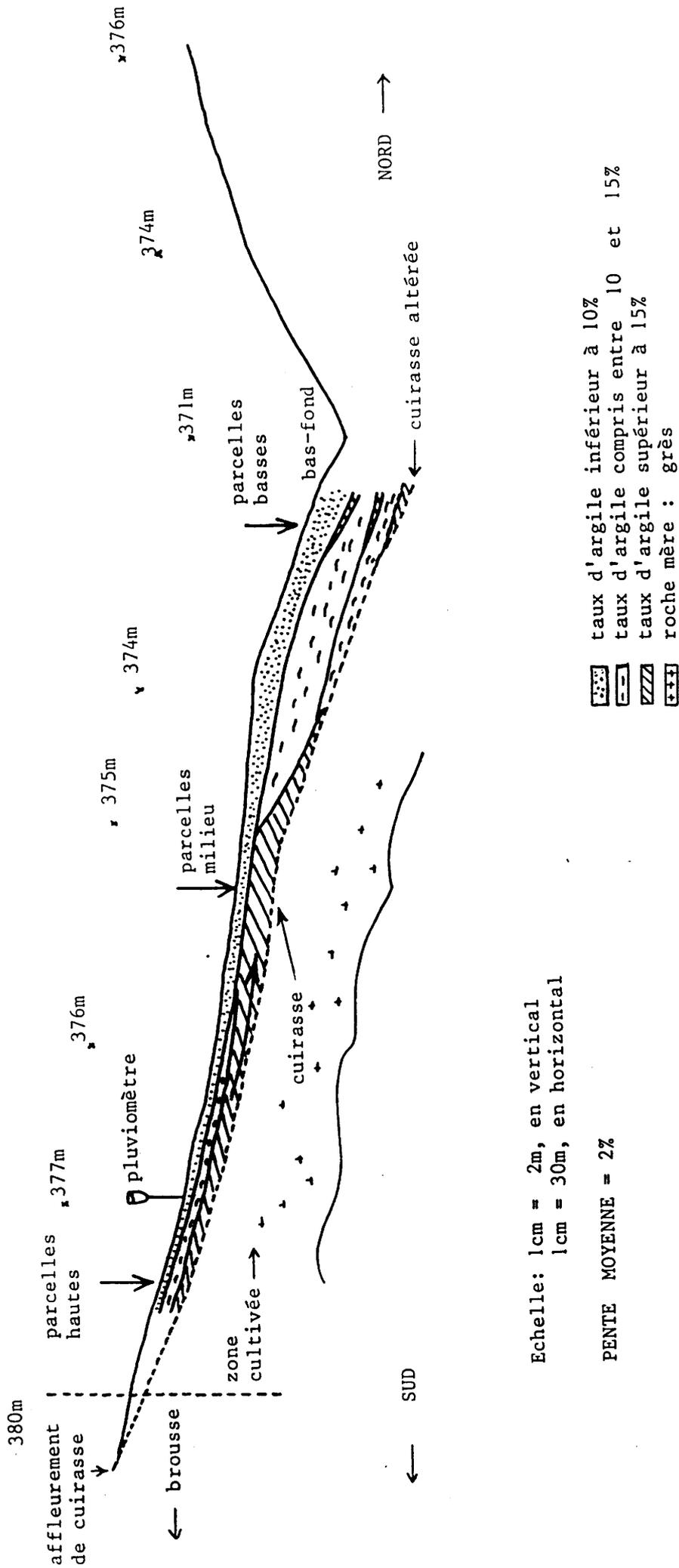
-----  
Les parcelles avaient une surface de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m). 8 parcelles ont été implantées :

Haut de toposéquence : Mil, Sorgho et Arachide  
Milieu de toposéquence : Mil, Sorgho et Arachide  
Bas de toposéquence : Mil et Sorgho.

#### 2.7.3.1.3 Mesure de l'humidité

-----  
Réalisée à la tarière chaque semaine.

Figure 29: La toposéquence à Kassela.



#### 2.7.3.1.4. Mesure sur la culture.

Sur dix pieds tirés au hasard et marqués des mesures et observations ont été réalisées hebdomadairement jusqu'à la récolte.

#### 2.7.3.2. Etude de la variabilité du rendement villageais.

Une cinquantaine de placettes de rendement pour les 3 cultures ont été analysées sur des paysages agraires identiques à la toposéquence pour :

- vérifier la représentativité de la toposéquence
- avoir des répétitions
- connaître la variabilité des rendements
- déterminer les paramètres simples mais explicatifs du rendement en milieu paysan.

En fait une quatrième unité de paysage a du être introduite :

- Talus de raccordement entre glacis versant et terrasse à forte érosion.

#### 2.7.4. Résultats.

##### 2.7.4.1. Etude de la toposéquence.

##### 2.7.4.1.1. Variation de stock d'eau.

Malgré l'incertitude liée à cette méthode qui porte sur l'hétérogénéité texturale et sur la variabilité de la distribution de l'eau en surface on peut observer que :

- les profils hydriques se développent comme la texture
- les stocks évoluent fortement sur la profondeur de sol exploité par le système racinaire. (Tableau 61)
- les stocks d'eau mesurés "in situ" varient dans le même sens que les stocks simulés à l'aide d'un logiciel de calcul du bilan hydrique
- les stocks varient plus en haut puis au milieu de la toposéquence soulignant les forts dessechements sur les sols les moins profonds
- l'étude de ces stocks après une forte pluie et en période de dessechement permet d'identifier le fonctionnement hydrique de la toposéquence.

Donc les mesures apparaissent bien comme cohérentes et utilisables.

##### 2.7.4.1.2. Fonctionnement hydrique des paysages agraires.

Les mesures d'humidité ont ainsi permis de mettre en évidence des flux hydriques sans pouvoir toutefois les quantifier.

C'est ainsi que nous avons observés :

- un ruissellement superficiel caractérisé par des valeurs d'humidité croissantes le long de la toposéquence
- du drainage caractérisé par de fortes humidités et/ou de grande variation d'humidité sous la zone racinaire
- une remontée de la nappe phréatique mise en évidence par d'importantes variations d'humidité vers 280 cm
- un écoulement hypodermique suggéré par des augmentations du stock d'eau en bas de pente en absence des pluies et corrélativement au dessèchement des profils situés plus haut.

Tableau 61 - KASSELA. Elongation et profondeur d'enracinement des cultures sur la toposéquence. (cm).

| MIL                                | Haut | Mi-pente | Bas-pente |
|------------------------------------|------|----------|-----------|
| Enracinement maxi                  | 70   | 95       | 122       |
| Front d'enracinement intense       | 30   | 50       | 60        |
| Front d'enracinement intermediaire | 50   | 70       | 90        |
| SORGHO                             |      |          |           |
| Enracinement maxi                  | 60   | 95       | 100       |
| Front d'enracinement intense       | 40   | 50       | 60        |
| ARACHIDE                           |      |          |           |
| Enracinement maxi                  | 46   | 85       | -         |
| Front d'enracinement intense       | 20   | 40       | -         |
| ELONGATION                         |      |          |           |
| Mil cm                             | 85   | 185      | 200       |
| Sorgho cm                          | 55   | 210      | 250       |

Tableau KASSELA 62 - Rendement des parcelles de la toposéquence.

| ! Sites        | ! SORGHO |           |         | ! MIL    |           |         | ! ARACHIDE |         |          |
|----------------|----------|-----------|---------|----------|-----------|---------|------------|---------|----------|
|                | ! Grain! | ! Paille! | ! Epis! | ! Grain! | ! Paille! | ! Epis! | ! Nbre!    | ! Pds ! | ! Pente! |
|                | ! !      | ! !       | ! !     | ! !      | ! !       | ! !     | ! !        | ! Gsse! | ! !      |
| ! 1. Haut      | ! 20     | ! 850     | ! 35    | ! 60     | ! 950     | ! 150   | ! 201      | ! 280   | ! 720    |
| ! 2. Mi-pente  | ! 265    | ! 3200    | ! 445   | ! 1255   | ! 3375    | ! 1875  | ! 234      | ! 1050  | ! 1270   |
| ! 3. Bas-pente | ! 800    | ! 7700    | ! 1600  | ! 1675   | ! 6835    | ! 2480  | ! -        | ! -     | ! -      |

\* dégats animaux.

#### 2.7.4.1.3. Mesures physiologiques - Rendement.

##### Mil.

La croissance de l'appareil végétatif aérien et racinaire a été insignifiant en haut. En bas de pente la vitesse de développement a été la plus rapide mais la plante n'a toutefois pas atteint son développement optimum (180 cm de haut et 120 cm d'enracinement). (Tableau 61).

Les rendements du grain ont augmenté dans le même sens.

|         |            |                            |
|---------|------------|----------------------------|
| Haut    | : 60 Kg/ha | 100 %                      |
| Milieu: | 1265       | 21.08 % 100 %              |
| Bas     | : 1675     | 2792 % 133 % (Tableau 62). |

Pour la paille l'accroissement a été plus régulier et a pratiquement doublé d'un site à l'autre.

##### Sorgho.

On peut faire les mêmes observations que pour le mil.

Les mesures ont montré que :

- le développement végétatif aérien et racinaire a été nul a insignifiant en haut de la toposéquence
- au milieu il a été très moyen et n'a pas atteint son développement optimum
- en bas de pente les cultures semées plus tardivement ont dépassées en taille et profondeur d'enracinement les autres plants de mi-pente (tableau 61).

Le rendement a été beaucoup plus faible que celui du mil. (Tableau 62). Il n'atteint que 800 Kg/ha en bas de pente soit 47 % de celui du mil.

## ARACHIDE.

-----  
 Son enracinement a été légèrement inférieur à celui des céréales sur les deux sites. (Tableau 61).

Toutefois son rendement s'est révélé inférieur seulement de 77 % à mi-pente par rapport au mil et supérieur de 396 % à celui du Sorgho. (Tableau 62).

Le rendement de ces cultures est évidemment dépendant des facteurs jouant concurremment :

- réserve en eau utile augmentant le long de la toposéquence et transfert hydrique assurant un meilleur remplissage de cette réserve

- une densité racinaire plus importante et plus efficiente favorisant l'alimentation hydrique de la plante

- transferts de fertilité liés au ruissellement (et érosion) souligné par des taux de matière organique dans les 20 premiers centimètres, croissant lorsque l'on descend la pente.

## 2.7.4.1.4. Analyse du bilan hydrique.

-----  
 L'analyse des termes du bilan hydrique est indispensable pour expliquer les différences de rendement aux trois niveaux de la toposéquence.

Grâce aux mesures d'humidité qui ont permis de caractériser le fonctionnement hydrique des paysages agraires étudiés et le développement de la culture il a été possible de caler le modèle par approche successive.

Le ruissellement et l'écoulement hypodermique sont déterminants dans l'élaboration du rendement aux 3 niveaux étudiés.

En prenant plusieurs hypothèses de ruissellement jusqu'à l'observation d'une bonne concordance entre les courbes de croissance végétative et les courbes de consommation hydrique (ETR) simulée nous pouvons avancer les hypothèses suivantes :

- en haut : 20 % de ruissellement pour un seuil de 20 mm de pluie
- mi-pente : 10 % de ruissellement pour un seuil de 20 mm
- en bas : apport de 30 % (ruissellement et écoulement hypodermique non différenciés).

La consommation hydrique totale simulée du mil varie ainsi :

Haut : 160 mm  
 Mi-pente-bas de pente 275 mm.

#### 2.7.4.1.5. Estimation des rendements.

D'après des travaux réalisés par l'IRAT en milieu paysan, on peut estimer les rendements par la formule suivante :

$$\text{Rendement espéré} = 22 \text{ IR ESP} - 200$$

$$\text{avec IRESP} = \frac{\text{ETR cycle}}{\text{ETM}} \times \frac{\text{ETR période critique}}{\text{ETM}}$$

On obtiendrait les rendements suivants :

- Haut = 146 Kg/ha
- Mi-pente = 985 Kg/ha
- Bas = 1004 Kg/ha

Les rendements obtenus sur les parcelles s'ils évoluent dans le même sens différent cependant de ces derniers.

On doit convenir que cette estimation n'est pas suffisante pour expliquer les différences de rendements obtenus. Il faut prendre garde au fait que :

- nous disposons que d'une répétition
- nous ne prenons pas en compte les variations de fertilité
- nous n'analysons pas de façon plus fine les formes de ruissellement et surtout d'érosion.

#### 2.7.4.2. Analyse des rendements du terroir.

47 parcelles de rendement ont été analysées sur l'ensemble des terres environnantes le village de Kassela en situation comparables à celle de la toposéquence.

En fonction des cultures le nombre des parcelles se repartit ainsi :

- Mil = 33 parcelles
- Sorgho = 7 parcelles
- Arachide = 7 parcelles.

La culture du mil est dominante.

##### 2.7.4.2.1. Dates de "semis".

Cette année l'hivernage a été très tardif. On observe deux vagues importantes de semis :

- une qui suit les pluies du 10 au 15 Juillet (70 mm)
- la deuxième après le 20 Juillet (5 mm).

Ces deux vagues sont encadrées par quelques semis précoces (10/06) et tardifs (1/08).

Tableau 63 - KASSELA - Rendement en g. ines et gousses et pailles et fânes  
 ----- ( ) des parcelles en milieu paysan (Kg/ha).

| Paysages              | Rdt espéré | Mil                 |                  | Sorgho                    |                 | Arachide    |
|-----------------------|------------|---------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
|                       |            | ! sans fumure!      | +Fumure!         | - Fumure                  | ! - Fumure!     |             |
|                       |            | Grain Pail-<br>les. | Grain/<br>Paille | Grain Pail-<br>120 (1685) | Gousse<br>373   |             |
| 1) Glacis d'érosion   | 146        | 234 (3200)          | -                |                           |                 | Fâne<br>946 |
| 2) Glacis versant     | 985        | 943 (2946)          | 1318/<br>(3588)  | 1265 (3200)               | 1050/<br>(1270) | (1)         |
| 3) Terrasse alluviale | 1004       | 1010 (3463)         | 2011/<br>(6611)  | 1464 (5454)               | 877/<br>(1414)  |             |
| 4) Raccordement       |            | 610 (2200)          |                  |                           |                 |             |
| Glacis-Terrasse       | -          |                     |                  |                           |                 |             |
| Nombre parcelles      | -          | 23                  | 10               | 7                         | 7               |             |

Nota : (1) une seule répétition.

Il n'apparaît pas de corrélation entre la date de semis et la place du champ dans la toposéquence bien que la profondeur de sol humecté après une pluie de 15 mm double du haut vers le bas de la toposéquence. (7-14 et 30 cm au 10/06).

A remarquer toutefois que les semis de l'arachide ont été :

- plus tardifs que ceux des céréales, le 10/8 et 21/7
- plus tardifs en haut de toposéquence, 10/8 qu'en bas 21/7.

#### 2.7.4.2.2. Rendements.

Les résultats consignés dans le tableau 63 montrent que :

- le rendement mil est plus élevé que celui de l'arachide lui-même plus élevé que celui du Sorgho pour les paysages 2 et 3. Au niveau du glacis d'érosion, paysage 1, les rendements sont très faibles et du même ordre de grandeur

- le rendement croît, lorsque l'on descend la toposéquence, fortement entre le site 1 et 2 puis plus faiblement ensuite

- la fumure sur le mil a un effet d'autant plus fort qu'elle est valorisée par les apports d'eau les plus élevés

|           | Grain<br>----- | Paille<br>----- |
|-----------|----------------|-----------------|
| Mi-pente  | : + 40 %       | + 20 %          |
| Bas-pente | : + 99 %       | + 90 %          |

- l'importance du ruissellement et de l'érosion consécutive, peut l'emporter sur la place dans la toposéquence. Le site 4 en bas de toposéquence est plus affecté que le site 2 à mi-pente par le ruissellement et a un rendement moindre

- les rendements obtenus en mil, sans engrais, sont très proches des rendements espérés calculés à l'aide de l'indice agroclimatique. La différence varie de 0,5 % (bas de pente) à 5 % (mi-pente). Cette bonne correspondance entre les rendements espérés et les rendements réels obtenus avec 23 répétitions pour les paysages agraires est très prometteuse mais demande toutefois à être confirmée l'année prochaine à Kassela et pour d'autres paysages caractéristiques des zones plus au Nord.

#### 2.7.5. Conclusion.

Cette étude, en milieu paysan, a montré qu'avec une technique simple, mais destructrice (tarière) pour assurer le suivi des variations de stocks d'eau il a été possible de caractériser les transferts hydriques entre les différents paysages agraires.

Leur quantification reste à entreprendre mais cela exige du matériel plus sophistiqué et la mise en place de méthodologie très complexe. Par hypothèses s'appuyant sur l'identité entre courbe de développement des cultures et courbe de consommation, une première estimation du

ruissellement et des apports d'eau a été formulée, qu'il reste à vérifier sur plusieurs années.

L'indice du rendement espéré obtenu à partir du calcul du bilan hydrique, avec les hypothèses de ruissellement retenues donne des rendements très proches, à 5 % près, de ceux obtenus chez les paysans.

Ceci est très encourageant mais demande à être confirmé sur plusieurs années et surtout en d'autres lieux.

Ces résultats devraient permettre de mieux analyser les rendements obtenus sur l'ensemble du Mali dans le cas du suivi d'hivernage pour formuler des estimations de rendement dans des fourchettes suffisamment étroites pour être fiables et exploitables rapidement.

Il a été observé de plus que :

- la fumure minérale et organique a joué cette année un rôle important dans le rendement
- que cette fumure était valorisée dans les zones basses à meilleur bilan hydrique.

Il en ressort que l'utilisation de l'engrais est liée aux paysages agraires (fertilité) et au risque de ruissellement qui les caractérise.

Une bonne connaissance de ces paysages et de leurs transferts hydriques est nécessaire pour garantir le plein succès de l'intensification agricole, qui doit intégrer les techniques de conservation de l'eau et du sol.

## ANNEXE

- EQUATIONS D'ENRACINEMENT :

. Arachide : tableaux I et II

. Mil : tableaux III, IV, V

TABLEAU I SOTUBA NIVEAU INTENSIFICATION ARACHIDE 1987  
EQUATIONS D'ENRACINEMENT

|         | EQUATIONS                               | r    |
|---------|---|------|
| T1 PMAX | $y = -1.442JAS + 0.0079JAS^2 + 0.6089$  | 0.96 |
| T2 PMAX | $y = -1.2742JAS + 0.0046JAS^2 + 0.6506$ | 0.93 |
| T3 PMAX | $y = -1.2657JAS + 0.0047JAS^2 + 1.2960$ | 0.98 |
| T1 PINT | $y = -0.5727JAS + 0.0020JAS^2 - 3.0241$ | 0.96 |
| T2 PINT | $y = -0.7416JAS + 0.0030JAS^2 + 0.6729$ | 0.95 |
| T3 PINT | $y = -0.9767JAS + 0.0039JAS^2 + 3.7820$ | 0.95 |

TABLEAU II LONGOROLA INTENSIFICATION ARACHIDE 1987  
EQUATIONS D'ENRACINEMENT

|         | EQUATIONS                                | r    |
|---------|--|------|
| T1 PMAX | $y = -0.3686JAS + 0.0024JAS^2 - 15.0196$ | 0.97 |
| T2 PMAX | $y = -0.7677JAS + 0.0013JAS^2 - 17.7460$ | 0.97 |
| T3 PMAX | $y = -0.3911JAS + 0.0028JAS^2 - 19.3924$ | 0.95 |
| T1 PINT | $y = -0.1295JAS + 0.0009JAS^2 - 6.9569$  | 0.95 |
| T2 PINT | $y = -0.0590JAS + 0.0023JAS^2 - 9.0071$  | 0.94 |
| T3 PINT | $y = -0.0657JAS + 0.0026JAS^2 - 9.3923$  | 0.99 |

TABLEAU III SOTUBA NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
EQUATIONS D'ENRACINEMENT

| TRAITEMENT | EQUATIONS                                |
|------------|--|
| T1 PMAX    | $y = -1.9662JAS + 0.0062JAS^2 + 5.5659$  |
| T2 PMAX    | $y = -2.2852JAS + 0.0098JAS^2 + 6.7984$  |
| T3 PMAX    | $y = -2.5672JAS + 0.0118JAS^2 + 11.6454$ |
| T1 PINT    | $y = -0.2877JAS + 0.0007JAS^2 - 5.3109$  |
| T2 PINT    | $y = -0.3703JAS + 0.0009JAS^2 - 5.5415$  |
| T3 PINT    | $y = -0.4341JAS + 0.0006JAS^2 - 5.720$   |
| T1 INTERM  | $y = -0.947JAS + 0.0023JAS^2$            |
| T2 INTERM  | $y = -1.249JAS + 0.0039JAS^2$            |
| T3 INTERM  | $y = -1.4466JAS + 0.0055JAS^2$           |

TABLEAU IV CINZANA NIVEAU INTENSIFICATION MIL 1987  
EQUATIONS D'ENRACINEMENT

| TRAITEMENT : | EQUATIONS                               | r    |
|--------------|---|------|
| T1 PMAX      | $y = -3.246JAS + 0.0145JAS^2 + 21.9$    | 0.97 |
| T2 PMAX      | $y = -3.5176JAS + 0.0154JAS^2 + 29.54$  | 0.96 |
| T3 PMAX      | $y = -3.55JAS + 0.0156JAS^2 + 25.53$    | 0.96 |
| T1 PINT      | $y = -0.4785JAS - 0.0027JAS^2 + 1.2498$ | 0.97 |
| T2 PINT      | $y = -0.997JAS + 7.423AS^2$             | 0.97 |
| T3 PINT      | $y = -1.1631JAS + 0.001JAS^2 + 6.6$     | 0.97 |
| T1 PINTER    | $y = -1.3336JAS + 11.018JAS^2$          | 0.97 |
| T2 PINTER    | $y = -2.1950JAS + 0.0073JAS^2 + 20.88$  | 0.95 |
| T3 PINTER    | $y = -2.6181JAS + 0.0098JAS^2 + 23.62$  | 0.94 |

TABLEAU V LONGOROLA NIVEAU INTENSIFICATION MIL1987  
EQUATIONS D'ENRACINEMENT

|         | EQUATIONS                               | r    |
|---------|---|------|
| T1 PMAX | $y = -1.9607JAS + 0.0085JAS^2 + 2.1360$ | 0.99 |
| T2 PMAX | $y = -1.7590JAS + 0.0069JAS^2 + 3.0097$ | 0.99 |
| T3 PMAX | $y = -1.8145JAS + 0.0073JAS - 0.8353$   | 0.97 |
| T1 PINT | $y = -0.1247JAS - 0.0021JAS^2 - 7.7753$ | 0.87 |
| T2 PINT | $y = -0.4005JAS - 0.0009JAS^2 - 3.4053$ | 0.97 |
| T3 PINT | $y = -0.4312JAS - 0.0012JAS^2 - 4.457$  | 0.96 |

*Office d' Edition de la  
Recherche Scientifique et  
Coopération Internationale*



REPROGRAPHIE INDUSTRIELLE  
EDITIONS - DUPLICATIONS -

MINIPARC N°7-ZOLAD- 34100 MONTPELLIER  
67.52.20.05