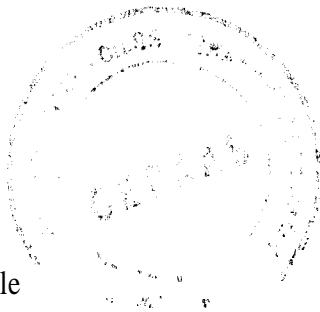


CR00.1794

18 JAN. 2000



Ministère de l'Education Nationale
Ecole nationale des cadres ruraux
Département : productions végétales



Centre d'étude régional pour
l'amélioration de l'adaptation à la
sécheresse

COMPORTEMENT AGRONOMIQUE EN MILIEU PAYSAN
DES VARIETES DE MIL (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) IBV 800 4
ET D'ARACHIDE (*Arachis hypogaea* L.) CC 8-35
EN CONDITIONS D'IMPLANTATIONS VARIEES

Mémoire présenté et soutenu pour l'obtention du
DIPLÔME D'INGENIEUR DES TRAVAUX AGRICOLES

Par

LUC DIOGOYE FAYE

34^{ème} Promotion

Maître de stage

Mr Ibrahima Mbodj
Formateur, Engr

Tuteur de stage

Dr Benoît Sarr
Chercheur, Ceraas

Janvier 2000

DEDICACES

Je dédie ce travail :

A mon père, pour tous les efforts fournis afin de m'assurer une bonne éducation ;

A ma mère, pour son soutien moral, son affection et son attention à mon égard ;

A mes frères et sœurs, plus particulièrement à Marie Louise, Thérèse, Germaine et Rose ;

A tous mes amis....

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

Dr Harold Roy-Macauley, Directeur du Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (Ceraas), qui a bien voulu m'accueillir dans cette structure, pour tous les moyens qu'il a mis à ma disposition ;

Dr Serge Braconnier, adjoint au Directeur ;

Toute l'équipe du Ceraas le personnel d'appui et l'équipe de chercheurs, en particulier

Dr Benoît Sarr, mon tuteur de stage qui m'a orienté dans le travail tout au long de mon stage ;

Mr David Boggio, Biométricien, pour son assistance précieuse au moment de l'analyse statistique des données ;

Mlle Couna Sylla, Informaticienne et Fatimata Diallo, Documentaliste, pour leur disponibilité

Dr Macoumba Diouf et Omar Diouf pour leurs conseils ;

Mme Helmut, Directrice de AGRECOL Thiès, pour son appui financier et logistique ;

Mr Bassoum à AGRECOL Thiès, pour sa collaboration et sa participation active à la mise en place et au suivi des essais en milieu paysan ;

Mr Falilou Diagne Coordinateur de l'UGPM, pour avoir facilité mon séjour à Meckhé ;

Toute la famille Diagne à Meckhé, en particulier Mme Khar Bère, Mme Absa Ndoye, pour leur hospitalité et leur amabilité sans précédent ;

Toute l'équipe de l'UGPM ;

Tous les paysans qui ont conduit les cultures pour leur précieuse collaboration ;

Mr Sidi Camara, Directeur de l'ENCR ;

Mr Cheikh Mbacké Mboup, Directeur des Etudes à l'ENCR et à travers lui tout le personnel enseignant de l'ENCR ;

Mr Ibrahima Mbodj, mon maître de stage et professeur à l'ENCR, pour tous les conseils reçus pendant ce stage et pour la rigueur qu'il m'a transmis pendant mes 3 années de formation dans cette école ;

Les familles Tine, Sarr, Diouf à l'ENCR ;

Mes chers amis de la 34^{ème} promotion, en l'occurrence, Alhadji Kouta, Daouda Mbodj, Alé Diagne, Djidiack Faye, Omar Ly, Saliou Sèye, Thierno Ane, Abdoulaye Sy, Oumar Khouma, Joumaré Diop, Mouhamadou Watt, pour ne citer que ceux-là ;

mes camarades étudiants des 33^{ème}, 34^{ème}, 35^{ème} et 36^{ème} promotions :

Moustapha Guèye et Issaka Ouedraogo, stagiaires au Ceraas, pour les bons moments passés ensemble :

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Je ne saurai mettre fin à cette rubrique sans pour autant rendre grâce au *Seigneur tout puissant*, pour l'esprit de discernement qu'il m'a donné, pour avoir guidé mes pas durant tout mon cursus scolaire et enfin de m'avoir donné le courage et la patience qui ont permis l'aboutissement de ce travail

AVANT PROPOS

Ce travail entre dans le cadre d'un mémoire de fin d'études de l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey. Il sanctionne 3 ans de formation reçue dans cet établissement. Il a été réalisé sous la tutelle du Ceraas lors d'un stage de 4 mois portant sur l'étude du comportement agronomique en milieu paysan des variétés de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) IBV 8004 et d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) GC 8-35 en conditions d'implantations variées. Ce centre est connu comme étant un pôle d'excellence pour ses activités de recherche et de formation portant sur le thème Amélioration de l'adaptation à la sécheresse des végétaux. Cette structure a pour mission de contribuer à l'amélioration de la production agricole vivrière dans les zones sèches, par la recherche de critères pertinents d'adaptation à la sécheresse et leur intégration dans les programmes nationaux de sélection pour la création variétale.

Ce travail entre dans le cadre du programme conduit au Ceraas et relatif au volet vulgarisation de matériel végétal et de paquets technologiques plus adaptés aux réalités agro-écologiques. Au niveau institutionnel, il affiche l'effort fourni par le Ceraas pour développer le partenariat tant souhaité entre les structures de recherche (Ceraas), de formation (Encr), de développement (ONG, AGRECOL) et les organisations paysannes (UGPM).

RESUME

Au Sénégal, l'irrégularité des pluies ainsi que la réduction de la durée utile de l'hivernage constituent une contrainte majeure pour la production des cultures. Pour lutter contre cette sécheresse agronomique une des solutions proposées est la mise au point de techniques permettant aux cultures de résister ou d'éviter des poches de sécheresse dommageables à la production. Dans ce sens, le Ciras en collaboration avec l'ONG AGRECOL a mené au cours de l'hivernage 1999 des essais au laboratoire ainsi qu'en milieu paysan dans le département de Tivaouane afin de mettre en évidence l'effet du mode d'installation des cultures sur le développement et la productivité du mil et de l'arachide.

Le travail effectué au laboratoire a pour objectif de déterminer l'effet du trempage des graines des variétés de mil IBV 8004 et d'arachide GC 8-35, à des durées différentes, sur la vitesse de germination des graines et la vigueur des plantules. L'essai a été conduit dans des boîtes de pétri installées dans un phytotron à 30 – 31° C et à l'obscurité. Après incubation des grains, les observations et les mesures ont porté sur la germination, la longueur du coléoptile (mil), de l'hypocotyle (arachide) et de la racine principale des plantules.

Les résultats obtenus ont permis de montrer que le trempage des semences de IBV 8004 comme celles de la GC 8-35 n'augmentait la vitesse de germination qu'aux premières heures après incubation (8 heures pour le mil et 16 heures pour l'arachide). En outre, celui-ci permet d'augmenter la vitesse de croissance racinaire de IBV 8004 aux premières heures.

Par ailleurs, les expérimentations multilocales conduites en milieu paysan avaient pour objectif d'étudier le comportement agronomique de ces variétés en conditions d'implantations variées, « semis à sec » « trempage », « repiquage » chez le mil : « trempage » et « sans trempage » des graines chez l'arachide). Les mesures au cours du cycle ont porté sur des paramètres morpho-phénologiques et l'estimation des rendements à la récolte. Dans un contexte d'hivernage pluvieux, sans périodes de déficit hydrique contraignantes pour les cultures, **on a noté** : une émergence **des** plantules plus rapide en condition de trempage chez le mil. En revanche, une durée identique du cycle a été notée quelque soit le traitement. En outre, le trempage des graines d'arachide accroît significativement la densité de plantes à la récolte. En terme de tendance, les rendements **du** traitement trempage sont plus élevés mais ne sont pas significativement différents avec ceux des autres traitements, excepté le repiquage chez le mil. Les faibles rendements obtenus chez certains paysans sont à mettre en relation avec le retard à l'exécution de certaines opérations culturales, des contraintes phytosanitaires et la pauvreté des sols.

MOTS CLES : *Arachis hypogaea* L., *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., sécheresse, agriculture pluviale, mode d'implantation, rendements paysans.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS.....	2
1. GENERALITES	5
1.1. LE MIL	5
1.1.1. Importance du mil.....	5
1.1.2. La plante.....	6
1.1.2.1. Présentation de la plante et exigences agro-écologiques.. . . .	6
1.1.2.2. Description botanique.....	7
1.1.2.2.1 Morphologie	<
1.1.2.2.2 Phénologie	
1.1.3. Systèmes de culture et techniques culturales du mil au Sénégal.....	8
1.2. L'ARACHIDE.....	9
1.2.1. Importance de l'arachide.....	9
1.2.2. La plante.....	11
1.2.2.1. Présentation de la plante et exigences agroécologiques.. . . .	11
1.2.2.2. Description botanique.....	11
1.2.2.2.1 Morphologie	i 1
1.2.2.2.2 Phénologie	12
1.2.3. Systèmes de culture et techniques culturales de l'arachide au Sénégal	13
1.3. QUELQUES ACQUIS DE LA RECHERCHE	14
1.3.1. Amélioration de la résistance à la sécheresse	14
1.3.2. Amélioration de la productivité.....	15
1.3.3. La germination	16
2. MATERIEL, ET METHODES	17
2.1. LOCALISATION ET CARACTÉRISATION DU SITE EXPÉRIMENTAL	17
2.1.1. Essais au laboratoire	17
2.1.2. Essais au champ	17
2.2. MATÉRIEL VÉGÉTAL	19
2.3. MATÉRIEL.....	19
2.3.1. Essais au laboratoire	19
2.3.2. Essais au champ.....	19
2.4. MÉTHODES	20
2.4.1. Essais au laboratoire.....	20
2.4.1.1. Dispositif expérimental	20
2.4.1.2. Conduite des essais	20
2.4.1.3. Observations.....	22
2.4.1.4. Mesures	22
2.4.2. Essais au champ.....	22
2.4.2.1. Techniques et conditions de culture	22
2.4.2.2. Dispositif expérimental	23
2.4.2.2.1 Essai mil	23
2.4.2.2.2 Essai arachide	24
2.4.2.3. Méthodes d'analyse des sols.....	26
2.4.2.4. Observations et mesures.....	26
2.4.2.4.1 Mesures climatologiques	26
2.4.2.4.2 Mesures agro-phénologiques.....	26

2.4.2.4.3	Suivi phytosanitaire	37
2.4.2.4.4	Observations à la récolte	37
2.4.3.	Méthode d'analyse des résultats	27
3.	RESULTATS ET DISCUSSIONS	28
3.1	ESSAIS AU LABORATOIRE	28
3.1.1.	Le mil	28
3.1.1.1.	Suivi de la germination	28
3.1.1.2.	Suivi de la croissance racinaire	29
3.1.1.3.	Suivi de la longueur du coléoptile	30
3.1.2.	L'arachide	31
3.1.2.1.	Suivi de la germination	31
3.1.2.2.	Suivi de la longueur de la racine principale	32
3.1.2.3.	Suivi de la longueur de l'hypocotyle	33
3.1.2.4.	Effet du traitement sur l'indice de vigueur	34
3.1.2.5.	Conclusion	35
3.2.	ESSAIS AU CHAMP	36
3.2.1.	Conditions climatiques de l'expérimentation	36
3.2.2.	Résultats des analyses de sol	39
3.2.3.	Le mil	39
3.2.3.1.	Installation des cultures	39
3.2.3.2.	Suivi phytosanitaire	40
3.2.3.3.	Dynamique de la croissance et de développement	41
3.2.3.3.1.	Phénologie	41
3.2.3.3.2.	Suivi de la croissance du brin maître	43
3.2.3.3.3.	Suivi de l'évolution du nombre de talles	45
3.2.3.3.4.	Suivi de la croissance de l'épi	45
3.2.3.4.	Observations à la récolte	47
3.2.3.4.1.	Nombre de talles productives	47
3.2.3.4.2.	Analyse du peuplement	48
3.2.3.4.3.	Analyse des plantes avec épis productifs	48
3.2.3.5.	Rendements	50
3.2.3.5.1.	Rendements en épis et en grains	50
3.2.3.5.2.	Rendements en paille	52
3.2.4.	L'arachide	53
3.2.4.1.	Installation des cultures	53
3.2.4.2.	Suivi phytosanitaire	54
3.2.4.3.	Dynamique de croissance et de développement	54
3.2.4.3.1.	Phénologie	54
3.2.4.3.2.	Pourcentage de levée	55
3.2.4.3.3.	Pourcentage de mortalités	56
3.2.4.3.4.	Analyse du peuplement	57
3.2.4.4.	Rendements	58
3.2.4.4.1.	Rendements en gousses	58
3.2.4.4.2.	Rendements en fanes	60
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cumuls pluviométriques moyens au cours d'une phase humide 1950- 1990 (ligne continue) et au cours d'une phase sèche 1961- 1990 (ligne discontinue)	4
Figure 2 : Dates optimales moyennes de semis observées au Sénégal (en nombre de jours après le 1 ^{er} juin)	-1
Figure 3 : Durée utile de la saison des pluies pour une probabilité d'occurrence de 80% (scénario sec) au cours de la période 1950-1990	4
Figure 4 : Les différentes phases phénologiques du mil	7
Figure 5 : Caractères morphologiques de l'arachide (<i>arachis hypogaea</i> L.)	3
Figure 6 : Localisation des sites d'essai	IX
Figure 7 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur les dix dernières années à la station de méréna dakhar.	1- 8
Figure 8 : Dispositif expérimental de l'essai mil	21
Figure 9 : Dispositif expérimental de l'essai arachide	21
Figure 10 : Plan de la parcelle unitaire au niveau de l'essai mil	24
Figure 11 : Plan de la parcelle unitaire au niveau de l'essai arachide	25
Figure 12 : Pourcentages de germination au niveau des différents traitements	28
Figure 13 : Evolution de la racine principale (L R) au niveau des différents traitements	30
Figure 14 : Evolution de la longueur du coléoptile (L C) au niveau des différents traitements	31
Figure 15 : Pourcentages de germination au niveau des différents traitements	32
Figure 16 : Evolution de la longueur de la racine principale (L R P) au niveau des différents traitements	33
Figure 17 : Evolution de la longueur de l'hypocotyle (L H) au niveau des différents traitements	34
Figure 18 : Evolution de l'indice de vigueur des plantules au niveau des différents traitements	35
Figure 19 : Cumuls pluviométriques enregistrés au niveau des différents sites pendant la période d'étude	36
Figure 20 : Cumuls pluviométriques mensuels enregistrés au niveau des différents sites pendant la période d'étude	37
Figure 21 : Répartition décadaire de la pluviométrie au niveau des différents sites pendant la période d'étude (les décades sont comptées à partir du 1 ^{er} juillet)	38
Figure 22 : Stades phénologiques du mil	41
Figure 23 : Evolution de la hauteur du brin maître au niveau des différents traitements	43
Figure 24 : Evolution de la hauteur du brin maître des plantes au niveau des 6 villages	44
Figure 25 : Evolution du nombre moyen de talles au niveau des différents traitements	45

Figure 26 : Evolution de la longueur moyenne de l'épi (L.E) au niveau de chaque traitement	46
Figure 27 : Evolution de la longueur moyenne de l'épi au niveau des 6 villages.....	46
Figure 28 : Longueur d'épis observée chez les paysans au 53ème, 60ème et 74ème jas.....	47
Figure 29 : Nombre de talles productives au niveau de chaque traitement	48
Figure 30 : Pourcentage~ de poquets observés à la maturité.....	48
Figure 31 Pourcentages de poquets comportant des plantes ayant des épis.....	49
Figure 32 Pourcentages de poquets cotnportant des plantes ayant des épis au niveau des 6 villages	50
Figure 33 Rendements en épis et en grains au niveau des différents traitements.. . . .	50
Figure 34 Rendements en épis et en grains de mil au niveau des 6 villages.	51
Figure 35 Rendements en grains de mil chez les paysans.....	52
Figure 36 : Rendements en paille des 6 villages	53
Figure 37 Pourcentages de levées chez les paysans.....	56
Figure 38 Pourcentages de plantes à la maturité dans les 5 villages.....	57
Figure 39 Pourcentages de plantes observés chez les paysans à la maturité	58
Figure 40 Rendements moyens en gousses chez les paysans.....	59

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Rendements en paille des différents traitements	53
<u>Tableau 2</u> : Stades phénologiques de l'arachide	55
<u>Tableau 3</u> : Pourcentages de mortalités dans chaque village pour les deux traitements	57
<u>Tableau 4</u> : Rendements en gousses obtenus dans les 5 villages.	58
<u>Tableau 5</u> : Rendements en gousses dans chaque village pour les différents traitements	59
<u>Tableau 6</u> : Rendements en fanes obtenus dans chaque village et pour chaque traitement	60

INTRODUCTION

Le Sénégal, comme la plupart des pays en développement, présente une population principalement rurale et dont la subsistance repose essentiellement sur l'agriculture pluviale. En effet, 70% de la population y pratiquent l'agriculture. Cette dernière constitue le secteur prédominant de l'économie du pays et représente 19% du PNB.

L'arachide et le mil constituent les principales espèces vivrières cultivées en conditions pluviales. Le mil est utilisé dans l'alimentation des populations et l'arachide comme culture de rente, donc source de revenu. Cependant, la forte dépendance de ces cultures vis-à-vis de la pluviométrie explique les faibles rendements de 519 kg.ha⁻¹ pour le mil et de 632 kg.ha⁻¹ pour l'arachide (DISA, 1998) enregistrés de nos jours à l'échelle du territoire national.

Dans ce contexte, la recherche s'oriente de plus en plus vers la proposition d'un matériel végétal et de techniques beaucoup plus adaptés aux nouvelles réalités agroclimatiques du milieu. C'est dans ce sens que s'inscrit ce travail qui a été effectué au laboratoire et en milieu paysan dans le centre nord bassin arachidier.

Cette étude a pour objectif global l'évaluation de l'impact du mode d'installation de l'arachide et du mil sur la longueur du cycle cultural et l'amélioration de leur productivité. Elle porte sur des variétés de mil (IBV 8004) et d'arachide (GC8-35) à cycle court (80 jours).

Dans un premier temps, ce travail présente les généralités sur le mil et l'arachide ainsi que l'état des connaissances en rapport avec le thème étudié. Le matériel et les méthodes utilisés font l'objet d'un deuxième chapitre. Le dernier chapitre de ce mémoire présente les résultats obtenus et les discussions aboutissent à une conclusion.

PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

Depuis près de trois décennies, les pays du Sahel sont confrontés à une dégradation de leurs conditions climatiques. Au Sénégal depuis les années 70, la production agricole est freinée par une baisse et une irrégularité des pluies, un raccourcissement de la durée utile de la saison pluvieuse, particulièrement dans la moitié nord du bassin arachidier. En effet, l'analyse fréquentielle sur la période humide (1950-1990), révèle un cumul pluviométrique moyen annuel, variant entre 400 et 600 mm dans le centre nord bassin arachidier (régions de Thiès, Louga et Diourbel) (Figure 1). Cependant, cette faiblesse de la pluviométrie est particulièrement marquée au cours de la période 1961-1990 pour laquelle les cumuls saisonniers sont compris entre 300 mm et 500 mm (Figure 1). C'est ainsi qu'entre la période humide et la période sèche, on a assisté à une translation des isohyètes vers le sud de 100 à 150 km. Ainsi, l'isohyète 400 mm qui était à Louga au cours des années humides, est passé plus au sud sur l'axe Ranerou Linguère Nord-Thiès au cours de la phase sèche (Figure 1).

En outre, l'installation tardive de l'hivernage dans cette zone impose des dates de semis optimales¹ comprises entre le 25 juillet et le 05 août (Figure 2). Ceci entraîne une diminution de la durée utile de la saison des pluies² qui se situe entre 60 et 80 jours dans 80% des cas. Dans notre zone d'étude, elle varie entre 65 et 75 jours (Figure 3).

Cette faiblesse de la pluviométrie et ce raccourcissement de la durée utile de la saison des pluies, ont eu une incidence sur le taux de satisfaction des besoins en eau de cultures. En effet, on note des taux de satisfaction des besoins en eau moyen du mil sur le cycle en années sèches (période 1961-1990), de 35% dans la région de Louga, de 50% dans la région de Thiès et de 57% dans la région de Diourbel (Braly, 1999). Ces taux de satisfaction faibles voire limites font que les variétés habituellement utilisées dans la zone (généralement à cycle de 90 jours) rencontrent des difficultés pour boucler leur cycle végétatif.

Pour palier à cette situation, une des stratégies des paysans du bassin arachidier a été l'adoption du semis à sec du mil avant le début des premières pluies. Cependant, cette option a présenté des limites dans la mesure où l'hivernage devenait de plus en plus court et qu'en réalité, c'étaient les techniques culturales et le matériel végétal qui étaient devenus inadaptés.

¹ La date optimale de semis correspond à la date de semis réussi si dans les 20 jours qui suivent une pluie supérieure ou égale à 20 mm, on enregistre moins de dix jours de stress hydrique sévère (ETR/ETM inférieur ou égal à 30 %) (Sarr et Fall, 1998).

² La durée utile de la saison des pluies, encore appelée hivernage au Sénégal, est déterminée par la période s'écoulant entre la date de manifestation de la première pluie à laquelle le semis peut s'effectuer (première pluie de semis) et la date à laquelle la réserve utile en eau disponible le long du profil racinaire ne permet plus de satisfaire tout ou partie des besoins hydriques de la culture (Annerose, 1991).

De ce fait, il est devenu impératif de trouver de nouvelles solutions. C'est ainsi que la recherche s'est intéressée depuis quelques années à la sélection de variétés précoces et plus résistantes à la sécheresse : mais le cycle de sélection s'avère parfois très long. Par ailleurs, on a noté une orientation de plus en plus marquée de celle-ci vers la proposition d'autres paquets technologiques adaptés aux nouvelles conditions du milieu.

Dans ce sens, les travaux ont été effectués au Sénégal sur des techniques culturales comme le travail au sol, le paillage... mais ceux-ci n'ont jamais porté sur le trempage des graines à l'eau ou le repiquage des plants de mil. Néanmoins, il faut noter que des travaux ont été effectués en Inde et au Zimbabwe sur la technique du trempage (Harris *Cl. al.*, 1999). En effet, ceux-ci portaient sur des cultures de maïs, de riz et de pois chiche et les résultats obtenus ont permis de montrer que le trempage des semences 24 heures avant le semis permettait : une germination et une émergence plus rapide, un meilleur peuplement et présentait moins de risques de ressemis. En outre, ces graines trempées donnaient naissance à des plantules plus vigoureuses et un rendement plus important.

Par ailleurs, le repiquage de plants de mil à partir d'une pépinière, même s'il est relativement laborieux, pourrait constituer un atout majeur dans la mesure où une pépinière occupant quelques mètres carrés est beaucoup plus facile à entretenir qu'un champ entier. Cette technique pourrait permettre d'éviter la poche de sécheresse de début de cycle, de gagner quelques jours sur le cycle par rapport aux types d'implantations habituelles, surtout les années pour lesquelles les pluies de semis surviennent tardivement (de fin juillet à début août).

Dans l'optique d'améliorer la production de l'arachide et du mil dans l'arrondissement de Mourina (Dakar) (Département de Tivaouane, Région de Thiès), le Ceraas, en collaboration avec l'ONG AGREGOIL et l'UGPM (Union des Groupements Paysans de Meckhé) a étudié, au cours de cet hivernage 1999, l'impact du mode d'installation de la culture (trempage à l'eau des graines et/ou repiquage des plantules) sur le comportement agronomique de variétés de mil et d'arachide.

L'**objectif global** de cette étude consiste à évaluer l'impact du mode d'installation de la culture sur la longueur du cycle végétatif et la productivité des variétés de mil IBV 8003 et d'arachide GC 8-35.

Pour ce faire, les **objectifs spécifiques** suivants ont été dégagés :

- ◆ l'étude, en milieu contrôlé, de l'effet du trempage des semences des variétés de mil IBV 8004 et d'arachide GC X-35 sur la germination et sur la vigueur des plantules ;
- ◆ l'étude de l'adaptabilité, en milieu réel, de ces variétés aux contraintes du milieu
- ◆ la mise en évidence de techniques culturales simples (comme le trempage des semences et/ou le repiquage) pour accroître la production agricole dans les régions à faible pluviométrie.

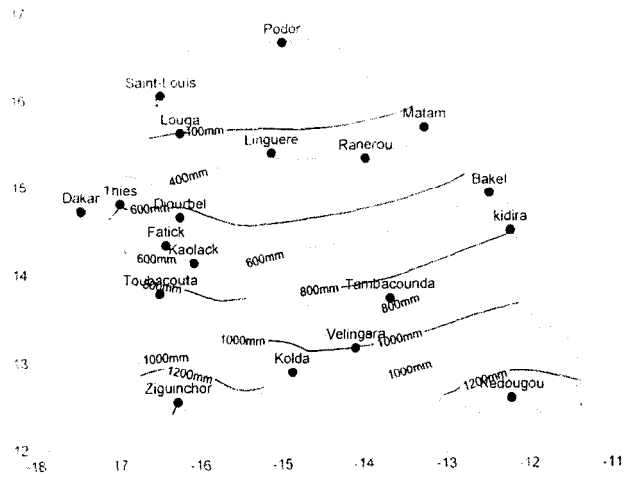


Figure 1 : Cumuls pluviométriques moyens au cours d'une phase humide 1950-1990 (ligne continue) et au cours d'une phase sèche 1961-1990 (ligne discontinue)

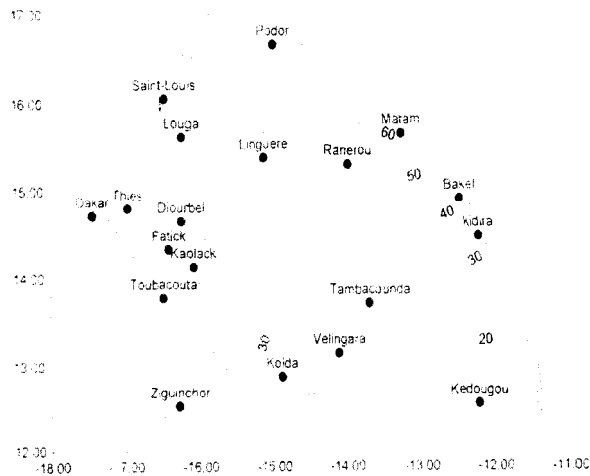


Figure 2 : Dates optimales moyennes de semis observées au Sénégal (en nombre de jours après le 1^{er} juin)

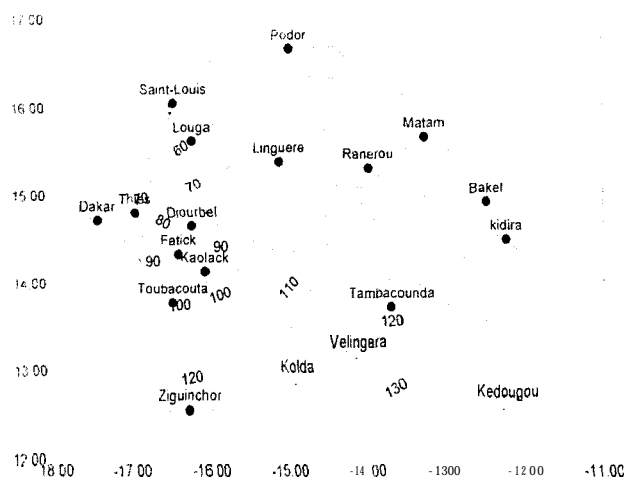


Figure 3 : Durée utile de la saison des pluies pour une probabilité d'occurrence de 80% (scénario sec) au cours de la période 1950-1990.

1. GENERALITES

1.1. LE MIL

1.1.1. Importance du mil

Le mil pénicillaire est surtout cultivé pour son aptitude à produire du grain dans des milieux chauds et secs, où les sols infertiles ont une faible capacité de rétention d'eau ; là où les autres cultures seraient probablement vouées à l'échec (FAO, 1997).

En Afrique, comme en Inde, le mil cultivé est destiné à l'alimentation humaine sous forme de préparations diverses. Il est très nutritif, énergétique et sa teneur en protéines est comparable à celle du blé. Comme la majeure partie de la production est destinée à l'autoconsommation, le mil contribue au maintien d'une sécurité alimentaire dans les zones prédisposées à subir de fréquentes périodes sèches. Le grain est consommé en bouillie, en couscous ou encore sous formes de galettes. Il peut également servir à la fabrication de boissons alcoolisées (bière de mil). Les tiges servent dans la construction des habitations et des enclos (Hamon, 1993). La paille trouve son utilisation traditionnelle dans la constitution de palissades. Elle peut servir aussi d'aliments du bétail, de matière première à la fabrication de fumier ou de compost (Rachie, 1975 cité par Sihand (1981)).

Au niveau mondial, la culture du mil couvre une superficie de 37 213 000 ha et la production est estimée à 28 519 000 tonnes (FAO, 1998). Le mil est généralement classé dans la catégorie des céréales mineures. Sur le plan économique, il représente 1,38% de la production céréalière (céréales totales) mondiale, contre 3% pour le sorgho, 27,6% pour le riz, 28,67% pour le blé et 29,16% pour le maïs (FAO, 1998). L'Inde est le premier producteur mondial de mil avec 10 500 000 tonnes soit 36,8% de la production mondiale.

En Afrique, la production est estimée à 2 260 000 tonnes (FAO, 1998) dont presque la moitié provient du Nigeria. Viennent ensuite le Niger, le Mali, le Burkina Faso, l'Ouganda et le Sénégal.

Au Sénégal, le mil occupe une place importante par rapport aux autres céréales (sorgho, maïs, riz, fonio) tant du point de vue des superficies cultivées (821 238 ha, soit 73,46% des superficies emblavées en céréales) que de la production (426 481 tonnes, soit 54,6% de la production céréalière totale) (DISA, 1998).

Malgré l'importance de cette culture pour le pays, il apparaît que les rendements sont de plus en plus faibles avec une moyenne de 519 kg.ha⁻¹ pour la campagne 1998 (DISA, 1998).

Toutefois, les prévisions de la FAO (1997) promettent un avenir meilleur pour cette culture. En effet, celles-ci estiment qu'en dépit des difficultés rencontrées au niveau de la culture du mil, elle occupera

encore une place prépondérante dans les pays en développement et plus particulièrement en Afrique où il assure la sécurité alimentaire des populations rurales.

1.1.2. La plante

1.1.2.1. Présentation de la plante et exigences agro-écologiques

Le mil appartient à la tribu des Panicées, à la série des Panicoïdés, à la famille des graminées et au genre *Pennisetum*. Ce genre comporte 60 espèces qui se répartissent dans la zone tropicale et subtropicale (Benzacon *et al.*, 1997). Les formes cultivées sont *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. subsp. *glaucum* = *P. americanum* (L.) Lecke.

Au Sénégal, nous pouvons distinguer deux grands groupes sur la base de la longueur du cycle (Hamon, 1993) :

- ◆ les formes précoces (*soumas*) (75-90j) dans les zones sèches ;
- ◆ les formes tardives (*samios*) (130-150j) en zones humides.

La zone de culture des millets est comprise entre les isohyètes 200 et 800 mm (Cantini, 1993) et les besoins moyens en eau de cette espèce sont estimés à 300-400 mm. Les rendements du mil peuvent facilement atteindre 2 tonnes.ha⁻¹ sous une pluviométrie inférieure à 400 mm, en supposant que la répartition des pluies soit régulière.

Le mil présente des aptitudes de résistance à des conditions écologiques difficiles. Sa température moyenne optimale de développement est de 28°C. Il est souvent cultivé sur les sols sableux, acides et pauvres en argile. Cependant, il ne supporte pas l'excès de sel et d'eau. Le sol optimal est sable-argileux, bien drainé, bien structuré (Caron et Granes, 1993).

L'azote est un élément important dans la nutrition minérale du mil. En effet, il constitue après l'eau, le principal facteur limitant du potentiel de production dans les systèmes traditionnels de culture (Vidal, 1963). Par ailleurs, une nutrition azotée favorable se traduit d'une part, par une plus grande résistance à la sécheresse en début de cycle et d'autre part par une sensibilité accrue au déficit hydrique en fin de cycle (Diouf, 1990).

1.1.2.2. Description botanique

1.1.2.2.1 Morphologie

Le mil est une plante à port érigé. Sa hauteur varie selon les variétés de 0,5 à 4 m. Il présente un système racinaire fasciculé avec des racines relativement fines qui s'enfoncent profondément dans le sol. La tige est rigide et présente des nœuds sur lesquels s'insèrent des feuilles engainantes, parallélinerves et alternes. Le mil produit un nombre élevé de talles (jusqu'à 40 talles), mais dont seules 1 à 7 talles sont fertiles.

L'inflorescence est un faux épi situé à l'extrémité de la tige. La chandelle a une longueur moyenne de 10 à 40 cm mais peut atteindre 1 m. Son diamètre varie entre 1,5 et 3 cm. Chaque involucre porte 2 à 3 épillets qui chacun, porte 2 séries de fleurs : en position supérieure, des fleurs femelles ou hermaphrodites fertiles et en dessous, des mâles ou stériles.

Le grain de mil est un caryopse de forme ovoïdale ou elliptique. Il comporte une enveloppe dure et lisse, de couleur crème verdâtre, rougeâtre ou noire. Le poids de 1000 grains varie de 4 à 8 g.

1.1.2.2.2 Phénologie

Le cycle phénologique du mil peut être divisé en trois grandes phases :

- ◆ la phase végétative qui s'étale de la germination à la montaison ;
- ◆ la phase reproductive qui s'étale de l'épiaison à la fécondation ;
- ◆ la phase maturation qui s'étale du stade grain laiteux à la maturité physiologique

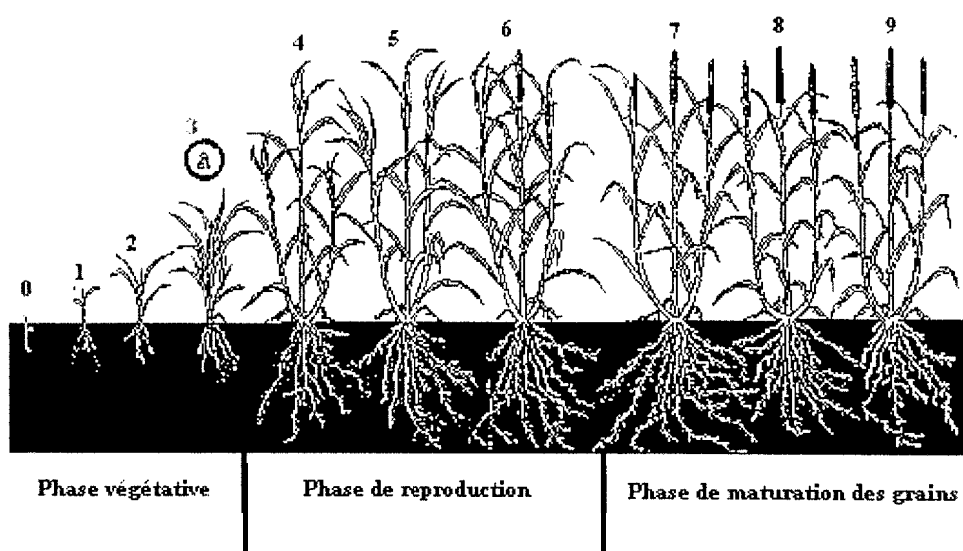


Figure 4 : Les différentes phases phénologiques du mil.

La phase végétative (n° 0 - 3)

◆ *Stade germination-levée*

La germination du mil est hypogée et débute lorsque le grain a absorbé environ 1/3 de son poids en eau. Dans des conditions optimales, la levée n'a lieu qu'au bout de 3-5 jours (Caron et Granes, 1993). Pendant cette période, on note d'abord un développement de la racine séminale, puis du mesocotyle et enfin l'apparition de la première feuille (n° 0 - 1).

◆ *Stade tallage*

Le tallage débute à partir du 10^{ème} jour après la levée (JAL), se poursuit pendant la montaison (35 jours après semis (jas)) et peut continuer après la floraison (n° 2).

◆ *Stade montaison*

Elle se déroule entre le 35^{ème} et le 60^{ème} jas. C'est une période de croissance rapide des tiges due à l'allongement des entre-nœuds. Elle correspond également à une phase où les exigences nutritives (hydriques ou minérales) sont élevées (n° 3).

La phase reproductive (n° 4-6)

Cette phase débute par l'épiaison, suivie de la floraison et se termine par la fécondation. Elle s'étale ainsi du 60^{ème} au 75^{ème} jas. L'épiaison correspond à une sortie de l'épis de la tige. C'est un stade particulièrement sensible au stress hydrique et minéral.

L'initiation florale se produit à la fin du tallage et on note une formation de pièces florales au cours de la montaison.

La phase maturation (n° 7-9)

Pendant cette période, le grain de mil passe par trois états. Au début, il est à l'état laiteux, puis il passe à l'état pâteux pour atteindre enfin la maturité physiologique 20 à 50 jours après floraison selon les variétés. Cette dernière est reconnaissable par l'apparition d'un point noir dans la région du hile.

1.1.3. Systèmes de culture et techniques culturales du mil au Sénégal

Traditionnellement, le système de culture du mil était un système de production qui coexistait avec un élevage "divagant". Ce dernier utilisait les jachères et les soles cultivées à la morte saison, assurant les restitutions organiques sur les parcsages, susceptibles d'entretenir la fertilité du sol (Devron, 1978).

Au fil des années, l'accroissement démographique occasionnant l'extension des surfaces cultivées, a entraîné la diminution, voire la disparition des friches et des jachères. Cela a provoqué une diminution, voire une disparition de l'intégration agriculture-élevage. En réponse à la détérioration des conditions

climatiques de ces deux dernières décennies, les agriculteurs ont sensiblement modifié leurs pratiques culturales. En effet, dans le centre du bassin arachidier, les variétés tardives ont disparu au bénéfice des variétés précoces. Ces dernières sont semées à sec avec cependant un risque d'échec élevé, compte tenu de l'incertitude sur la hauteur de la première pluie.

Plus particulièrement dans cette zone, le mil est cultivé en rotation avec l'arachide. En outre, on note une association avec l'arachide et le niébé, qui est semé en dérobé.

Le travail du sol effectué consiste généralement en un déssouchage et un grattage superficiel à l'iler ou à la houe sine. Le semis manuel ou mécanique du mil, à raison de 4 kg.ha⁻¹, est effectué à sec avant l'hivernage pour les *soumas*, ou en humide surtout pour le *samio* cultivé au sud. La densité de semis généralement rencontrée varie entre 10 000 et 13 000 poquets.ha⁻¹, chaque poquet contenant une dizaine de grains. Le démariage à 3 plantes par poquet, accompagné d'un désherbage autour des touffes de mil, est réalisé manuellement 10 JAL et se poursuit quelques fois pendant 3 à 4 semaines.

Pour l'entretien des cultures et une lutte contre les adventices, deux sarclages sont généralement effectués à la houe sine. Le premier est réalisé avant le démariage, le deuxième en début de montaison. Cependant, un troisième s'avère souvent indispensable notamment au sud du bassin arachidier, où l'enherbement est plus important.

La fertilisation est généralement organique et est assurée dans les champs de case par des dépôts d'ordures ménagères, le parcage du bétail en saison sèche, ou par l'apport de fumier de cheval.

La récolte quant à elle, est manuelle, et s'effectue entre 85 et 90 JAL pour les *souma* et entre 120 et 130 JAL pour les *samio*. On rencontre deux modes de récolte :

- ◆ sur pied, en coupant les épis et en laissant les tiges en place ;
- ◆ après déssouchage des pieds.

Il est important de noter que le paysan tire généralement ses semences pour la campagne suivante à partir de sa récolte en sélectionnant les meilleurs épis.

Enfin, la conservation dans des greniers est effectuée après un séchage à l'air libre pendant plusieurs semaines.

1.2. L'ARACHIDE

1.2.1. Importance de l'arachide

L'arachide est une légumineuse annuelle cultivée dans toute la zone intertropicale. Sa zone de culture peut s'étendre jusqu'au 40^{ème} parallèle nord et sud. Sa culture est très répandue en Afrique et constitue une source de revenus non négligeables tant pour les producteurs que les états. En raison de sa richesse

en huile alimentaire (50%) et en protéines (25%). l'arachide constitue un aliment bien apprécié. En effet, elle est consommée soit en graines, soit en huile après trituration des graines, soit encore sous forme plus ou moins élaborée (beurre, pâtes, farines, confiseries diverses) (Schilling, 1996).

Les coques vides sont utilisées comme source d'énergie au niveau des huileries locales (surtout en Afrique de l'Ouest), comme amendement, comme éléments de lest pour la fabrication d'aliments pour le bétail, ou comme matière première servant à la fabrication de panneaux de particules agglomérées utilisés en tneuserie.

Les faes d'arachide ayant une valeur fourragère équivalente à celle de la luzerne (Schilling, 1996), sont particulièrement recherchées au Sénégal pour le bétail, notamment dans le bassin arachidier où les jachères ont pratiquement disparu.

Il est à noter aussi que le tourteau d'arachide a été pendant longtemps une des bases de l'alimentation du bétail en Europe et en France (Schilling, 1996).

Au niveau mondial, la production a connu une période de stabilité assez longue (19 millions de tonnes). Elle a repris une extension importante entre 1980 et 1992, jusqu'à atteindre 23,5 millions de tonnes en 1993 et 30 916 000 de tonnes en 1998 (base coque). La superficie occupée par cette culture dans le monde est estimée à 23 708 000 ha. Cependant, l'arachide est confrontée à la concurrence du soja et des autres protéagineux. En effet, le soja occupe 51,6% de la production totale d'oléoprotéagineux, la graine de coton (17,6%), la graine de colza (12,12%), l'arachide (10,3%), la graine de tournesol (8,39%) (FAO, 1998).

La Chine est le premier producteur mondial d'arachide avec 9 650 000 tonnes, suivie de l'Inde (8 300 000 tonnes), du Nigeria (2 531 000 tonnes), et le Sénégal occupe la 10^{ème} place au rang mondial.

En Afrique, la culture arachidière couvre une superficie de 8 759 000 ha (FAO, 1998) et la production s'élève à 7 265 000 tonnes, soit 23,5% de la production mondiale. C'est ainsi que le continent occupe la 2^{ème} place au niveau de la production mondiale derrière l'Asie qui en représente 66%. Cependant, l'Afrique tient encore une place plus ou moins négligeable, malgré les très bonnes qualités organoleptiques de ses grains, en raison de son incapacité à pouvoir assurer un approvisionnement constant, tant en qualité qu'en quantité.

Au Sénégal, l'arachide constitue une culture de rente bien appréciée. En effet, elle a été beaucoup exploitée pendant la période coloniale, surtout dans le bassin arachidier. Cependant, depuis la sécheresse des années 70, sa production a considérablement baissé. La production en arachide de bouche est estimée à 38 931 tonnes (soit 7,14% de la production totale) et celle pour l'huilerie à

505 844 tonnes (soit 92,85% de la production totale) (DISA, 1998). Cette culture s'étend sur une superficie de 00 347 ha pour l'arachide de bouche et sur 727 773 ha pour l'arachide triturée dans les huileries. Elle occupe ainsi environ 37% de la superficie totale emblavée (DISA, 1998).

1.2.2. La plante

1.2.2.1. Présentation de la plante et exigences agroécologiques

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.), est une légumineuse annuelle qui fait partie du sous-ordre des Fabacées (es Papilionacées). de la tribu des Arachidinées (Mauboussin *et al.*, 1970).

Les variétés cultivées appartiennent toutes à l'espèce *Arachis hypogaea*, elle-même divisée en 3 sous-espèces : *hypogaea hypogaea*, correspondant au type Virginia et *hypogaea fastigiata*, correspondant aux types Valencia et Spanish.

L'arachide est une plante autogame par cleïstogamie, mais présente pourtant un certain pourcentage d'allogamie (0,2 à 5%). Elle est bien adaptée aux climats chauds. Elle préfère des températures à peu près constantes, dont l'optimum se situe entre 25°C et 35°C et des sols bien structurés qui permettent un bon drainage (Schilling, 1996). Elle est moyennement résistante à la sécheresse et est cultivée dans des sols à pH variant entre 4 et 9.

En conditions non limitantes, ses besoins en eau se situent entre 370 et 570 mm (Billaz, 1962). Ceux-ci sont maximaux pendant la floraison et la formation des fruits.

Malgré sa résistance à la sécheresse, l'arachide présente une certaine sensibilité au stress hydrique intervenant pendant la formation des gousses (Annerose, 1990). En effet, un stress à ce stade pénalise fortement le rendement.

En ce qui concerne la nutrition minérale, l'azote et le phosphore figurent parmi les éléments essentiels. L'azote est fourni par symbiose rhizobienne et se trouve en quantité importante dans les feuilles et dans les graines à la récolte. Le phosphore est absorbé grâce aux mycorhizes vésiculo-arbusculaires, puis stocké en majeure partie dans les gousses en formation.

1.2.2.2. Description botanique

1.2.2.2.1 Morphologie

L'arachide présente une partie aérienne constituée d'une tige principale toujours érigée et de deux ramifications primaires érigées ou rampantes qui déterminent le port de la plante. Le port érigé est caractéristique des groupes botaniques Valencia et Spanish (cycle court). Le port semi-érigé ou rampant est caractéristique du groupe Virginia (cycle long).

Le système racinaire pivotant porte latéralement des ramifications secondaires. Il peut atteindre 1.30 m de profondeur dans le sol. et porte des nodosités fixatrices d'azote caractéristiques des légumineuses

La tige principale et les ramifications primaires peuvent avoir une longueur allant de 0.2 à 0.7 m.

Les feuilles sont composées pennées, avec deux paires de folioles portées par un pétiole de 4 à 9 cm de long enserré à la base par 2 stipules, larges, longs et lancéolés.

L'inflorescence de l'arachide se présente comme des épis de 3 à 5 fleurs. Les fleurs, de 2 types (aérien et souterrain) sont sessiles, de couleur jaune et ne s'ouvrent qu'après la fécondation.

Le fruit est une gousse, composée d'une coque indéhiscente terminée par un bec plus ou moins marqué, contenant 1 à 4 graines.

Le poids de 100 graines varie entre 35 et 100g.

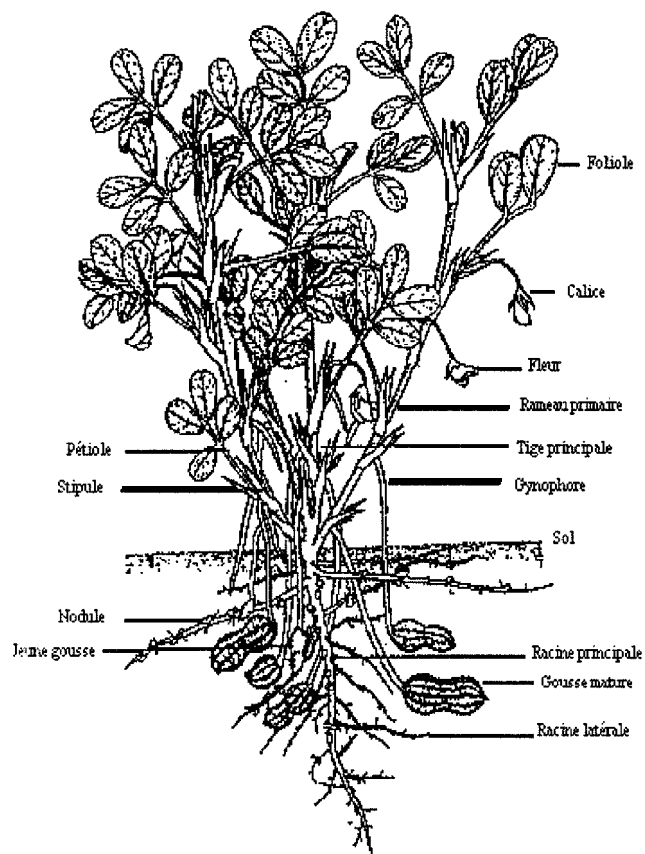


Figure 5 : Caractères morphologiques de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.)

1.2.2.2.2 Phénologie

Le cycle de développement de l'arachide, varie de 80 à 125 jours et se divise en 3 phases

- ◆ germination-début floraison ;
- ◆ floraison-fructification ;
- ◆ maturation ;

La phase germination-début floraison

La germination de l'arachide est épigée. Elle débute dès que le taux d'imbibition atteint 35 à 40% et la graine lève au bout de 3 à 5 jours. Après la levée, on note une croissance végétative relativement restreinte qui se poursuit jusqu'à l'apparition des premières fleurs. Cette phase dure en moyenne 20 à 35 jours.

La phase floraison-fructification

Au début de cette phase, on note une augmentation progressive du nombre de fleurs émises par la plante. Cette dernière passe par un maximum entre le 40^{ème} et le 60^{ème} jas et ensuite décroît de manière régulière (Gillier et Silvestre, 1969).

La fécondation a lieu avant l'épanouissement de la fleur. On parle de cleïstogamie. Une semaine après la fécondation de la fleur, l'ovaire s'allonge suite au développement d'un méristème intercalaire (gynophore). Ensuite, il pénètre dans le sol à une profondeur de 2 à 7 cm. Ceci est nécessaire pour le développement des organes fructifères.

La phase maturation

L'ovaire enterré commence son développement, et la future gousse prend rapidement forme. A la maturité, on observe une gousse ornementée, qui est extérieurement jaunâtre et intérieurement d'une couleur foncée (Mauboussin et al., 1970). La gousse contient en général, 2 graines d'une coloration allant du rose clair au grenat foncé.

f.2.3. Systèmes de culture et techniques culturales de l'arachide au Sénégal

Au Sénégal et plus particulièrement dans le bassin arachidier, l'arachide est cultivée en rotation avec le mil. On note aussi une association arachide-mil dans laquelle l'arachide constitue la culture principale.

Traditionnellement, la préparation du sol consiste en un brûlis du couvert végétal et un grattage superficiel avec un instrument léger (iler, daba). En culture attelée, l'amélioration a consisté à l'utilisation d'un scarificateur (si possible en passage croisé).

Le semis de l'arachide se fait généralement à l'aide de petits semoirs monorangs à traction animale asine, équine ou bovine. Il est réalisé à une graine par poquet, à une profondeur de 3 à 5 cm et avec des écartements de 0,6 x 0,15 m pour les variétés tardives, de 0,40 x 0,15 m pour les variétés hâtives.

La valeur culturale se situe en général entre 120 et 150 kg.coques⁻¹.ha⁻¹, mais peut atteindre 200 kg pour certaines variétés à grosses graines, ou lorsque les semences sont de mauvaise qualité.

Le semis est généralement suivi d'un émiettement très superficiel du sol ou «*radou*» au moyen d'un outil à large lame horizontale, manuel ou tracté; perpendiculairement aux lignes de semis. L'entretien de la culture consiste d'abord en un premier binage accompagné d'un désherbage sur la ligne. Il est effectué dès que la levée est effective, et que les plantules ont atteint le stade 3-4 feuilles. Celui-ci est déterminant pour le rendement de la culture. Les binages ultérieurs (au nombre de 1 à 3), sont effectués au besoin et limités à l'entretien de l'interligne.

A maturité, on procède à l'arrachage des plants qui peut être manuel ou tracté.

1.3. Quelques acquis de la recherche

1.3.1. Amélioration de la résistance à la sécheresse

En conditions de déficit hydrique, la plante développe un certain nombre de mécanismes physiologiques de résistance. C'est ainsi qu'il a été d'abord établi que la précocité constituait chez le mil, une adaptation lui permettant d'échapper à un stress terminal.

Grâce à la plasticité de son développement végétatif, on constate chez le mil des phénomènes de compensation entre le brin maître et les talles. En effet, Mahalakshmi et Bidinyer (1968), puis Bidinger *et al* (1987) cités par Winkel et Do (1991), ont montré que lorsqu'un brin maître est soumis à un stress hydrique précoce qui limite sa production, il se forme un plus grand nombre de talles fertiles, et simultanément on note une augmentation du nombre de grains par épi. En outre, Hamon (1993), a montré que le développement asynchrone des talles et les possibilités de récession en cas de demande en nutriments non pourvus, permettent un ajustement de la production aux ressources disponibles. Ce mécanisme réduit les pics de demande et contribue aux stratégies d'évitement de la sécheresse.

Le mil, de par sa capacité de conservation de sa surface foliaire verte pendant des cycles de stress hydriques intermittents peu intenses, peut récupérer rapidement son activité photosynthétique en cas de réhydratation.

Chez l'arachide, la réduction de la surface foliaire verte, augmente la survie par la conservation de l'eau. Cependant, ceci se fait au détriment de la productivité (Ludlow et Muchow, 1988).

Les stomates jouent aussi un rôle important dans la résistance du mil et de l'arachide à la sécheresse. En effet, Black et Squire (1979) cités par Sarr (1998), ont montré que chez le mil, les stomates des feuilles situées à la hauteur médiane présentaient une très grande sensibilité au déficit de pression de vapeur de l'air. Selon ces auteurs, ceci permettait à la plante de limiter de façon très rapide ses pertes en eau pendant les heures de forte demande évaporative.

Par ailleurs, la densité et la profondeur du système racinaire constituent un caractère important d'adaptation à la sécheresse (Kramer, 1969). En effet, face à un déficit hydrique, l'arachide forme des racines fines très ramifiées dans les couches profondes humides, et des racines courtes, de gros diamètre dans les couches superficielles plus sèches (Annerose, 1990). Mis à part les mécanismes physiologiques développés par ces plantes, certaines techniques culturales contribuent à leur résistance à la sécheresse. Par exemple, la lutte contre les adventices diminue l'évapotranspiration et favorise un enracinement plus profond, conduisant ainsi à une meilleure utilisation de l'eau par les cultures.

En outre, Chopart (1980-1983) a montré que le labour améliore la vitesse de progression du front racinaire de l'arachide. Cette amélioration a pour corollaire, l'optimisation de l'absorption hydrique au niveau des horizons non encore exploités.

Par ailleurs, de Bilderling (1954) cité par Prevot *et al* (1962), a montré que le trempage des graines dans des solutions de sulfate de cuivre et de sulfate de zinc augmentait la résistance à la sécheresse de l'arachide.

Une expérience a été menée au champ à Ratnbey sur le trempage des graines d'arachide dans une solution d'oligo-éléments (exemple du Bore (B)) ou du calcium (Ca). Les résultats obtenus ont révélé un effet dépressif sur le rendement par pied dans le cas du B, nul dans le cas du Ca. En plus, cette technique avait un effet dépressif sur les rendements en absence de sécheresse. Néanmoins, ces résultats ont permis de confirmer ceux de 1954 qui ont noté un effet positif sur le nombre de pieds restant après la sécheresse (Billaz et Prevot, 1962).

1.3.2. Amélioration de la productivité

L'amélioration de la productivité des variétés proposées a été et reste encore une préoccupation majeure au niveau de la recherche, même si de nombreux résultats ont été acquis.

Dancette (1979 ; 1983 ; 1984) a montré que les variétés à cycle court étaient plus économes en eau, et surtout qu'elles procuraient davantage de souplesse dans le calendrier cultural et de sécurité des rendements.

Certaines techniques culturales jouent aussi un rôle important dans l'amélioration de la productivité. En effet, la rotation des cultures est favorable au maintien des rendements de l'arachide (Caron et Granes, 1993). Le travail du sol est nécessaire du moment qu'il facilite l'enracinement des cultures (Charreau et Nicou, 1971 ; Nicou, 1977 ; Chopart, 1980 a et b) et occasionne ainsi une augmentation de rendement de 30% en moyenne pour le mil. En outre, le désherbage et le sarclage très précoce ont un effet considérable sur l'installation du couvert et le rendement (Monnier, 1976). Les apports

organiques ont aussi généralement un effet très marqué sur les rendements du mil (Ganry, 1975 cité par Siband (1981)).

Pour le contrôle de croissance des gynophores, la transformation du billon en banquette permet une meilleure ventilation de la base des plantes et un raccourcissement de la distance entre les gynophores et la surface du sol. La pénétration des gynophores ainsi retardée permet d'augmenter le nombre de gynophores produisant les fruits (Amir, 1968 ; Shen-Yu et Anke, 1988 cités par Sène (1995)). Cette technique permet d'augmenter de plus de 20% le rendement de l'arachide.

1.3.3, La germination

D'après Montenez (1957), la germination est l'ensemble des phénomènes aboutissant à la production de plantules normales. Elle est la première phase du développement et le comportement de la plante à cette période est décisif pour l'ensemble de la culture (Dia, 1989). Ce même auteur montre que la quantité de grains semés par poquet est proportionnelle à la force de poussée des plantules au moment de la germination. En outre, Fromantin (1969), conclut que la densité de semis avait un effet très net sur le pourcentage de germination du mil.

Par ailleurs, Roy-Macanley *et al* (1995), étudiant la résistance à la sécheresse de 5 variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) lors de la germination et au stade jeune plantule ont montré que la germination était affectée par une sécheresse simulée au PEG 600. En effet, les résultats obtenus ont révélé une sensibilité de la 55-422 alors que les variétés SS-437 et Fleur 11 présentaient une meilleure résistance lors de la germination et la levée des plantules. La variété GH 19-20 à cycle long, qui normalement n'est pas adaptée à ces zones où l'hivernage est de courte durée et où les pluies sont irrégulières, s'est distinguée comme étant la plus apte à résister à la sécheresse survenant à ces stades.

Mallek-Maalej *et al.* (1998), étudiant l'effet de différentes concentrations de chlorure de sodium sur la germination de variétés de blé dur, blé tendre, orge et triticales cultivées en Tunisie sont parvenus à classer ces différentes espèces de céréales par ordre décroissant de résistance au sel : orge>blé tendre>triticale>blé dur au stade percée de la radicule, puis triticales>blé tendre>orge>blé dur au stade émergence du coléoptile. Ils ont également montré qu'il y avait une grande variabilité intraspécifique pour la tolérance au sel chez les céréales lors de la germination des grains.

Enfin, des études menées en Inde sur le trempage dans l'eau 24 heures avant le semis de graines de certaines céréales et légumineuses par Harris *et al.* (1995), ont montré que cette technique permettait d'avoir une rapidité d'émergence des plantules, une bonne densité de population, d'éviter les ressemis. En outre, ces auteurs indiquent que des plantules plus vigoureuses, une meilleure tolérance à la sécheresse, une meilleure résistance aux maladies, une floraison précoce, une récolte précoce, un raccourcissement du cycle, et un rendement en grains plus élevé ont été obtenus.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Localisation et caractérisation du site expérimental

2.1.1. Essais au laboratoire

Pour appréhender l'effet du trempage des graines sur la germination et la vigueur des plantules, un essai a été effectué à 31°C dans un phytotron.

2.1.2. Essais au champ

L'étude a été menée dans l'arrondissement de Mérina Dakhar, situé dans le département de Tivaouane (région de Thiès). Les essais mil et arachide ont été implantés durant l'hivernage 1999 au niveau de 5 villages dans les communautés rurales de Meckhé, Koul, Méouane et Mérina Dakhar, à savoir : Meckhé, Risso, Ndia, Payène, Ndirène, Meckhé-village et Kéri Ndiobène (Figure 6).

Le climat

La zone présente un climat de type sahélien avec une température moyenne annuelle située autour de 35°C.

La pluviométrie à Mérina Dakhar, faible, connaît des fluctuations d'une année à l'autre. C'est ainsi que, sur les dix dernières années, on est passé d'un maximum de 544,7 mm en 1989 vers un minimum de 162,5 mm en 1992. En 1998, la hauteur enregistrée était de 416,2 mm (Figure 7). La durée de la saison des pluies connaît aussi des fluctuations d'une année à l'autre. Toutefois, il est important de noter que celle-ci est généralement courte (70-80 jours) avec un minimum de 32 à 33 jours (en 1992 et en 1997) (Annexe 1).

Le sol

Les sols sont de type dior (sableux) à 90%, fortement lessivés, et deck-dior (sablo-argileux) à 10% (est ainsi qu'à Payène et à Kéri Ndiobène; on trouve des sols de type deck-dior et dans les autres villages de Risso, Ndia, Meckhé, Meckhé-village, Ndirène, des sols de type dior.

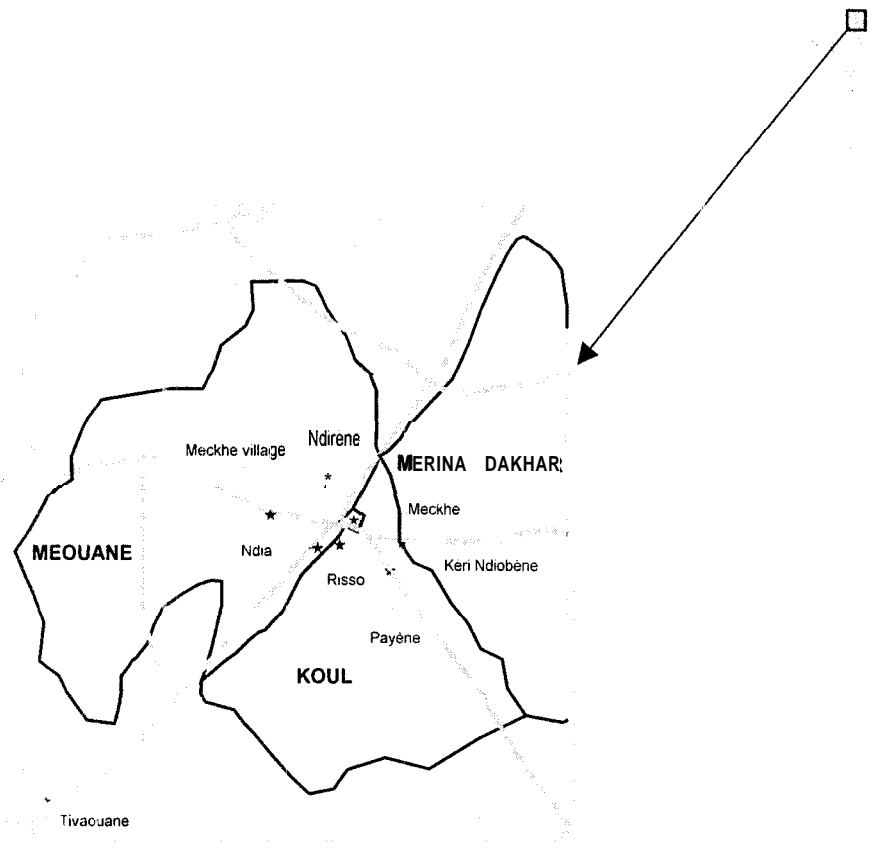


Figure 6 : Localisation des sites d'essai

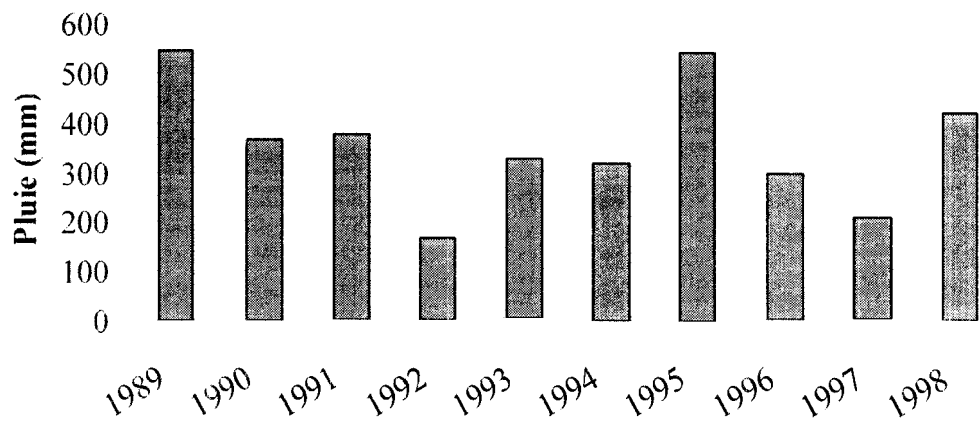


Figure 7 : Evolution de la pluviométrie annuelle sur les dis dernières années à la station de Mérida Dakhar.

La végétation

Le couvert végétal clair-semé, est constitué de *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata*, et de quelques arbustes notamment *Guiera senegalensis* et d'un tapis herbacé maigre. Cependant, on note une végétation plus dense à Payène.

2.3. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de :

- ◆ la variété de mil IBV 8004 à cycle court (80 jours), recommandée par la recherche agronomique pour les régions de Louga, Thiès, Diourbel. Cette variété présente une bonne productivité, un bon comportement vis-à-vis du mildiou, une certaine précocité (7 à 10 jours de moins que la *souma 3*), un rendement moyen en milieu contrôlé de 2 tonnes.ha⁻¹ à Bambey, 1,4 tonnes.ha⁻¹ à Louga (Fiche technique, CNRA-Bambey) ;
- ◆ la variété d'arachide GC8-35 à cycle court (80 jours), recommandée pour les mêmes régions. C'est la variété d'arachide la plus précoce jamais vulgarisée au Sénégal. Elle présente des rendements de 1500 kg.ha⁻¹ en station, 710 kg.ha⁻¹ en milieu paysan (moyenne sur trois campagnes / région de Louga) (Fiche technique, CNRA-Bambey).

2.3. Matériel

2.3.1. Essais au laboratoire

Au cours des essais effectués au laboratoire dans un phytotron le matériel suivant a été utilisé

- ◆ trente boîtes de pétri de diamètre 16 cm ;
- ◆ du papier filtre ;
- ◆ de l'eau distillée ;
- ◆ une règle pour la mesure de la longueur de l'hypocotyle (arachide), du coléoptile (mil) et des racines.

2.3.2. Essais au champ

Pour ce qui est des essais au champ, ils ont nécessité le matériel suivant :

- ◆ cinq pluviomètres installés à Meckhé, Risso, Ndia, Payène, Ndirène pour l'enregistrement des événements pluvieux ;
- ◆ un décamètre pour la mesure de la hauteur des plants de mil ;
- ◆ une balance cubique pour la pesée des récoltes au niveau des carrés de rendement ;

- ◆ des plaquettes pour le marquage des parcelles ;
- ◆ un rouleau de ficelle pour attacher les pieds et les épis récoltés.

2.4. Méthodes

2.4.1. Essais au laboratoire

2.4.1.1. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé pour les deux essais est un dispositif en blocs complets randomisés et comprend 15 boîtes de pétri. Celui-ci comporte tant au niveau de l'essai mil qu'au niveau de l'essai arachide 5 traitements et 3 répétitions pour chaque traitement (Figure 8 et Figure 9).

Les différents traitements appliqués sont :

- ◆ témoin à graines non trempées (T₀) ;
- ◆ trempage des graines dans l'eau pendant 6 heures (T₁) ;
- ◆ trempage des graines dans l'eau pendant 12 heures (T₂) ;
- ◆ trempage des graines dans l'eau pendant 18 heures (T₃) ;
- ◆ trempage des graines dans l'eau pendant 24 heures (T₄).

2.4.1.2. Conduite des essais

◆ Essai mil

Au début de l'essai, les graines destinées à chacun de ces traitements ont été imbibées dans 50 ml d'eau distillée. Toutefois, dans le souci de mettre ces derniers dans les mêmes conditions d'expérimentation, les traitements ont été effectués avec un décalage de 6 heures entre eux. C'est ainsi que nous avons procédé d'abord au trempage du traitement T₄, puis 6 heures plus tard le traitement T₃, ainsi de suite jusqu'au traitement T₁ (trempage pendant 6 heures).

Une fois tous les traitements effectués, nous avons prélevé 60 grains de chaque traitement. Ces 60 grains tirés au hasard de chaque traitement sont ensuite répartis en 3 lots de 20 grains, chaque lot correspondant à une répétition d'un traitement. Ceci nous a permis d'avoir, compte tenu du nombre de traitements et de répétitions, 15 lots de 20 grains. Chaque lot a été ensuite introduit dans une boîte de pétri en respectant la randomisation.

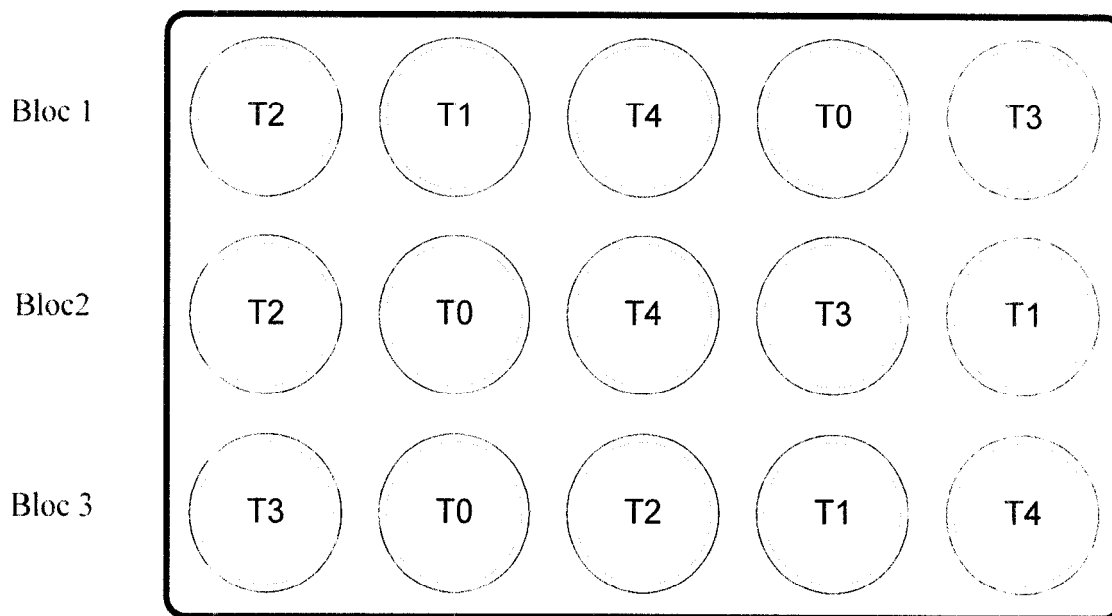
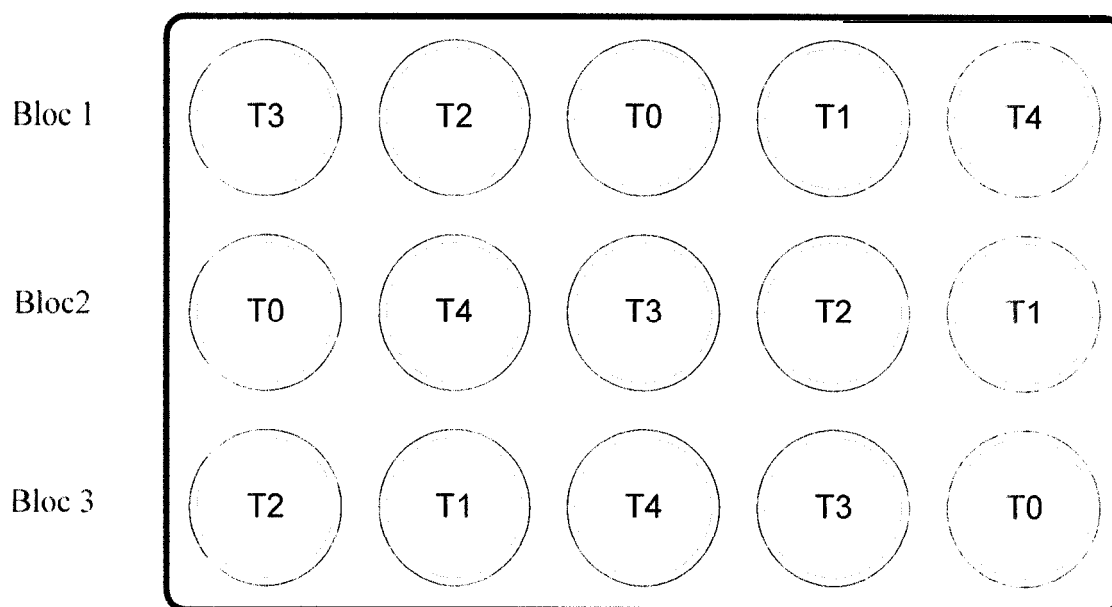


Figure 8 : Dispositif expérimental de l'essai mil



Légende :
 T0 = témoins
 T1 = trempage pendant 6 heures
 T2 = trempage pendant 12 heures
 T3 = trempage pendant 18 heures
 T4 = trempage pendant 24 heures

Figure 9 : Dispositif expérimental de l'essai arachide

Par la suite, un volume de 25 ml d'eau distillée a été apporté dans chaque boîte de pétri pour l'imbibition du papier filtre servant de substrat. Après cela les grains ont été mises à germer à l'obscurité dans le phytotron et à une température de 30-31 °C.

Une fois que toutes les grains ont germé, le nombre de grains dans les boîtes de pétri a été réduit à cinq. Ce sont ces grains pris au hasard qui ont servi ensuite pour les mesures.

Pendant toute la durée des essais, la température dans le phytotron était maintenue à 30-31 °C. et aucun apport d'eau supplémentaire n'a été effectué dans les boîtes de pétri.

◆ **Essai arachide**

Pour l'arachide, le protocole a été légèrement modifié : le nombre de graines introduites au départ dans chaque boîte de pétri était de dix. En outre, 25 ml d'eau distillée ont été ajoutés dans les boîtes de pétri au 6^{ème} jour après le semis.

2.4.1.3. Observations

Les observations ont été effectuées 2 fois par jour (le matin à 8 heures et le soir à 18 heures) et se limitent au comptage du nombre de graines germées. Une graine est alors considérée comme ayant germé lorsque sa radicule a perforé les enveloppes séminales.

2.4.1.4. Mesures

Les mesures ont été effectuées au même pas de temps que les observations et concernent

- ◆ la longueur du coléoptile, de la racine principale, chez le mil ;
- ◆ la longueur de l'hypocotyle, de la racine principale, chez l'arachide.

Ces mesures nous ont permis de calculer l'indice de vigueur (SVI) chez l'arachide pour chaque traitement. Cet indice de vigueur est déterminé à partir de la formule suivante :

$$SVI = (\text{longueur racine} + \text{longueur hypocotyle}) \times \% \text{ germination}$$

2.42. Essais au champ

2.4.2.1. Techniques et conditions de culture

Avant la conduite de la culture, une séance d'information sur les opérations culturales a été menée au siège de l'UPGM à Meckhé avec les paysans concernés par les essais. Ainsi, la majeure partie des opérations culturales a été effectuée par les paysans. Celles-ci comprenaient :

- ◆ un débroussaillage des parcelles au mois de juin ;
- ◆ une délimitation des différentes parcelles après une démonstration préalable de cette opération ;
- ◆ un semis manuel (à sec ou après trempage de grains pendant 24 heures) ou repiquage du mil sur un précédent cultural légumineuse (arachide ou niébé) avec comme écartements : 0,9 m x 0,9 m ;

- ◆ un semis manuel en humide (direct ou après trempage des graines pendant 24 heures) de l'arachide à une graine par poquet sur un précédent cultural «céréale» aux écartements 50 cm x 15 cm, suivi d'un « radou » ;
- ◆ un démariage du mil à 3 plants par poquet vers le 12^{ème} JAS, lorsque les plantes atteignent 15 à 20 cm de hauteur ;
- ◆ un repiquage en fin de journée de plants de mil (15 à 20 cm de hauteur), accompagné d'un habillage des plants ;
- ◆ deux désherbages du mil : le premier au démariage et le second 3 à 3 semaines après le premier ;
- ◆ deux désherbages de l'arachide fait à la demande ;
- ◆ deux épandages de fumure organique autour des poquets dans les parcelles de mil l'un au démariage et l'autre à la montaison ;
- ◆ la récolte des cultures au niveau du carré de rendement aménagé dans chaque parcelle unitaire

2.4.2.2. Dispositif expérimental

2.4.2.2.1 Essai mil

Le dispositif est un essai multilocal comprenant 7 villages (localités). Dans chaque village a été mis en place un essai en blocs randomisés dispersés. Chaque bloc correspond à un paysan (soit 15 paysans au total). Le nombre de blocs est variable selon les villages. Ce dispositif est par conséquent complet et déséquilibré au niveau des villages. Un paysan correspond à une répétition et chaque paysan dispose de trois parcelles unitaires correspondant chacun à un traitement (Annexe 2).

Le facteur étudié est le mode d'implantation de la culture et les différents traitements appliqués sont :

- ◆ le semis direct à sec (semis à sec) ;
- ◆ le repiquage de plants (issus d'une pépinière) de 15 à 20 cm de hauteur après une pluie utile de 20 mm (repiquage) ;
- ◆ le semis précédé d'un trempage des grains pendant 24 heures, suite à une pluie utile de 20 mm (trempage).

Chaque parcelle unitaire mesure 8,1 m x 8,1 m et présente en son centre un carré de rendement de 3,6 m x 3,6 m (Figure 10).

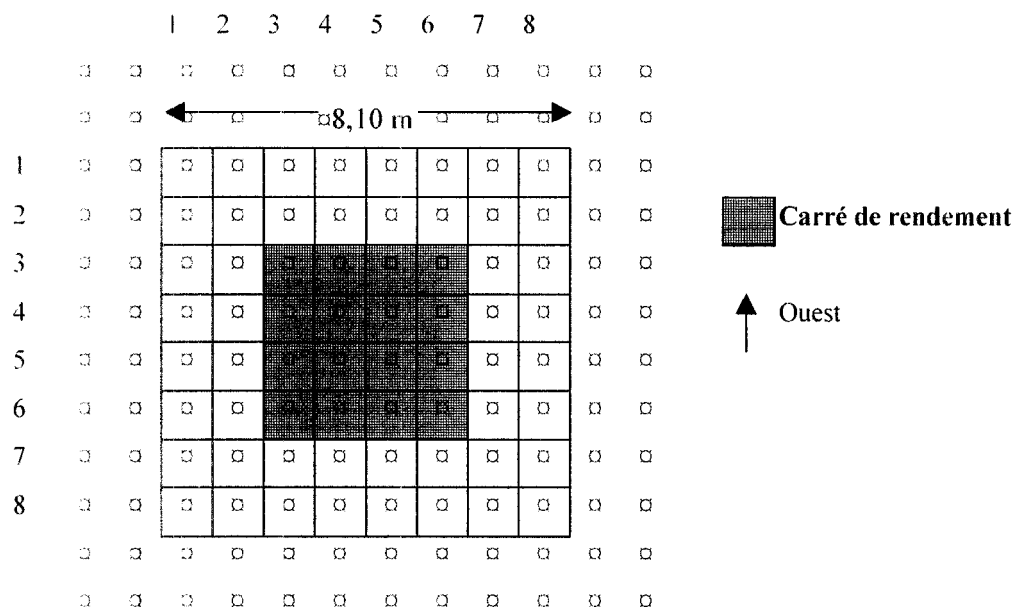


Figure 10 : Plan de la parcelle unitaire au niveau de l'essai mil.

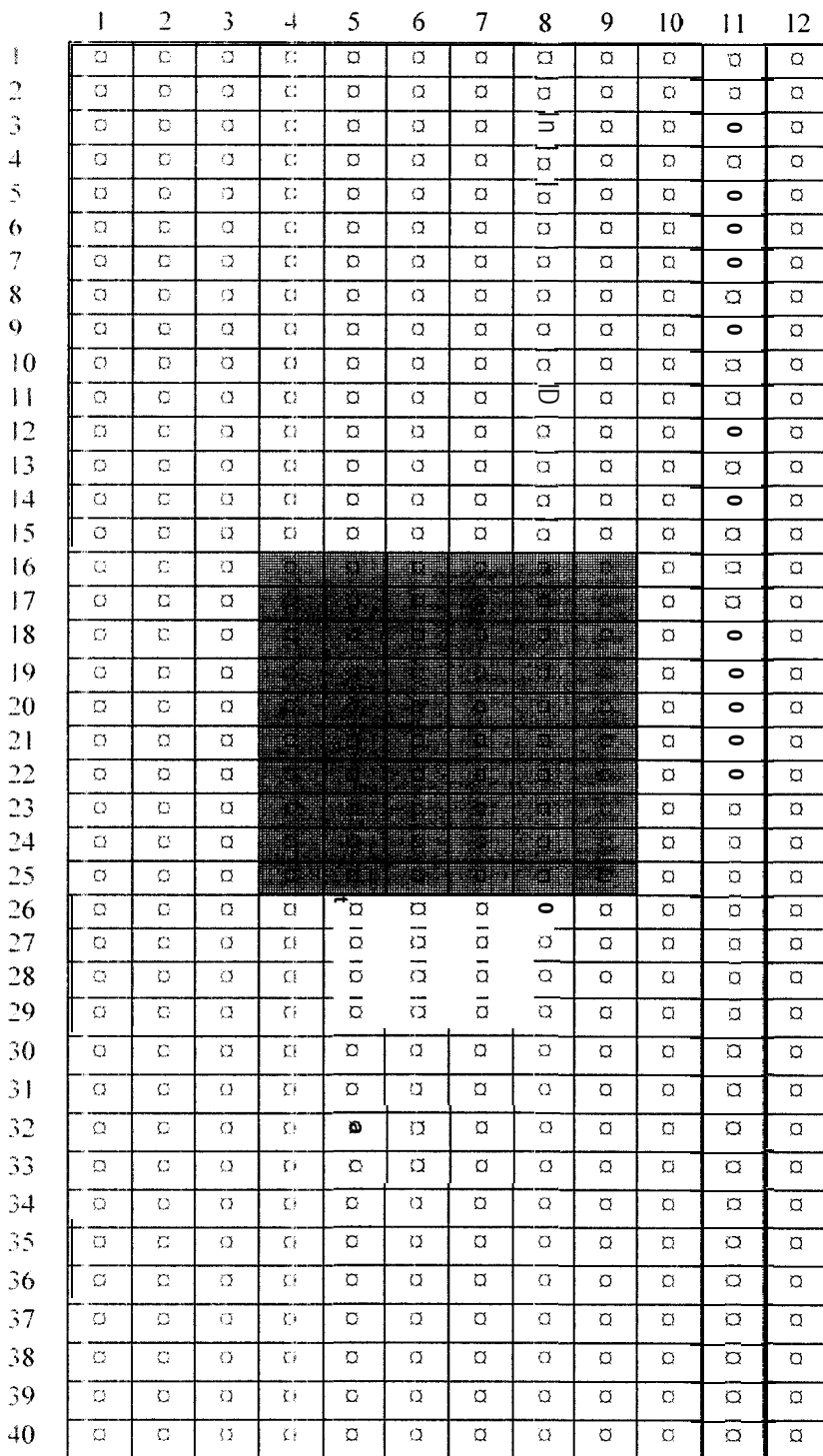
2.1.2.2.2 Essai arachide

Le dispositif appliqué est identique à celui du mil. Toutefois, deux modes de semis sont testés au niveau de 15 paysans (répétitions), répartis sur 7 villages (Annexe 3). Chaque paysan dispose de deux parcelles et les traitements appliqués sont les suivants :

- ◆ le semis direct après une pluie utile de 20 mm (sans trempage) ;
- ◆ le semis précédé d'un trempage des graines dans de l'eau pendant 24 heures. suite à une pluie utile de 20 mm (trempage).

Chaque parcelle unitaire mesure 6.5 m x 6, 1 m (12 lignes de semis et 40 pieds sur une ligne) et présente en son centre, un carré de rendement de 1,5 m x 2,5 m (Figure 11).

6,5 m



E

■ Carré de rendement

Figure 11 : Plan de la parcelle unitaire au niveau de l'essai arachide.

2.4.2.3. Méthodes d'analyse des sols

L'analyse du sol a nécessité des prélèvements d'échantillons au niveau de l'horizon 0-20 cm dans les parcelles paysannes. Ces échantillons ont été analysés au laboratoire de Pédologie de l'ENSA. Les analyses ont porté sur le pH, le taux de matière organique et la conductivité électrique du sol. Pour le pH, c'est la mesure du pH dans l'eau distillée qui a été effectuée. La détermination du taux de matière organique a été réalisée avec la méthode du dosage de la matière organique après incinération.

2.4.2.4. Observations et mesures

2.4.2.4.1 Mesures climatologiques

Parmi tous les paramètres climatiques, seule la pluviométrie a été mesurée. Cinq pluviomètres à lecture directe ont été installés à proximité des villages de Meckhé, RISSO, Ndia, Payène, Ndirène.

Les lectures ont été faites par un observateur choisi au niveau de chacun de ces villages.

Ces mesures nous ont permis d'enregistrer les hauteurs de pluies tombées au cours de l'hivernage 1999 dans cette zone.

2.4.2.4.2 Mesures agro-phénologiques

Les mesures agro-phénologiques ont consisté :

1. d'une part, en un suivi :

- ◆ de la date d'installation des cultures : celle-ci correspondant à la date de semis chez les traitements « trempage », « sans trempage » et « semis à sec », à la date de repiquage pour le traitement « repiquage ».
- ◆ de la date de levée¹ de tallage, d'épiaison, de floraison, de remplissage des grains, et de maturité en ce qui concerne le mil ;
- ◆ de la date de levée, d'apparition de la première fleur, de floraison, de remplissage des graines, de maturité en ce qui concerne l'arachide ;
- ◆ du nombre de plantes à la levée et à la maturité ;

2. d'autre part, en des mesures portant sur la hauteur du brin maître et sur la longueur de l'épi de brin maître dans un poquet. Parallèlement, il a été effectué un décompte du nombre de talles. Ces

¹ Un stade est considéré comme déjà réalisé, lorsque dans la parcelle unitaire un taux supérieur ou égal à 50% des individus le présentent effectivement.

mesures et décomptes étaient effectués chaque semaine sur un échantillon de quatre poquets pris au hasard dans la parcelle unitaire.

Les mesures agrophénologiques ont permis d'avoir une idée sur la vitesse de développement afin de juger de la précocité de chaque traitement.

2.4.2.4.3 Suivi phytosanitaire

Pendant tout le cycle de développement des plantes, un suivi régulier des nuisibles, ainsi que des maladies a été effectué au champ. En outre,, il a été effectué un décompte du nombre de plants morts; tout au long du cycle. Ceci nous a permis de faire une évaluation qualitative des dégâts au niveau de chaque traitement.

2.4.2.4.4 Observations à la récolte

A la récolte, un certain nombre d'observations ont été faites. Elles portaient sur :

- ◆ le nombre de poquets dans le carré de rendement, le nombre de talles productives, le rendement en épis et en grains, le rendement en paille. au niveau de l'essai mil :
- ◆ le nombre de plants dans le carré de rendement, le rendement en gousses, en fanes. au niveau de l'essai arachide.

2.43. Méthode d'analyse des résultats

Le traitement des données et la présentation graphique ont été effectuées à l'aide du logiciel Excel 97.

L'analyse des résultats obtenus au laboratoire comme ceux obtenus au champ a été effectuée au moyen du logiciel SAS (Statistical analysis software).

Les données de laboratoire ont été soumises à une analyse de variance puis à un test de classement de moyennes de Student Newman Keuls (SNK).

L'analyse des données obtenues en milieu paysan n'a finalement concerné que 5 villages et 11 paysans au niveau de l'essai arachide ainsi que 6 villages et 12 paysans au niveau de l'essai mil. En effet, contrairement au nombre de 15 paysans prévu par le protocole, nous n'avons pu finalement travailler qu'avec 14. En outre, au moment de l'analyse il a fallu éliminer les paysans qui n'avaient pas du tout respecté la conduite de la culture exposée dans le protocole. Il a été effectué, une analyse de variance prenant en compte, le traitement, le village et l'interaction village*traitement et un classement de moyennes par le test de SNK. Lorsque celui-ci ne faisait pas apparaître des différences entre moyennes, nous avons eu recours au test de Duncan qui est moins exigeant que le test de SNK pour procéder à certains classements. Enfin, nous avons utilisé le test de Bonferroni pour tester des contrastes entre les moyennes ajustées par la méthode des moindres carrés.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Essais au laboratoire

3.1.1. Le mil

3.1.1.1. Suivi de la germination

Après 8 heures d'incubation des grains, des taux de germination de 95% et 94,82% ont été obtenus respectivement au niveau des traitements T3 et T4, tandis que T2 présentait 76,32% de germination et T1 63,56%. A cette date, le témoin présente le pourcentage de germination le plus faible avec seulement 13,60% (Figure 12).

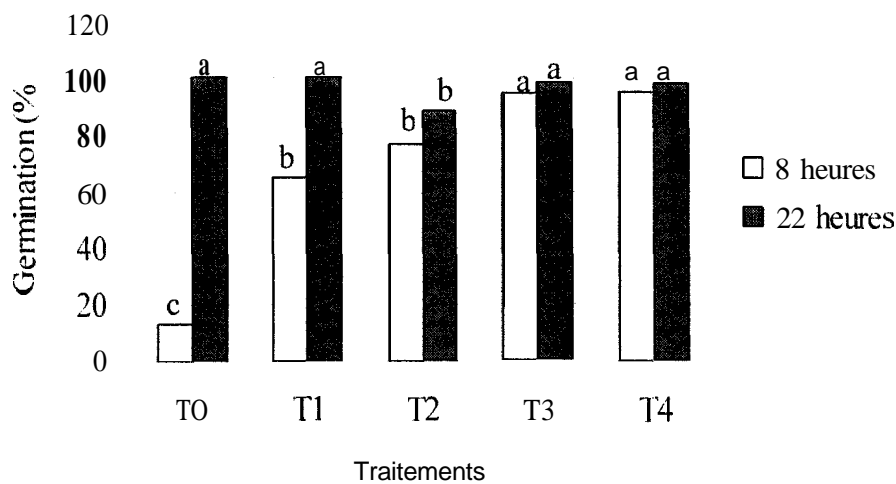


Figure 12 : Pourcentages de germination au niveau des différents traitements

Les pourcentages de germination élevés de T3 et T4 laissent entrevoir une corrélation positive entre le temps de trempage et le pourcentage de germination observé. Cela témoigne de l'effet améliorateur du trempage sur la germination des grains de mil à cette date. En effet, en conditions optimales cette dernière n'a généralement lieu qu'à environ 34 heures après semis (Cantini, 1993).

Le test de Newman-Keuls révèle d'ailleurs à cette date une différence hautement significative entre les traitements T3, T4, T2, T1 et le témoin d'une part et entre T3, T4 et T1, T2, d'autre part (Annexe 4).

Après 22 heures d'incubation des grains, seuls le traitement T1 et le témoin atteignent 100% de germination. Ce dernier rattrape alors le retard accusé au départ sur les traitements T2, T3, T4 qui comptent respectivement 88,25%, 98,33% et 98,25% de germination (Figure 12). A cette date, les traitements T0, T1, T2, T4 deviennent identiques. Toutefois, T2 se distingue des quatre autres

traitements (Annexe 4). En effet, celui-ci présente un pourcentage de germination plus faible (88,25%).

L'idée qui se dégage au terme de cette analyse se résume au fait que le trempage n'a d'impact positif sur la germination qu'aux premières heures après incubation. Ceci est d'autant plus vrai qu'on a noté un début de germination de quelques grains au niveau des traitements T4, T3, T2 bien avant leur introduction dans les boîtes de pétri.

L'absence de différences significatives entre traitements au-delà de 8 heures pourrait s'expliquer par le fait que le grain de mil de par sa petitesse absorbe rapidement, au niveau de tous les traitements, la quantité d'eau qui lui est nécessaire pour germer. En effet, Caron et Granes (1993), confirment ce résultat, notamment à propos de la faible quantité d'eau nécessaire (1/3 de son poids) à la germination du grain de mil.

3.1.1.2. Suivi de la croissance racinaire

A partir de l'évolution de la racine principale au niveau des traitements appliqués (Figure 13), on peut constater qu'à 22 heures après incubation, les traitements T1, T2, T3, T4 présentent une longueur moyenne de la racine principale supérieure à celle du témoin. En effet, on note une longueur de la racine principale de 1,82 cm, 1,93 cm, 1,81 cm et 1,55 cm respectivement au niveau des traitements T1, T2, T3 et T4, alors que la longueur enregistrée au niveau du témoin n'est que de 1,03 cm.

A cette date (22 heures*), T1, T2, T3, T4 sont identiques, mais sont significativement différents du témoin (Annexe 1).

A partir de 32 heures, il n'existe plus de différence significative entre les traitements, mais certaines tendances se dégagent :

La croissance racinaire du témoin accuse un retard jusqu'à 46 heures, période à partir de laquelle sa longueur racinaire devient supérieure à celle du traitement T4.

De même à 56 heures, le témoin dépasse le traitement T3 et à 70 heures il dépasse le traitement T2.

80 heures après incubation, la longueur racinaire du témoin est plus importante que celle des autres traitements et ceci jusqu'à la fin de l'essai. En effet, à 118 heures celui-ci présente une longueur racinaire moyenne de 13,79 cm, alors qu'au niveau des traitements T1, T2, T3, T4, nous notons respectivement des longueurs de 11,5 cm, 10,77 cm, 11,05 cm et 11,15 cm.

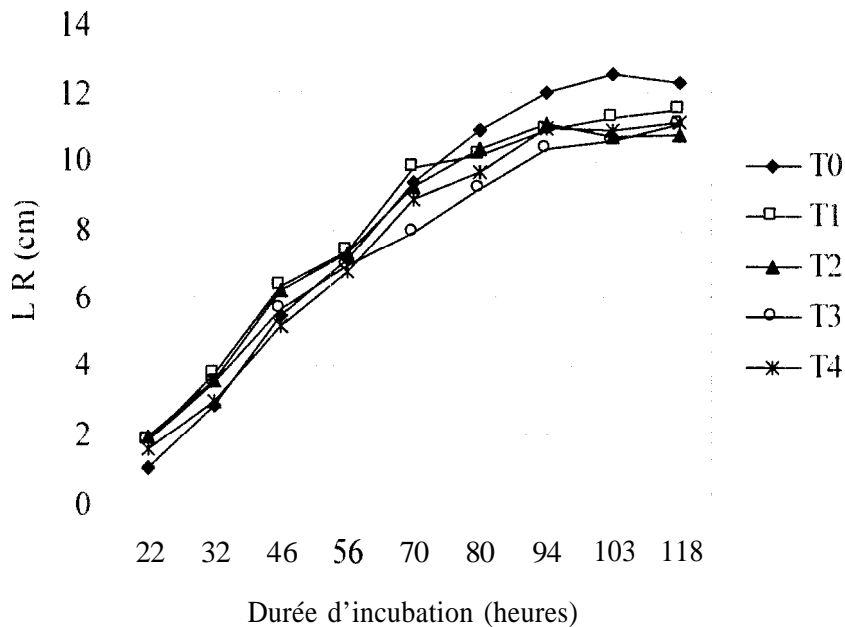


Figure 13: Evolution de la racine principale (L R) au niveau des différents traitements

Cette analyse de l'évolution de la longueur racinaire nous permet de retenir que comme pour la germination, le trempage puis l'incubation des grains en conditions hydriques optimales n'a d'effet positif sur la longueur racinaire qu'aux premières heures après incubation.

Le suivi de la germination et de la croissance racinaire au niveau des différents traitements nous permet de dire que le traitement T3 semble être le traitement optimal. Par ailleurs, l'effet positif du trempage noté aux premières heures suite à l'analyse de ces paramètres revêt une importance particulière. En effet, les conditions climatiques au Sénégal étant caractérisées par un dessèchement rapide du sol, une évaporation du sol nu élevé (2 à 5 mm.jour⁻¹) et une température du sol élevée, une technique permettant une germination rapide des grains de mil ainsi qu'une installation rapide du système racinaire avant le dessèchement du sol serait intéressante. Ceci permettrait à la plante de pouvoir résister à une pause pluviométrique de début de cycle.

3.1.1.3. Suivi de la longueur du coléoptile

L'évolution de la longueur moyenne du coléoptile pour les différents traitements présentés, dans la Figure 14 montre que 22 heures après incubation des grains, les longueurs de coléoptile les plus importantes se rencontrent au niveau du traitement T3 (0.63 cm), suivi de T4 (0.53 cm), T2 (0.52 cm) et T1 (0.44 cm). Le traitement T0 comporte alors la longueur de coléoptile la plus faible avec 0,29 cm.

Toutefois, l'avance de ces quatre traitements par rapport au témoin n'est que temporaire dans la mesure où ce dernier présente dès 46 heures après incubation, une longueur moyenne du coléoptile supérieure à celle du traitement T2

Dix heures plus tard, la longueur du coléoptile du témoin est plus importante que celle des autres traitements et ceci se maintient jusqu'à l'arrêt des observations, soit 118 heures après incubation des grains

Bien qu'à 22 heures après incubation les traitements T1, T2, T3, T4 présentent des longueurs de coléoptiles supérieures en valeur absolue à celle du témoin, le test de Newman-Keuls n'a pas décelé de différence significative entre les traitements (Annexe 4). Une différence significative n'a pas également été décelée pour les autres dates. Par conséquent, les traitements effectués n'ont aucun effet significatif sur la longueur du coléoptile des plantules de mil.

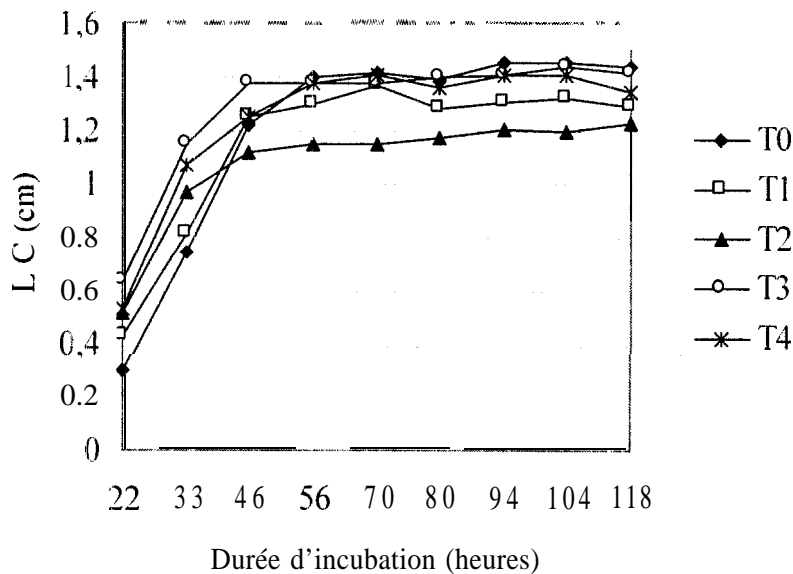


Figure 14 : Evolution de la longueur du coléoptile (L C) au niveau des différents traitements.

3.1.2. L'arachide

3.1.2.1. Suivi de la germination

La Figure 15 montre que le témoin accuse un certain retard à la germination par rapport aux autres traitements. 16 heures après incubation des graines. En effet, à cette date, celui-ci ne présente que 30 % de germination. et est significativement différent des autres traitements ($p = 0,014$) T1 (76,67%), T2 (76,67%) et T3 (63,33%).

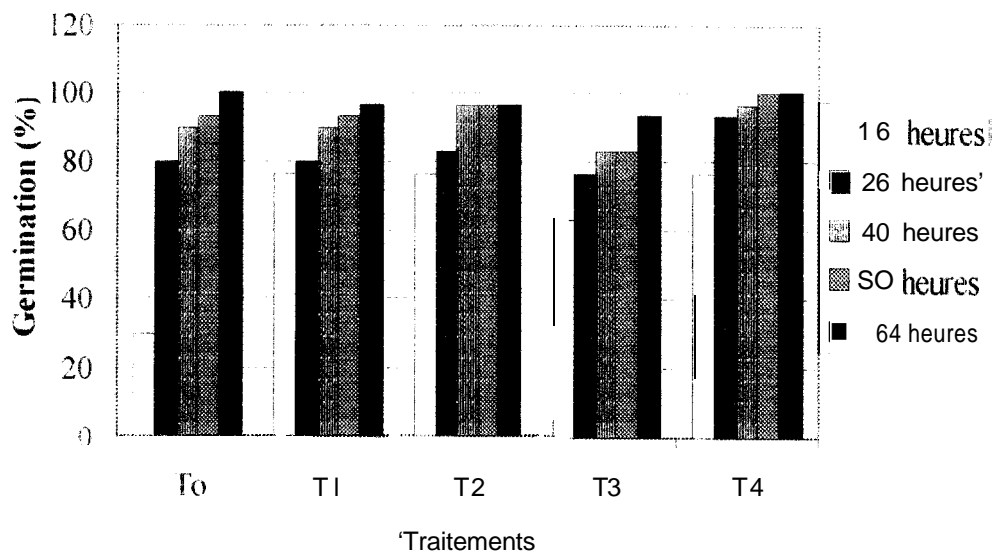


Figure 15 : Pourcentages de germination au niveau des différents traitements

Au-delà de cette date, on n'a plus enregistré de différences significatives entre les traitements. Le traitement T0 a très tôt rattrapé son retard par rapport aux autres traitements car, déjà à 26 heures, il présentait un pourcentage de germination de 80% tandis que les traitements T1, T2, T3, T4 présentent respectivement un pourcentage de germination de 80%, 83,33%, 76,67% et 93,33% (Figure 15).

Il faut noter par ailleurs que pendant toute la durée de l'essai, excepté à 16 heures après incubation, le traitement T3 présente un pourcentage de germination inférieur à ceux des autres traitements.

Il ressort de cette analyse que le trempage permet de stimuler le processus de germination, dans la mesure où, dès les premières heures après incubation, on note un taux important de germination au niveau de ces traitements.

3.1.2.2. Suivi de la longueur de la racine principale

A partir des mesures de longueurs racinaires, on peut constater qu'à 50 heures après incubation des graines, les traitements T1, T2, T3, T4, présentent des longueurs de racine légèrement plus importantes que celles du témoin. En effet, le traitement T4 indique la longueur de racine la plus grande (1,12 cm), suivi de T2 (1,08 cm), de T3 (1,05 cm), de T1 (0,96 cm), ensuite vient le témoin avec 0,93 cm (Figure 16).

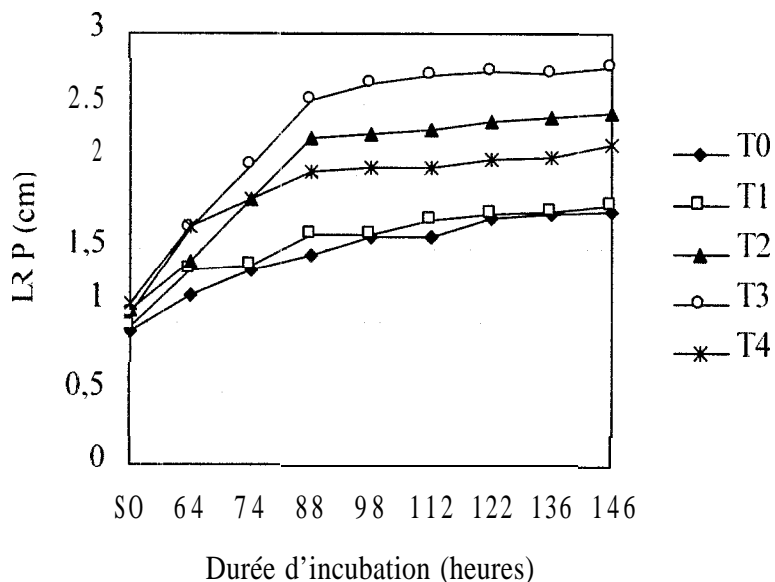


Figure 16 : Evolution de la longueur de la racine principale (L R P) au niveau des différents traitements.

A 63 heures, l'écart observé sur la longueur racinaire entre le témoin et les autres traitements devient de plus en plus imponente excepté par rapport à T1. Cet écart devient plus net 88 heures après incubation.

En effet, à cette date, le traitement T3 présente une longueur racinaire moyenne de 2,52 cm. T2 (2.26 cm), T4 (2.04 cm), et T1 (1,61 cm), alors qu'au niveau du témoin, la longueur moyenne racinaire obtenue est de 1.36 cm. Cette tendance se maintient alors jusqu'à la fin des observations (Figure 16)

Ainsi, à 146 heures on note une longueur moyenne racinaire de 2,75 cm au niveau de T3, 2.33 cm pour T2, 3.22 cm pour T4, 1,8 cm pour T1 et 1,77 cm pour T0 (Figure 16).

Depuis 74 heures jusqu'à la fin de l'essai, il apparaît une prédominance du traitement T3, suivi de T2 et viennent ensuite que T4 et T1.

Bien que les tendances observées tout au long du suivi de la croissance racinaire montre une certaine prédominance des traitements « trempage » par rapport au témoin T0, le test de Newman-Keuls n'a pas décelé de différences significatives entre ces traitements.

3.1.2.3. Suivi de la longueur de l'hypocotyle

L'observation de l'évolution de la longueur moyenne de l'hypocotyle montre qu'à 50 heures après incubation les différents traitements présentent pratiquement les mêmes longueurs d'hypocotyle (Figure 17). A cette date, la tendance indique que c'est le traitement T1 qui présente la longueur d'hypocotyle la plus faible (0,53 cm), suivi du témoin (0,61 cm), des traitements T2, T3, T4 avec respectivement, 0,62 cm, 0,64 cm et 0,70 cm. La même situation est très peu près notée jusqu'à 88 heures

après incubation, où les traitements T2, T3, T4. se distinguent davantage du témoin. Cette avance devient plus nette à partir de 98 heures après incubation. En effet, à cette date, la longueur moyenne de l'hypocotyle notée respectivement au niveau des traitements T1, T2, T3, T4, est de 1.46 cm, 1.73 cm, 2.07 cm et 2.39 cm. alors que celle du témoin est de 1.45 cm. Cet écart entre les traitements T1, T2, T3, T4 et le témoin s'accroît de plus en plus jusqu'à la fin de l'essai

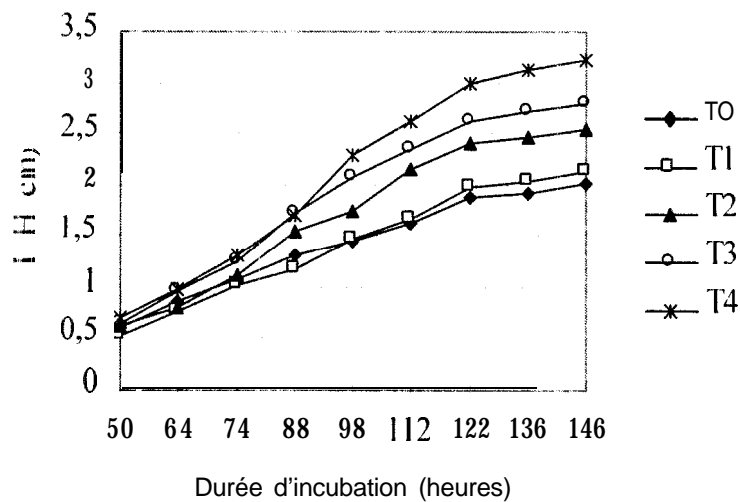


Figure 17 : Evolution de la longueur de l'hypocotyle (L. H) au niveau des différents traitements.

Tout au long de cet essai, c'est le traitement T4 qui a connu la croissance d'hypocotyle la plus importante, suivi de T3 et T2. Le traitement T1 quant à lui reste comparable au témoin.

Malgré les variations de longueur d'hypocotyle observées, l'analyse n'a pas révélé de différences significatives entre traitements pour ce paramètre.

3.1.2.4. Effet des traitements sur l'indice de vigueur

Le calcul de l'indice de vigueur des plantules effectué à 50 heures après incubation des graines nous montre que les traitements T4 et T2 présentent des indices de vigueur plus importants. (1,83 et 1,06) que ceux des traitements T0, T1 et T3 (1,46, 1,42, 1,41) (Figure 18).

De 50 heures à 146 heures après incubation, on a noté un accroissement de l'indice de vigueur au niveau des traitements T4, T3, T2, alors qu'au niveau du témoin et de T1 cette augmentation demeure assez lente. Ainsi, au bout de 146 heures après incubation, on a atteint un indice de vigueur de 5,44 pour T4, de 5,22 pour T3 et de 4,87 pour T2, alors que respectivement pour T1 et pour T0, celui-ci n'est que de 3,8 et de 3,78.

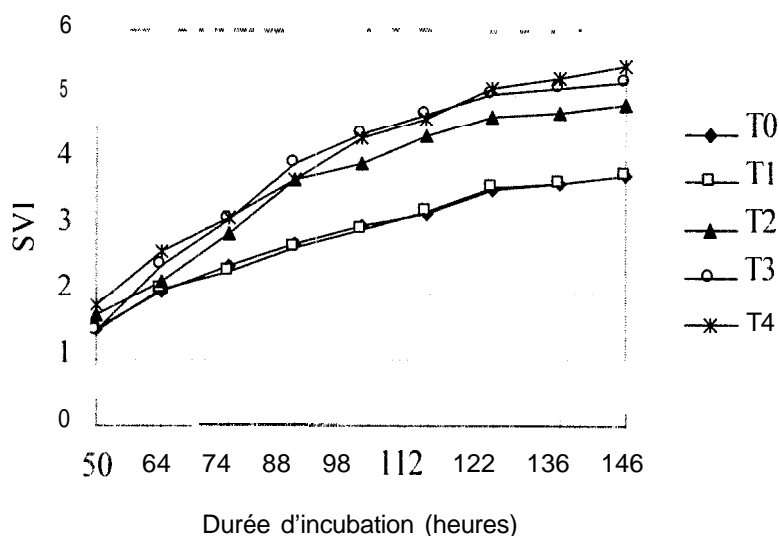


Figure 18 : Evolution de l'indice de vigueur des plantules au niveau des différents traitements.

L'allure des courbes observée sur ce graphique pourrait laisser croire à l'existence d'une corrélation positive entre le temps de trempage et l'indice de vigueur des plantules, dans la mesure où pendant toute la durée de l'essai, on a pu remarquer une prédominance du traitement T4 (trempage pendant 24 heures) suivi de T3 (trempage pendant 18 heures) et de T2 (trempage pendant 12 heures). En outre, les écarts observés entre les traitements « trempage » et le témoin laissent augurer de l'effet améliorateur du trempage des graines sur la vigueur des plantules obtenues, même si ces indices ne sont pas statistiquement différents.

Cette absence de différences significatives autant pour ce paramètre que pour les autres pourrait s'expliquer par les variances très fortes notées entre les répétitions au niveau d'un même traitement (Annexe Si).

3.1.2.5. Conclusion

Suite à l'analyse des différents paramètres tant au niveau de l'essai mil qu'au niveau de l'essai arachide, on peut dire que les effets des traitements « trempage » ne sont significatifs qu'aux premières heures après incubation. En outre, ceux-ci ne concernent que la vitesse de germination, chez le mil et chez l'arachide, puis la vitesse de croissance racinaire chez le mil. Par ailleurs, au niveau de l'essai mil, ce sont les traitements T3 et T4 qui semblent être les traitements optimaux pour ces paramètres dans la mesure où se sont eux qui se distinguent beaucoup plus du témoin à ces dates. Concernant la longueur de coléoptile et d'hypocotyle finale obtenue ainsi que la longueur racinaire finale et le SVI final, les traitements « trempage » ne présentent pas un avantage particulier par rapport au témoin. Ils présentent toutefois des valeurs absolues supérieures au témoin.

3.2. Essais au champ

3.2.1. Conditions climatiques de l'expérimentation

L'hivernage 1999 a débuté le 6 juillet dans cette zone. Il a été plus précoce cette année car d'habitude les premières pluies ne tombent pas dans cette zone avant le 18 juillet (Annexe 1). En outre, il a été d'une durée plus longue (plus de 100 jours) qu'habituellement.

Le cumul pluviométrique enregistré sur la période de l'essai (semis à la récolte) varie entre un minimum de 388.1 mm à Ndia et un maximum de 523 mm à Meckhé (Figure 19) avec une moyenne de 375 mm.

L'analyse du profil de ce hivernage montre une assez bonne répartition des hauteurs tombées avec une prédominance du mois d'août et de septembre où on a enregistré 72% des hauteurs tombées (Figure 20).

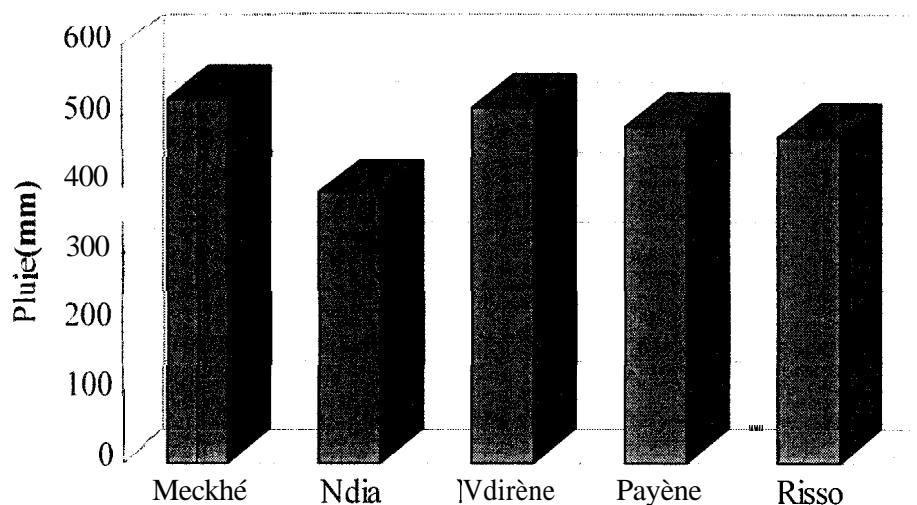


Figure 19 : Cumuls pluviométriques enregistrés au niveau des différents sites pendant la période d'étude.

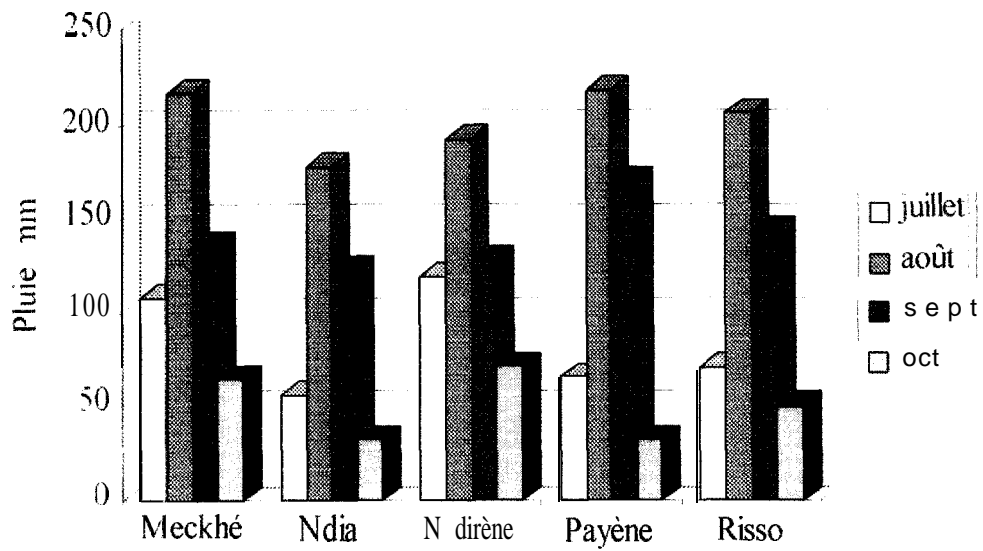
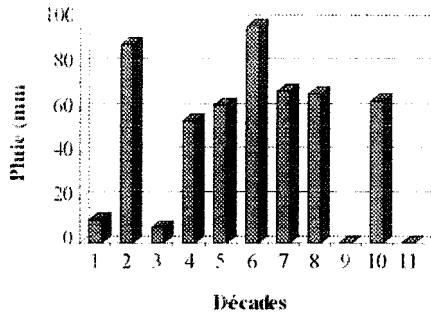


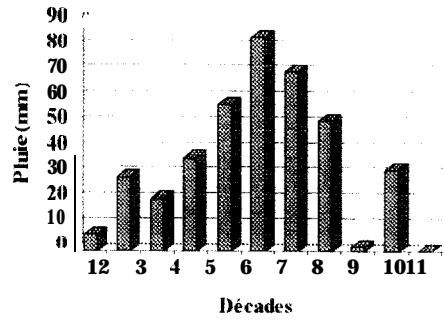
Figure 20 : Cumuls pluviométriques mensuels enregistrés au niveau des différents sites pendant la période d'étude.

Cette bonne répartition de la pluviométrie est d'ailleurs bien mise en évidence par le profil du régime pluviométrique décadaire (Figure 21). En effet, pendant tout le cycle de développement des plantes, un cumul décadaire inférieur à environ 20 mm n'a pas été enregistré dans la majeure partie des stations, excepté à la 1^{ère}, 3^{ème}, 9^{ème} et 11^{ème} décade où on a noté des cumuls faibles voire nuls (Figure 21).

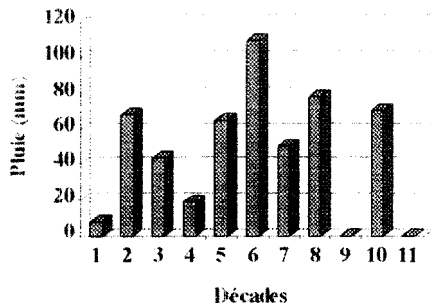
Meckhé



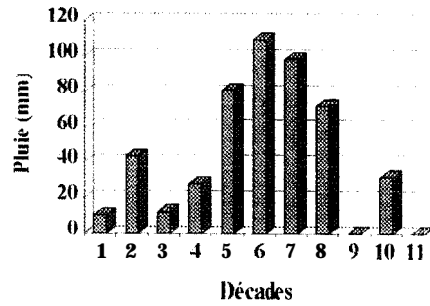
Ndia



Ndirène



Payène



Risso

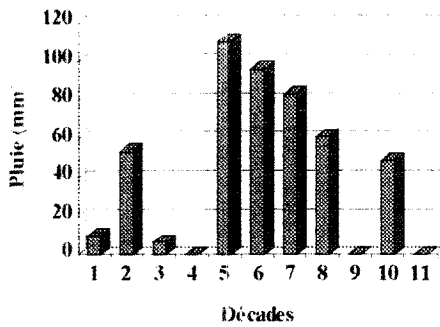


Figure 21 Répartition décadaire de la pluviométrie au niveau des différents sites pendant la période d'étude (les décades sont comptées à partir du 1^{er} juillet).

En outre, on a noté des cumuls pluviométriques décadaires assez importants sur l'ensemble des stations et le cumul maximum a été observé à la 6^{ème} décade et varie selon les villages entre 83,5 mm et 109,3 mm (Figure 21)

Au delà de la phytosociologie de cet hivernage, on peut dire qu'exceptées les périodes ou les légères pauses pluviométriques ont été observées (au début et en fin de cycle), que l'alimentation hydrique des cultures a été assez satisfaisante, même si cette analyse n'a pas été affinée par un calcul du bilan hydrique

3.2.2. Résultats des analyses de sol

◆ Le pH

Les résultats des analyses de sol (Annexe 6) montrent que les sols sont faiblement à moyennement acides à Payène, Risso. Meckhé-village, Kéri Ndiobène avec une gamme de pH variant entre 6.16 et 5.61. Des niveaux de pH s'approchant de la neutralité sont aussi enregistrés, et ceci surtout à Payène (6.85). Par contre à Ndirène, et à Ndia, nous notons une acidité moyenne à forte avec un pH variant entre 5.91 et 5.14. Enfin, les sols les plus acides (fortement acides (pH = 4,57)) se rencontrent à Ndia.

◆ La conductivité électrique

L'analyse des différents sols a révélé une conductivité électrique comprise entre 11,78 et 36,74 μS à 20°C. Cela prouve qu'aucun de ces sols n'est menacé par la salinité (Annexe 6).

◆ Le taux de matière organique

Il est apparu que la majeure partie de ces sols sont pauvres en matière organique. Toutefois quelques-uns présentent des taux faibles à moyens. En effet, on rencontre à Meckhé-village des sols extrêmement pauvres en matière organique (0.39%). Ndirène, Ndia et Risso présentent également des sols pauvres avec cependant des teneurs en matière organique un peu plus élevées qu'à Meckhé-village (0.42 et 0.53% à Ndirène, 0,52% à Payène, 0,55 et 0,59% à Ndia). Payène présente une gamme de sols à teneurs en matière organique faibles (0,62% et 0,65%) à moyennes (0,79% et 0,96%). Ce village présente d'ailleurs avec Kéri Ndiobène (0,88% de matière organique) les teneurs en matière organiques les plus élevées (Annexe 6).

Ces gammes de pH, de conductivité électrique et de teneurs en matière organique nous montrent que ces sols sont encore relativement propres à l'agriculture même si la fertilisation est nécessaire

3.2.3. Le mil

3.2.3.1. Installation des cultures

L'installation des cultures pour le traitement « semis à sec » a été effectuée le 6 juillet à Ndia et le 7 juillet dans les autres villages. Le semis du traitement « trempage » a été quant à lui plus ou moins décalé par rapport à cette date. En effet, il a été effectué le 7 juillet à Meckhé-village, les 7-8 juillet à Ndirène, le 8 juillet à Kéri Ndiobène, les 10-11 juillet à Payène et les 9-13 juillet à Risso. L'installation du traitement repiquage a été par contre plus tardive et très variable d'un village à l'autre. En effet, bien qu'elle ait été effectuée tôt à Ndirène (7-12 juillet) et à Risso (13-15 juillet), celle-ci a connu un certain retard à Meckhé-village (18 juillet), à Ndia (17-30 juillet), à Kéri Ndiobène (10 août) et à Payène (10-11 août). Ce retard dans l'installation de ce traitement par rapport aux deux autres s'explique par le délai nécessaire à la préparation de la pépinière (hauteur de 15 à 20 cm) avant

le repiquage. Par ailleurs, compte tenu de l'irrégularité très marquée des pluies au moment où les pépinières devaient être repiquées, certains paysans, notamment ceux de Payène et de Kéri Ndiobène n'ont pas voulu courir le risque de faire le repiquage à cette période. Ceci par crainte de la mortalité des plantes après repiquage du fait d'un stress hydrique.

3.2.3.2. Suivi phytosanitaire

Au cours de l'hivernage 1999, le mil a été soumis à une forte pression parasitaire. En effet, les conditions climatiques ont favorisé le développement de la plupart des ravageurs. Ainsi, on a pu observer au stade jeune (10 à 15 jns) une pullulation de sauteriaux dans tous les villages. Cette attaque a persisté pendant une à deux semaines, entraînant même d'importants dégâts (défoliation) sur les parcelles, surtout à Payène et à Risso. Ces ravageurs sont réapparus pendant la deuxième décennie du mois d'août et à la période remplissage-maturité des grains. Lors de cette dernière apparition, ils ont causé beaucoup plus de dégâts à Risso, Payène, Meckhé-village et Ndirène.

Par ailleurs, la pyriculariose du mil⁴ (*Pyricularia grisea*) est apparue dans toutes les parcelles entre la deuxième décennie et la troisième décennie du mois d'août. Celle-ci a persisté jusqu'à la fin du cycle de développement du mil.

Une attaque de chenilles foreuses des tiges (*Acigona ignefusalis*) a également été constatée au stade montaison dans les villages de Ndirène, Risso, Meckhé-village. Ces chenilles, en creusant des galeries, à l'intérieur des tiges, ont entraîné une pourriture et une cassure de ces dernières.

Au stade floraison-remplissage des grains, les chenilles mineuses des épis (*Heliocheilus albipunctella*) ont occasionné des dégâts importants dans les parcelles. Ainsi, sur la majorité des épis, près de la moitié des grains formés a été perdue suite au passage de celles-ci.

Enfin, une infestation de *Striga hermontica* a été notée sur l'ensemble des parcelles et les premières émergences ont été observées au stade floraison-remplissage des grains dans la majeure partie des villages. A Payène, les premières émergences sur le traitement « repiquage » ont été relevées au stade montaison.

⁴ L'identification de certaines maladies a été faite avec le concours de Dr Dramé, Phytopathologiste, enseignant-chercheur à l'ENSA.

3.2.3.3. Dynamique de croissance et de développement

3.2.3.3.1 Phénologie

◆ Levée

La levée à 50% a été observée chez le mil en moyenne 1.58 jas pour le traitement «trempage » et 3.58 jas au niveau du traitement « semis à sec » (Figure 22). Le trempage induit donc une certaine précocité par rapport au « semis à sec ». En effet, la différence hautement significative entre ces traitements pour ce stade ($p = 0,0000$) révèle que ce résultat s'accorde bien avec ceux de Harris (1995) quant à la rapidité d'émergence des plantules issues de grains trempés.

● Tallage

De tous les traitements effectués, c'est le «repiquage » qui a atteint le plus rapidement ce stade (celui-ci a eu lieu dès 13 jas en moyenne, contre 17 jas pour le traitement «semis à sec » et 18 jas pour celui du trempage (Figure 22). Pour ce stade, la différence observée entre le « repiquage » et les deux autres traitements est hautement significative ($p = 0,0037$). Toutefois, le traitement «trempage » n'est pas significativement différent du «semis à sec ».

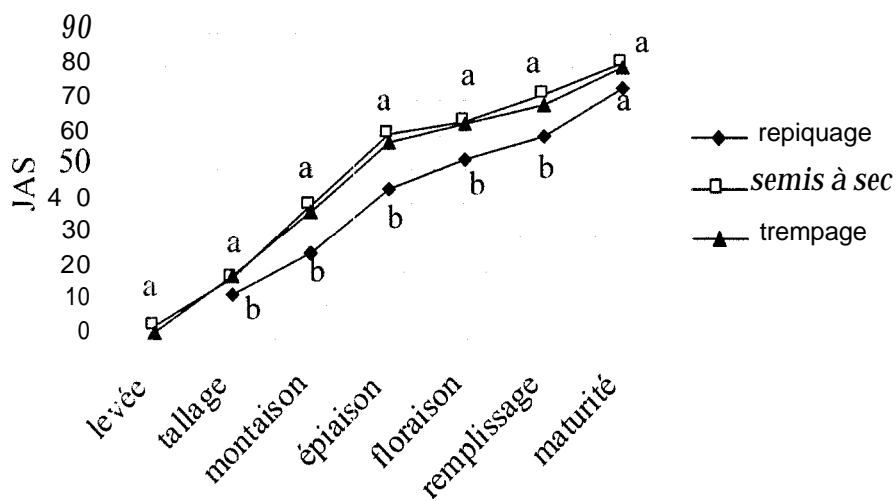


Figure 22 : Stades phénologiques du mil.

◆ Montaison

Ce stade a été atteint en moyenne 25 jas, 38 jas et 40 jas respectivement pour les traitements «repiquage », « trempage » et « semis à sec » (Figure 22). Ceci indique encore une fois un avantage du « repiquage » par rapport au « trempage » et au « semis à sec ». En effet, l'analyse statistique a décelé une différence hautement significative ($p = 0,000$) entre le «repiquage » et les deux autres

traitements. Le « trempage » est similaire au « semis à sec » même s'il est un peu plus précoce que ce dernier à ce stade.

Par ailleurs, une différence hautement significative a été obtenue entre les villages ($p = 0,0003$). En effet, ce stade a été atteint d'abord à Kéri 'Vdiobène (en moyenne 27 jas), puis à Payène (32 jas) et Ndia (33 jas). A Meckhé-village, Ndirène et Kisso, ce stade a été atteint plus tardivement, au 35^{ème} jas, 39^{ème} jas et 42^{ème} jas.

Enfin, on a pu noter également qu'à ce stade, il existe des différences significatives entre paysans ($p = 0,0475$).

◆ **Epiaison**

Comme pour les stades précédents, on observe à peu près les mêmes tendances au niveau des traitements. En effet, c'est toujours le « repiquage » qui atteint le premier ce stade (en moyenne 45 jas). Par contre, le « trempage » et le « semis à sec » n'y parviennent respectivement que 58 et 60 jas (Figure 22). Le « repiquage » se différencie encore nettement ($p = 0,0024$) des deux autres traitements qui restent encore identiques.

◆ **Floraison**

La floraison à 50% a été atteinte en moyenne 53 jas au niveau du traitement « repiquage », 63 jas au niveau du « trempage » et 64 jas au du « semis à sec » (Figure 22). Là également, le « repiquage » reste significativement différent des deux autres traitements et le trempage demeure identique au « semis en humide ». Nous pouvons noter aussi un effet village significatif ($p = 0,0491$). En effet, les floraisons les plus précoces ont été notées à Ndia (52 jas), Kéri Ndiobène (58 jas) et à Risso (59 jas). A Meckhé-village, Ndirèn, Payène, ce stade a été atteint respectivement au 62^{ème} jas, 65^{ème} jas et 65^{ème} jas.

● **Remplissage des grains**

Ce stade a été atteint en premier par le traitement « repiquage ». La différence entre ce (dernier et les deux autres est significative. En outre, des différences significatives ($p = 0,0049$) peuvent être notées d'un village à l'autre quant au délai pour atteindre ce stade. En effet, ce stade est atteint plus précocement à Ndia (57 jas) qu'à Ndirène (69 jas), Meckhé-village (70 jas), Kisso (72 jas) et Payène (77 jas).

◆ **Maturité**

A ce stade, les différents traitements ne sont pas significativement différents entre eux. Toutefois, le traitement « repiquage » atteint en premier la maturité (74 jas), suivi du « trempage » (80 jas). Le « semis à sec » atteint la maturité le dernier (81 jas) (Figure 22).

Ces observations montrent que pour cet hivernage marqué par une bonne pluviométrie, le « trempage » ou le repiquage n'ont aucun effet sur la durée du cycle phénologique, bien qu'on ait noté des différences significatives à certains stades de développement.

3.2.3.3.2 Suivi de la croissance du brin maître

La croissance du brin maître des plants de mil a été relativement normale tout au long, du cycle de développement. Ainsi, à 25 jas nous avons enregistré une hauteur moyenne de brin maître de 50,43 cm pour le « repiquage », de 14,35 cm pour le « trempage » et de 11,80 cm pour le « semis, à sec ». Au 39^{ème} jas, celle-ci était respectivement de 94,08 cm, 57,21 cm et 43,39 cm pour les traitements « repiquage », « trempage » et « semis à sec » (Figure 23). Certaines hauteurs peuvent sembler faibles mais en réalité elles ne le sont pas. Cela s'explique par le fait qu'à ces dates certains traitements n'étaient qu'au stade début montaison. Par ailleurs, on sait qu'à ce stade les dimensions, de la plante sont réduites parce qu'il n'y a pas encore de rallongement des inter-nœuds et que le méristème apical reste près du sol (Cantini, 1993).

On a toutefois pu noter que l'attaque de sauteriaux intervenue en début de cycle au niveau du « trempage » et du « semis à sec » a légèrement affecté la croissance du mil du fait de la défoliation occasionnée sur les plantes

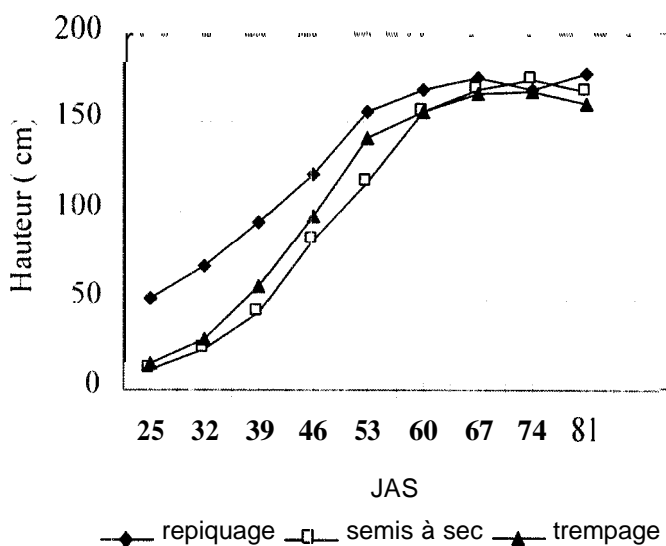


Figure 23 : Evolution de la hauteur du brin maître au niveau des différents traitements.

A par-tir du 39^{ème} jas, la croissance a été plus rapide. La hauteur entre le 39^{ème} jas et le 60^{ème} jas est passé de 94,08 cm à 168,01 cm. 57,21 cm à 156,08 cm et de 43,39 cm à 156,23 cm, respectivement pour les traitements « repiquage », « trempage » et « semis à sec » (Figure 23).

Au-delà de cette date, la hauteur du brin maître a peu varié. Ainsi, à 81 jas, on a enregistré une hauteur moyenne de brin maître de 177,25 cm, 160,03 et 166,75 cm respectivement pour les traitements du « repiquage », « trempage » et « semis à sec ». Ces hauteurs obtenues à maturité sont, d'ailleurs bien caractéristiques de cette variété IBV 8004 dont la longueur de tige atteint généralement 220cm en conditions optimales (Fiche Technique IBV 8004) (Figure 23).

Par ailleurs, on constate (Figure 23) que jusqu'à 46 jas, le traitement « repiquage » indique la hauteur de brin maître la plus élevée. D'ailleurs, la différence avec les deux autres traitements est significative, alors qu'au-delà de cette date, il n'existe plus de différences significatives entre les traitements.

Il ressort de l'analyse de l'évolution de la hauteur du brin maître, nous pouvons retenir que même s'il y a une certaine précocité du repiquage par rapport aux autres traitements au niveau de la majeure partie des dates d'observation, ce traitement n'a finalement pas d'incidence sur la hauteur finale.

Enfin, nous avons noté lors du suivi de ce paramètre un effet village significatif. En effet, c'est à Payène, Kéri Ndiobène et à Ndia où on a rencontré au 25^{ème} jas les hauteurs de brin maître les plus élevées, ensuite à Ndirène à Meckhé-village, et à Risso. 32 jas, c'est à Ndia où les hauteurs sont plus importantes, ensuite viennent Payène, Kéri Ndiobène, Ndirène, Meckhé-village et enfin Risso (Figure 24). Cette tendance s'est maintenue jusqu'à 53 jas et les plantes présentaient une hauteur similaire dans tous les villages sauf Risso étaient devenus identiques pour ce paramètre. La tendance observée au 53 jas est retrouvée à 60 et 67 jas. Au-delà de ces dates, on n'observe plus de différences significatives entre les villages.

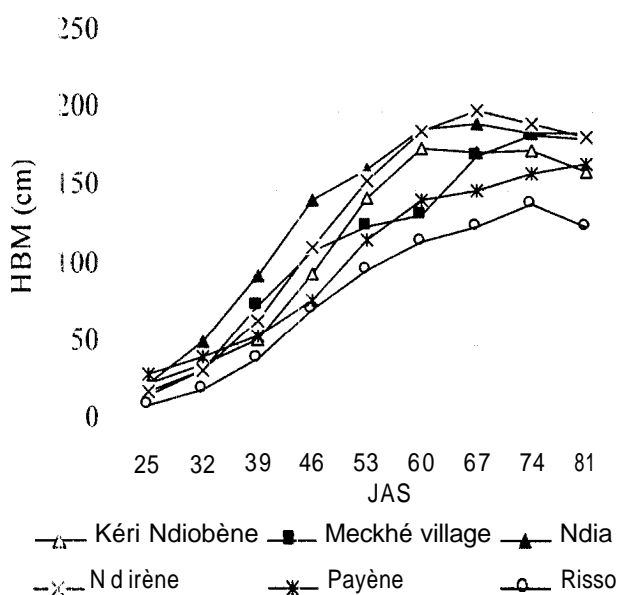


Figure 24 : Evolution de la hauteur du brin maître des plantes au niveau des 6 villages.

3.2.3.3 Suivi de l'évolution du nombre de talles

Du 39^{ème} jas au 81^{ème} jas, c'est le traitement « repiquage » qui a enregistré le nombre de talles le plus élevé. Il est suivi du « trempage », et c'est le « semis à sec » qui présentait à chaque date le nombre de talles le plus faible. Sur cette période, le nombre de talles est passé en moyenne de 11,07 à 17,74, de 10,53 à 16,88, de 9,69 à 13,05 respectivement pour les traitements « repiquage », « trempage » et « semis à sec » (Figure 25). Toutefois, on n'a constaté de différences significatives entre les traitements qu'au 53^{ème} et 74^{ème} jai. En effet, à ces dates, les traitements « repiquage » et « trempage » sont identiques mais significativement différents du « semis à sec ». Ceci montre que les traitements « repiquage » et « trempage » n'ont pratiquement pas d'effet sur le nombre de talles émis par la variété IBV 8004.

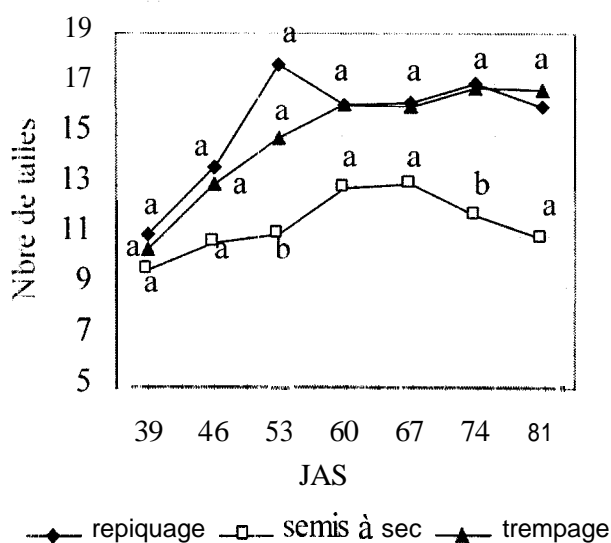


Figure 25 : Evolution du nombre moyen de talles au niveau des différents traitements

3.2.3.4 Suivi de la croissance de l'épi

Le suivi de la croissance de l'épi pour les différents traitements (Figure 26) a permis de montrer que du début du stade épiaison jusqu'à la maturité, le « repiquage » puis le « trempage » présente la longueur d'épi la plus importante. Pendant cette même période, la longueur de l'épi est passé de 14,37 cm à 39,12 cm, 5,26 cm à 29,57 cm et de 2,37 cm à 34,12 cm, respectivement pour le traitement « repiquage », « trempage » et « semis à sec » (Figure 26).

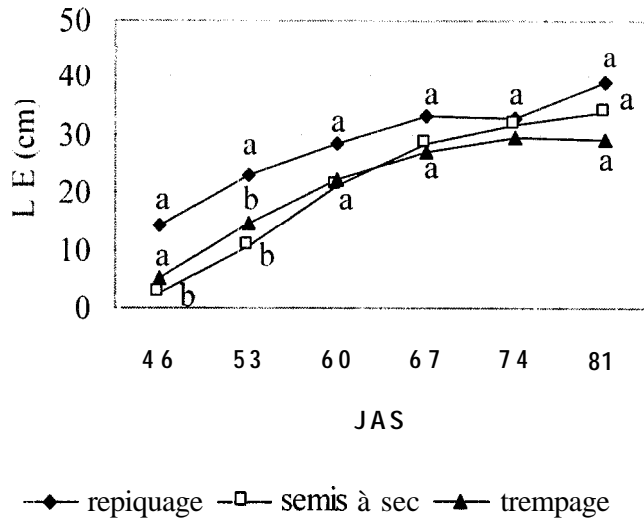


Figure 26 : Evolution de la longueur moyenne de l'épi (L E) au niveau de chaque traitement.

Malgré les variations observées d'un traitement à l'autre pendant toute cette période, des différences significatives n'ont été enregistrées qu'au 46^{ème}, 53^{ème} et 74^{ème} jas. En effet, au 46^{ème} jas. les traitements « repiquage » (14,37 cm) et « trempage » (5.26 cm) montrent un comportement similaire mais sont significativement différents du « semis à sec » (2.37 cm) ($p = 0,015$ -f). Au 53^{ème} jas et au 74^{ème} jas. le « trempage » et le « semis à sec » sont identiques. toutefois, il existe une différence significative entre le « repiquage » et ces deux traitements.

En dehors des différences notées entre traitements. il a été aussi noté des différences significatives entre villages au 53^{ème}, 60^{ème} et 74^{ème} jas (Figure 27). En effet, à ces dates, la longueur de l'épi est très comparable pour Ndia, Kéri Ndiobène, Ndirène, Meckhè-village alors qu'à Payène et à Risso les valeurs sont plus faibles

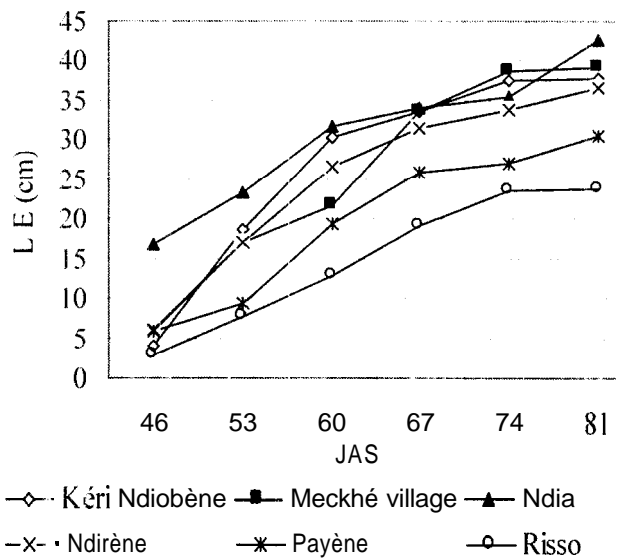


Figure 27 : Evolution de la longueur moyenne de l'épi au niveau des 6 villages.

Enfin nous pouvons noter pour ce paramètre certaines variations d'un paysan à l'autre. En effet, les longueurs d'épis les plus importantes sont rencontrées chez Maguëye Ndir, Sangoné Fall, Modou M Diagne, Tanor Dia et Mapenda Fall, et les longueurs d'épis les plus faibles sont rencontrées chez Maharam Fall, Pape G. Tout-é et Thierno Mbaye (Figure 28).

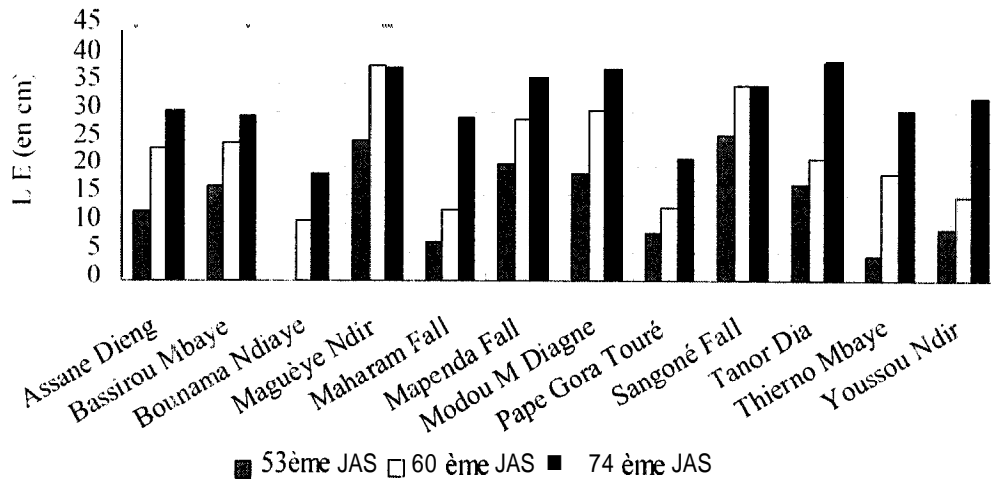


Figure 28 : Longueur d'épis observée chez les paysans au 53ème, 60ème et 74ème jas.

3.2.3.4. Observations à la récolte

3.2.3.4.1 Nombre de talles productives

Le décompte du nombre de talles productives effectué à la récolte nous permet de constater une tendance (pas de différences significatives) selon laquelle le traitement « trempage » comporte le nombre de talles productives le plus important (en moyenne 1,52) (Figure 29). Il est suivi du traitement « repiquage » (1,20) et du « semis à sec » (1,15). Cette absence de différences significatives prouve que les traitements « repiquage » et « trempage » non pas d'effets sur le nombre de talles productives.

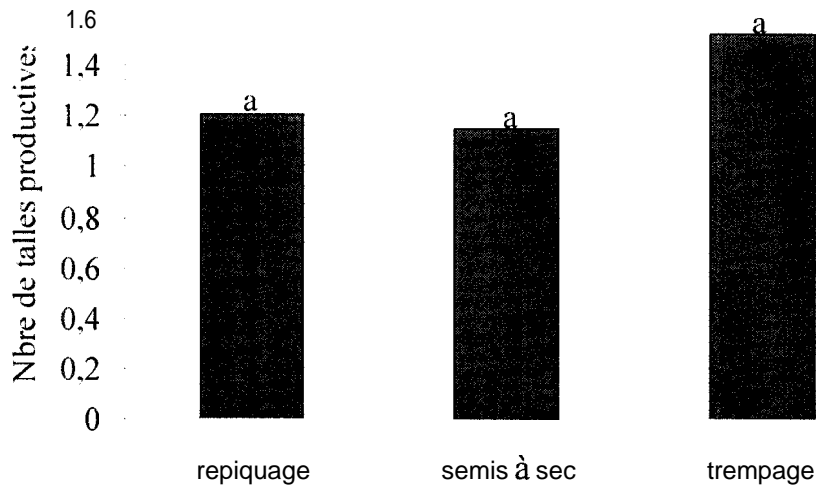


Figure 29 : nombre de talles productives au niveau de chaque traitement.

3.2.3.4.2 Analyse du peuplement

Le pourcentage de poquets pour chaque traitement est donné par le rapport entre le nombre de poquets comportant effectivement des plantes et le nombre de poquets qui devait figurer dans le carré de rendement. La Figure 30 permet de remarquer que le plus fort pourcentage apparaît au traitement « repiquage » (96%). Le « semis à sec » et le « trempage » atteignent respectivement 84% et 73%. En outre, une différence significative a été notée entre le « repiquage » et le « trempage » (Figure 30).

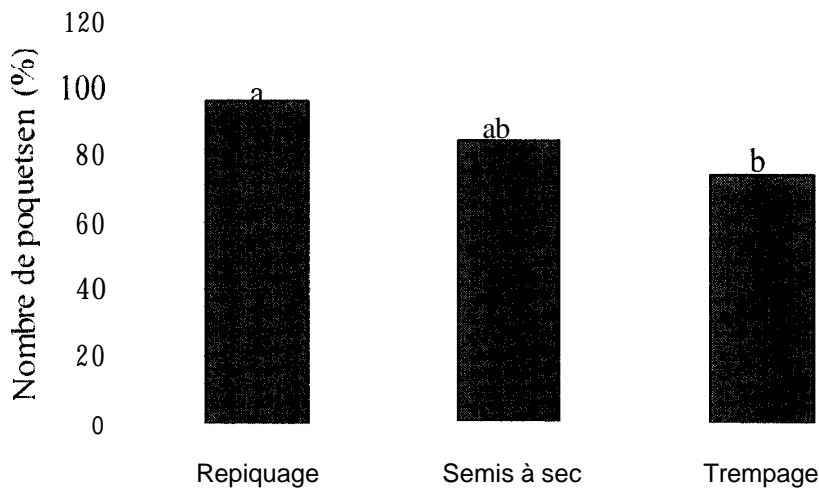


Figure 30 : Pourcentages de poquets observés à la maturité
Valeur de la probabilité : $p = 0.0166$

3.2.3.4.3 Analyse des plantes avec épis productifs

Pour ce paramètre, le traitement « semis à sec » présente le pourcentage le plus important (79%) devant le « trempage » (174%) et le « repiquage » (52%) (Figure 31). Les deux premiers traitements sont cette fois-ci identiques mais significativement différents du « repiquage » (Figure 31)

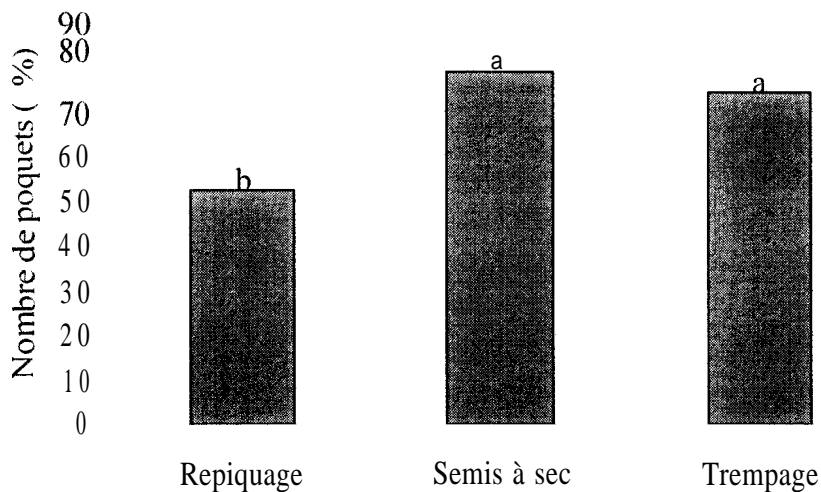


Figure 31 : Pourcentages de poquets comportant des plantes ayant des épis

Valeur de la probabilité : $p = 0,0308$

Le faible pourcentage noté au niveau du repiquage s'expliquerait par le fait qu'à Payène et à Kéri Ndiobène, le « repiquage » n'est pas parvenu sur la majeure partie des parcelles au stade épisaison à cause d'un repiquage tardif. En effet, dans ces villages, le repiquage n'a été effectué qu'au début de la deuxième décennie du mois d'août. En plus, ce traitement a été le plus affecté par l'infestation de *Striga hermontica* dans la mesure où ces mauvaises herbes ont commencé à émerger tout juste après le début de la montaison. Ces mauvaises herbes ont probablement freiné la croissance et le développement de ces plantes à un stade très-jeune du fait de leur parasitisme souterrain. En effet ces *Striga* en se fixant sur les racines de leur hôte entrent en concurrence très sévère avec celui-ci par rapport à la nutrition hydrique et minérale.

Par ailleurs, il faut souligner que d'un village à l'autre, d'importantes variations concernant ce paramètre (Figure 32) ont été notées. Le pourcentage de poquets comportant des plantes avec épis productifs est de 99% à Ndia, de 85% à Ndirène, de 81% à Meckhé-village, de 73% à Kéri Ndiobène, alors qu'il n'est que de 50% à Payène et de 47% à Risso.

D'ailleurs, il existe une différence significative entre le pourcentage obtenu à Ndia et celui obtenu au niveau de Payène et Risso (Figure 32).

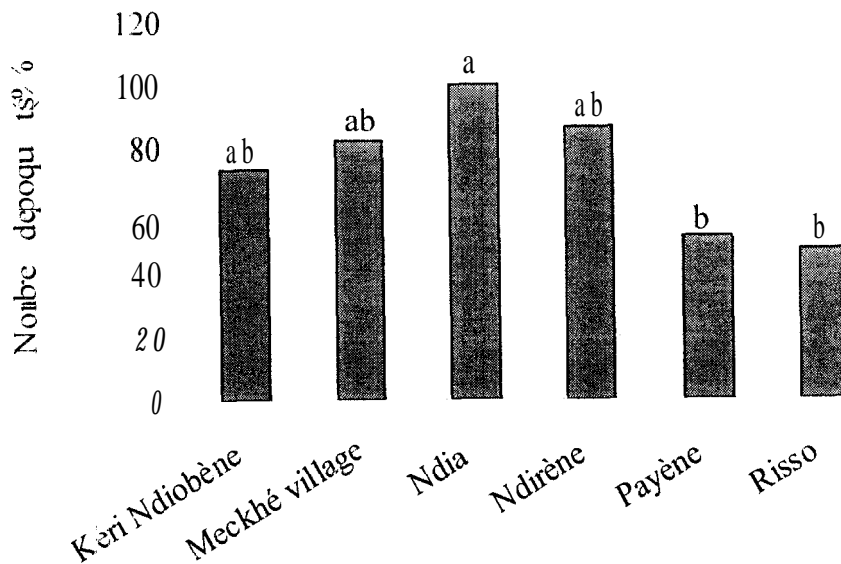


Figure 32 : Pourcentages de poquets comportant des plantes ayant des épis au niveau des 6 villages.

Valeur de la probabilité : $p = 0.0056$

3.2.3.5. Rendement~

3.2.3.5.1 Rendements en épis et en grains

Les rendements en épis obtenus sont de $646 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $384 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ et de $340 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivement pour le traitement « trempage », « semis à sec » et « repiquage ». Pour les graines, des rendements de $420 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ et de $221 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ont été respectivement enregistrés au niveau du traitement « trempage », « semis à sec » et « repiquage » (Figure 33). Ainsi, le « trempage » semble présenter le rendement le plus élevé, suivi du « semis à sec » et enfin du « repiquage ». D'ailleurs, il existe une différence significative entre les deux premiers traitements et le repiquage (Figure 33).

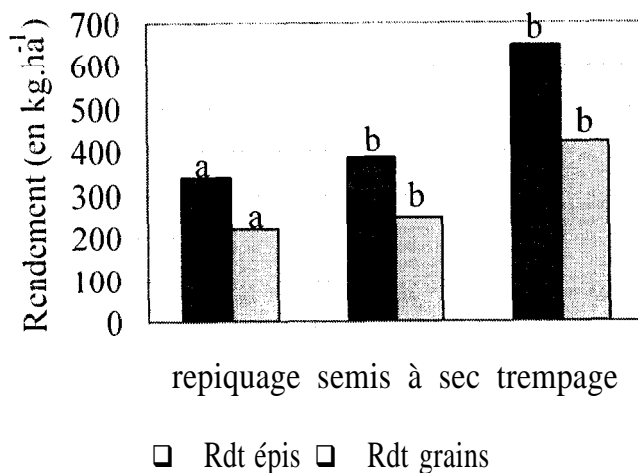


Figure 33 : Rendements en épis et en grains au niveau des différents traitements.

Valeur de la probabilité : $p = 0,0395$

En outre des différences de rendements hautement significatives sont notées entre villages. En effet, les rendements obtenus à Ndirène (575 kg.ha⁻¹), Ndia (345 kg.ha⁻¹), Meckhé-village (313 kg.ha⁻¹) sont significativement différents de ceux obtenus à Risso (88 kg.ha⁻¹) (Figure 34).

Par ailleurs, d'importantes variations du rendement ont été constatées d'un paysan à l'autre. En effet, chez Maguèye Ndir et chez Sangoné Fall nous avons obtenus des rendements en grains relativement élevés et respectivement égaux à 932 kg.ha⁻¹ et 472 kg.ha⁻¹ alors que chez Thierno Mbaye et Pape Touré, nous n'avons obtenu respectivement que 100 kg.ha⁻¹ et 75 kg.ha⁻¹ (Figure 35).

Comparativement aux rendements grains obtenus dans 80% des cas dans le département de Tivaouane et qui sont de l'ordre de 340 kg.ha⁻¹ (période 1960-1997) ceux de cette campagne sont, selon les paysans faibles (75 kg.ha⁻¹ chez Pape G. Touré, 100 kg.ha⁻¹ chez Thierno Mbaye, et 125 kg.ha⁻¹ chez Maharam Fall), moyens (217 kg.ha⁻¹ chez Mapenda Fall et Youssou Ndir, 226 kg.ha⁻¹ chez Bassirou Mbaye), bons (301 kg.ha⁻¹, chez Modou Diagne, 313 kg.ha⁻¹ chez Tanor Dia), voire très bons (472 kg.ha⁻¹ chez Sangoné Fall, 932 kg.ha⁻¹ chez Maguèye Ndir).

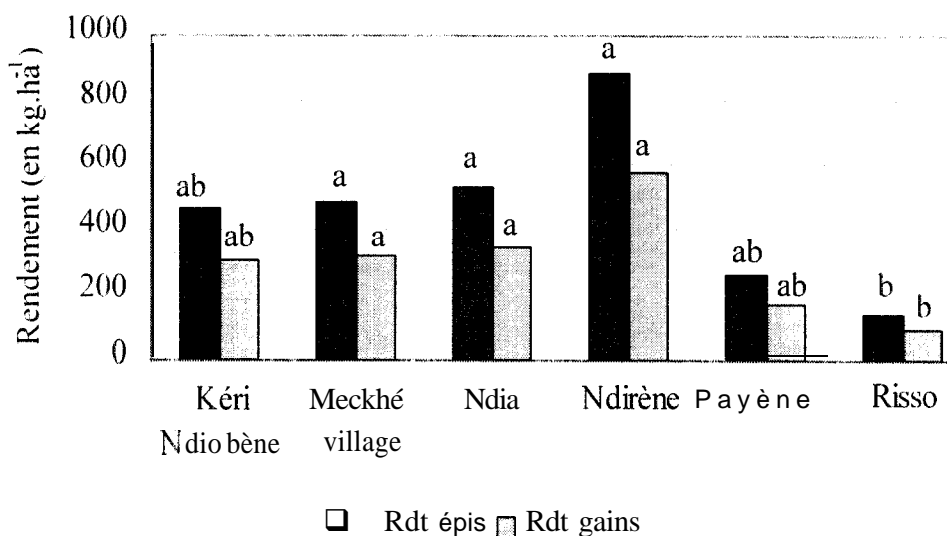


Figure 34 : Rendements en épis et en grains de mil au niveau des 6 villages.

Valeur de la probabilité : $p = 0,0014$

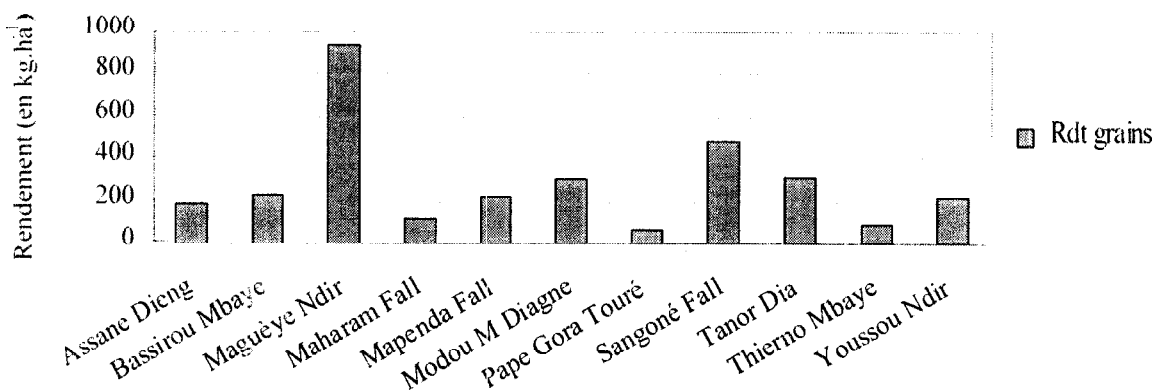


Figure 35 : Rendements en grains de mil chez les paysans.

Valeur de la probabilité : $p = 0,0148$

Ces rendements paysans obtenus cette année pourraient s'expliquer par le fait qu'on a eu une assez bonne densité de plants ainsi que de bonnes conditions climatiques surtout pendant la période critique (floraison-maturation). D'ailleurs, les taux de satisfaction des besoins en eau du mil sur le cycle sont de l'ordre de 70% et apparaissent élevés comme le montre Sarr (1999). Toutefois, il est nécessaire de signaler que l'attaque très sévère de chenilles mineuses durant la période floraison-remplissage de grains a fortement déprécié les épis les plus précoces et par conséquent les rendements en grains. L'infestation de *Striga hermontica* ainsi que l'installation tardive du traitement « repiquage » surtout à Payène et à Kéri Ndiobénc ont également compromis les rendements. L'effet combiné de ces deux facteurs a freiné, à partir du stade épiaison, le développement sur la majeure partie des plantes.

Enfin, la faible fertilité des sols constatée dans la majeure partie des parcelles, peut être retenue parmi les facteurs limitants du rendement au cours de cette campagne d'hivernage.

3.2.3.5.2 Rendements en paille

En ce qui concerne la paille, des rendements moyens à bons ont été également obtenus. En effet, les rendements moyens de $3590 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $2362 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ et de $1906 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ont été respectivement enregistrés au niveau du « trempage », du « semis à sec » et du « repiquage » (Tableau 1). Il n'existe cependant pas de différences significatives même si quelques tendances de variation apparaissent d'un traitement à l'autre. Par contre, des différences hautement significatives ont été observées entre villages. En effet, on distingue un premier groupe dont les rendements sont les plus importants comprenant Ndirène ($4440 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) et Meckhé-village, un deuxième groupe intermédiaire incluant Ndia ($3054 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) et Kéri Ndiobène ($2006 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Il existe un troisième groupe comprenant Payène ($1305 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) et Risso ($1235 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dont les rendements sont les **plus** faibles (Figure 36).

Tableau 1 : Rendements en paille des différents traitements.

Traitements	Rendements (kg.ha ⁻¹)
Repiquage	1906 A
Semis à sec	2362 A
Trempage	3590 A

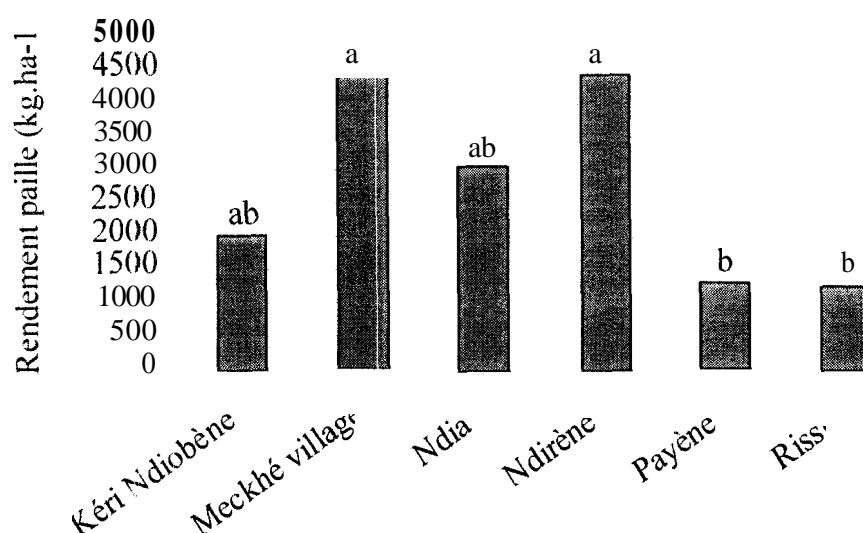


Figure 36 : Rendements en paille des 6 villages.

Valeur de la probabilité : $p = 0,0041$

3.2.4. L'arachide

3.2.3.1 Installation des cultures

L'installation des cultures a eu lieu très tôt cette année à cause de l'arrivée relativement précoce des premières pluies présentant des hauteurs significatives (11 et 12 juillet). En effet, les années précédentes, les premières pluies ne tombaient pas avant le 18 juillet dans cette zone,

Les parcelles comportant le traitement « sans trempage » ont été pratiquement toutes semées entre le 13 et le 14 juillet sauf chez le paysan Modou M Diagne où le semis a été effectué le 17 juillet. Pour ce qui est du traitement « trempage », la majeure partie des paysans a effectué le semis en même temps que celui du « sans trempage ». Certains d'entre eux ont décalé ce semis d'un jour par rapport au traitement « trempage ». Seuls deux paysans, en l'occurrence Sangoné Fall et Mapenda Fall, ont eu un décalage de semis de deux jours entre les deux traitements.

3.2.4.2. Suivi phytosanitaire

Le suivi régulier opéré des parcelles d'arachide nous a permis de nous rendre compte de l'importance des contraintes phytosanitaires sur cette culture dans cette zone. En effet, tout au long du cycle de développement, on a noté tantôt des attaques d'insectes, tantôt des maladies, tantôt des attaques de rongeurs. Ainsi, au stade jeune, une attaque de *Aspergillus niger* qui a entraîné une pourriture du collet a été d'abord matérialisée. Ensuite est apparu un flétrissement perdurant tout au long du cycle de développement de la culture, dû à l'action d'un complexe parasitaire (*Pythium*, *Fusarium*, bactéries) (Dramé, comm. Pers.) (Annexe 7). Cela a entraîné des mortalités importantes dans les parcelles tout au long du cycle de développement de la culture.

Par ailleurs, nous avons noté l'apparition de la cercosporiose à la période Floraison à Ndia (environ 20 jas) et à Payène (environ 22 jas). A Kéri Ndiobène, elle est apparue 27 jas, alors que son apparition a été plus tardive à Ndirène et à Risso car elle y est apparue respectivement 32 jas et 38 jas (Annexe 7). La rouille (*Puccinia arachidis*) est apparue ensuite environ 33 jas (à Kéri Ndiobène et à Ndia), 36 jas (à Payène et à Risso) et 38 jas à Ndirène. Ces deux maladies ont coexisté jusqu'à la récolte, affectant ainsi fortement la culture (Annexe 7).

Au début de la floraison nous avons rencontré des mylabres (*Decapatomia affinis*) sur les parcelles. Ceux-ci dévoraient les fleurs.

Du début du stade de remplissage des graines jusqu'à la maturité, les rongeurs ont causé d'importants dégâts dans les parcelles, surtout à Ndia, Risso et Payène. En effet, ces derniers mangeaient les graines après avoir déterré les gousses (Annexe 7).

3.2.4.3. Dynamique de croissance et de développement

3.2.4.3.1 Phénologie

Globalement, la croissance et le développement de l'arachide ont été bons. La plupart des stades phénologiques a été marquée par une certaine précocité d'installation. En effet, la levée a été observée 4.18 jas au niveau du traitement « trempage » et 4.54 jas au niveau du traitement « sans trempage »⁵. La première fleur est apparue 19 jas au niveau du traitement « trempage » et 20 jas au traitement « sans trempage ». La floraison à 50% a été atteinte 21 jas et 22 jas respectivement pour le traitement « trempage » et « sans trempage ». Le remplissage des graines est intervenu 48 jas et

⁵ Il s'agit d'informations fournies par les paysans. Les autres mesures et observations ont été effectuées par nous-même.

49 jas respectivement pour le traitement « trempage » et pour le traitement « sans trempage ». La maturité à 50%, quant à elle, a été observée 71 jas au traitement « trempage » et 73 jas pour le traitement « sans trempage » (Tableau 2).

Tableau 2 : Stades phénologiques de l'arachide.

Stades phénologiques	Traitements	
	Sans trempage	Trempage
	jas	jas
Levée	4,55	4,18
Apparition de la première fleur	20	19
Floraison	22	21
Remplissage des graines	49	48
Maturité	73	71

Bien que la croissance et le développement de l'arachide paraissent normaux, ces derniers ont été très affectés entre la floraison et le stade remplissage des graines. En effet, une attaque très sévère de pucerons tout juste après le stade floraison à 50% a été observée ; celle-ci a persisté jusqu'au début du stade de remplissage des graines. Cette attaque de pucerons a affecté le nombre de fleurs émises pendant la période de pleine floraison ainsi que la croissance de l'arachide.

L'analyse statistique n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives entre les traitements. Toutefois, elle fait ressortir un effet paysan significatif aux stades levée, apparition de la première fleur, remplissage des graines et maturité.

3.2.4.3.2 Pourcentage de levée

Le décompte du nombre de plants ayant levé a permis de déterminer le pourcentage de levée observé sur chaque traitement. Ainsi, nous avons noté 51% de levée dans le cas du traitement « sans trempage » alors que pour le traitement « trempage », le pourcentage de levée était de 58%. Ces faibles pourcentages de levée comparativement à la densité recommandée (50 x 15 cm) s'expliqueraient d'une part, par le non respect des écartements surtout sur la ligne de semis, et d'autre part, par la profondeur de semis (confirmé par certains paysans). En effet, comme le semis a été effectué manuellement, certains paysans ont quelquefois du mal à respecter les écartements et la profondeur de semis recommandés. Le non respect de la profondeur de semis a affecté le pourcentage de levée dans la mesure où il a entraîné des mortalités avant l'émergence. Gillier et Silvestre (1969) l'expliquent par le simple fait que l'hypocotyle n'arrive pas à placer les cotylédons hors de terre et la plantule finit par épuiser les réserves de la graine sans parvenir à la percer.

L'analyse statistique n'a pas décelé de différences significatives entre les traitements. Toutefois, un effet paysan hautement significatif a été noté, ce qui confirme l'idée que le semis a des densités et a

des profondeurs optimales a été mieux effectué par certains paysans. En effet, on enregistre des pourcentages de levée assez élevés (84%) chez Bounama Ndiaye et Youssou Ndir. alors qu'on enregistre des pourcentages exceptionnellement faibles (34%) chez Assane Dieng et Sangoné Fall (Figure 37).

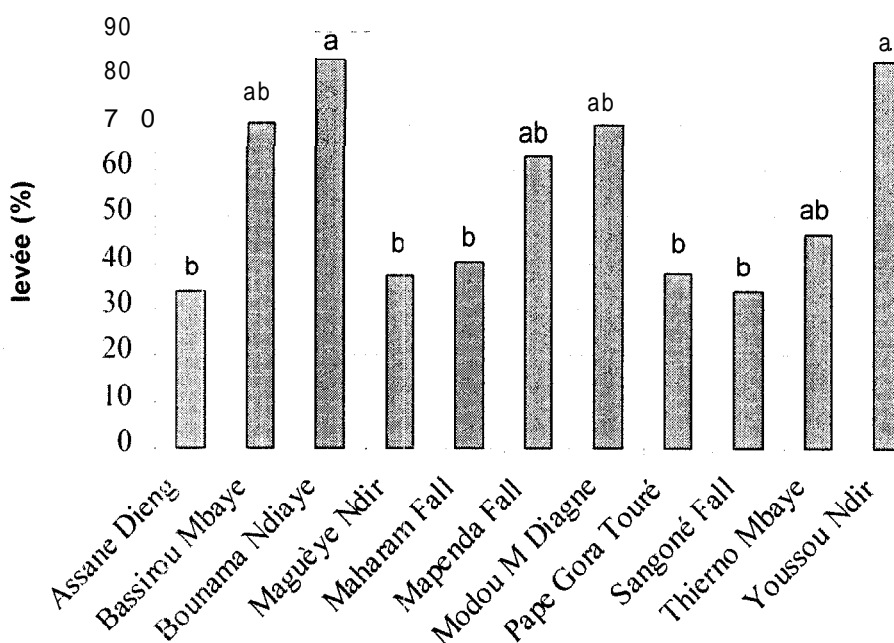


Figure 37 : Pourcentages de levées chez les paysans.
Valeur de **Iu** probabilité : $p = 0,0070$

3.2.4.3.3 Pourcentage de mortalités

Pendant tout le cycle de développement de la culture, nous avons noté des mortalités sur l'ensemble des parcelles. essentiellement dues à l'action du complexe parasitaire indiqué précédemment.

Le pourcentage de mortalité observé dans chaque parcelle et pour chaque traitement permet de constater que sur la totalité des villages, le traitement « sans trempage » enregistre le pourcentage de mortalité le plus élevé (Tableau 3). En effet, ce pourcentage de mortalité varie entre 7% à Kéri Ndiobène et 17% à Ndirène pour le traitement « sans trempage », alors qu'il varie entre à 3% à Kéri Ndiobène et 12% à Ndirène. Il faut noter toutefois que ces différences ne sont significatives ni entre les traitements, ni entre les villages, ni entre les paysans.

Tableau 3 : Pourcentages de mortalités dans chaque village pour les deux traitements.

Villages	Traitements	
	Sans trempage	Trempage
Kéri Ndiobène	7	3
Ndia	8	8
Ndirène	17	12
Payène	10	4
Risso	10	6

3.2.4.3.4 Analyse du peuplement

A la maturité, le traitement « trempage » présente un pourcentage de plantes significativement plus élevé (59%) que le traitement « sans trempage » (46%). Il existe même une différence significative entre traitements ($p = 0,0307$). Il faut remarquer que les pourcentages observés sont assez faibles et peuvent s'expliquer par la mortalité due aux facteurs biotiques déjà évoqués plus haut. Pour ce paramètre, on a noté des différences significatives entre les villages. En effet, les pourcentages de plantes observés à Ndirène (67%), Kéri Ndiobène (60%) et Payène (58%), sont significativement différents de ceux observés à Risso (33%) (Figure 38).

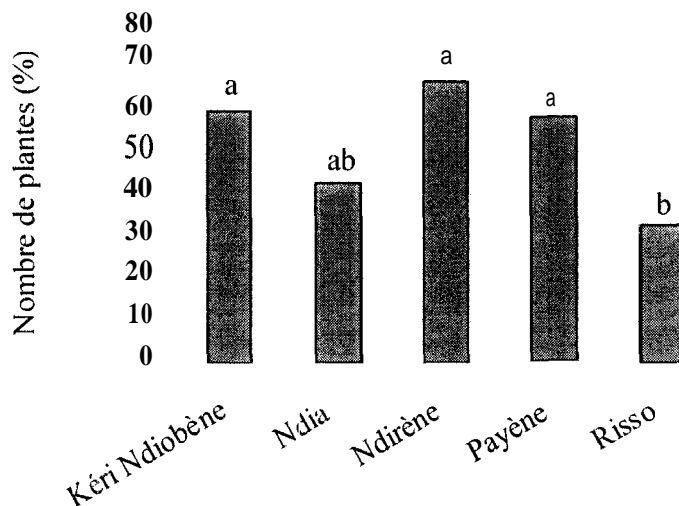


Figure 38 : Pourcentages de plantes à la maturité dans les 5 villages.
Valeur de la probabilité : $p = 0,0465$

Enfin, de fortes variations du pourcentage de plantes dans le carré de rendement ont été remarquées d'un paysan à un autre (Figure 39). En effet, chez Youssou Ndir, ce paramètre atteint 98%. Il est de 78% chez Bassirou Mbaye, de 73% chez Bounama Ndiaye, de 60% chez Modou M Diagne et de 58% chez Mapenda Fa'l. Viennent ensuite successivement Maharam Fall, Maguèye Ndir, Pape G Touré, Assane Dieng et Sangoné Fall avec des pourcentages variant entre 34% et 28%. Ces faibles

valeurs seraient dues à la forte mortalité dans certaines parcelles, à une mauvaise levée ou encore à un non-respect des écartements conseillés.

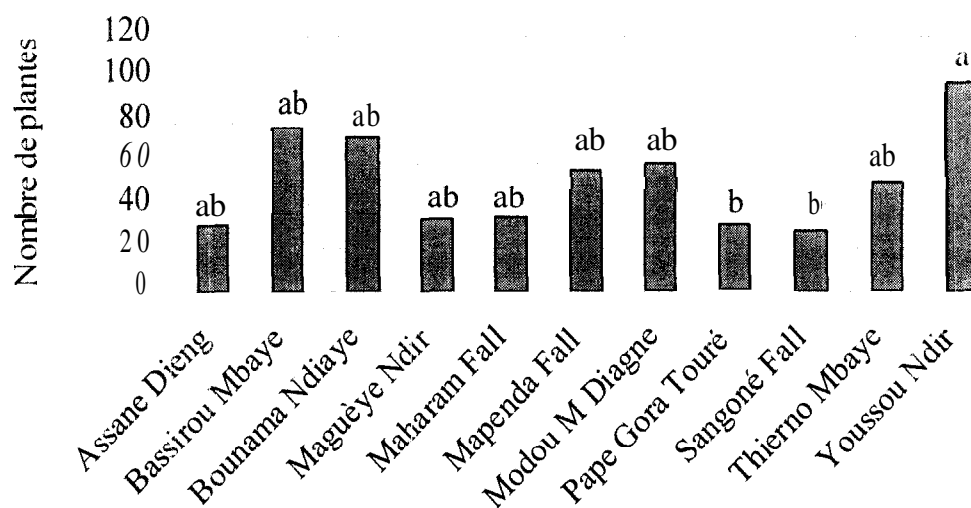


Figure 39 : Pourcentages de plantes observés chez les paysans à la maturité
Valeur de la probabilité : $p = 0.0163$

3.2.4.4. Rendements

3.2.3.4.1 Rendements en gousses

Pour les rendements en gousses, bien que le traitement « trempage » semble montrer un rendement plus élevé ($625 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), il n'est pas significativement différent du traitement « sans trempage » ($584 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). En outre, une certaine variabilité du rendement est observée d'un village à l'autre sans pour autant que les différences soient significatives (Tableau 4).

Tableau 4 : Rendements en gousses obtenus dans les 5 villages.

villages	Rendements gousses (Kg/ha)
Kéri Ndiobène	633
Ndia	397
Ndirène	933
Payène	642
Risso	560

Par ailleurs, il n'y a pas d'interaction village*traitement. Toutefois, sur l'ensemble des villages sauf à Ndirène, le traitement « trempage » a exprimé un rendement plus élevé que celui du « sans trempage » ($867 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ contre $400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ à Kéri Ndiobène, $600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ contre $520 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ à Risso, etc) (Tableau 5).

Tableau 6 : Rendements en gousses dans chaque village pour les différents traitements.

Rendements en gousses (en kg.ha ⁻¹)		
Villages	Traitements	
	sans trempage	trempage
Kéri Ndiobène	400	867
Ndiène Payène Risso Ndia	1000	427
		667
		667
		600

Par contre, il est à noter un effet paysan significatif. En effet, certains paysans, en l'occurrence Bounama Ndiaye (avec 1400 kg.ha⁻¹) et Youssou Ndir (933 kg.ha⁻¹) ont obtenu des rendements largement supérieurs à celui des autres paysans. Ensuite, viennent Assane Dieng, Modou M Diagne, Pape Gora Tour-é, Maharam Fall, Mapenda Fall avec des rendements variant entre 700 kg.ha⁻¹ et 326 kg.ha⁻¹. Les rendements les plus faibles ont été notés chez Bassirou Mbaye et Thierno Mbaye. L'analyse statistique fait ressortir une différence hautement significative entre les rendements obtenus chez Maguèye Ndir et ceux obtenus chez Thierno Mbaye. En outre, il considère les rendements des autres paysans comme identiques entre eux (Figure 40).

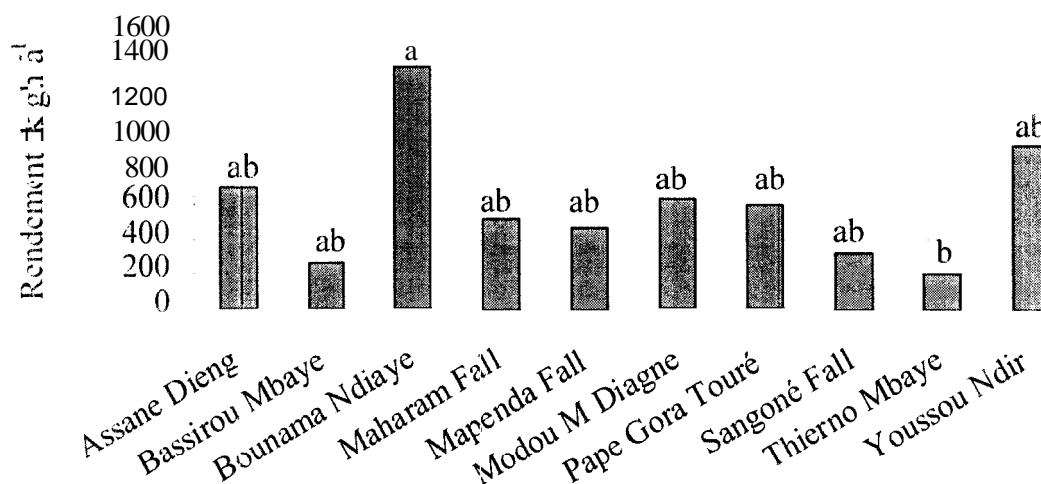


Figure 40 : Rendements moyens en gousses chez les paysans.

Valeur de la probabilité : $p = 0,0270$

Ces rendements obtenus sont relativement moyens à élevés compte tenu du fait que dans cette zone, les paysans parviennent difficilement à atteindre de tels niveaux de rendements. Toutefois on pouvait espérer des rendements meilleurs vu le caractère pluvieux de cet hivernage. En effet, d'après Sarr (1999), le niveau de satisfaction des besoins en eau moyen simulé (TSAT) a été cette campagne de 70 à 75%. Ceci témoigne d'un certain confort hydrique pour l'arachide durant son cycle de développement. L'alimentation hydrique ayant été non limitante au cours de cet hivernage, la

production a probablement été limitée par le faible niveau de fertilité des sols. et l'importance de la pression parasitaire durant le cycle.

3.2.4.4.2 Rendements en fanes

En ce qui concerne les rendements en fanes, nous n'avons noté aucun effet significatif (traitement, village, village*traitement, paysan). Toutefois, il ressort que sur la majeure partie des villages sauf à Ndirène, c'est le « trempage » qui a obtenu les rendements les plus élevés. En effet, ce dernier montre une hausse de rendement de 75% par rapport au « sans trempage » à Kéri Ndiobène, de 44% à Payène, de 33% à Risso et de 6% à Ndia. Cependant, à Ndirène c'est le « sans trempage » qui a enregistré le rendement le plus élevé, avec 933 kg.ha⁻¹ contre 733 kg.ha⁻¹ au niveau du « trempage » (Tableau 6).

Tableau 6 : Rendements en fanes obtenus dans chaque village et pour chaque traitement (en kg.ha⁻¹)

Villages	Traitements	
	sans trempage	trempage
Kéri Ndiobène	1067	1867
Ndia	1100	1167
Ndirène	933	733
Payène	1111	1600
Risso	900	1200

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'hivernage 1999 a été marqué par une bonne pluviométrie sans pauses préjudiciables au développement et à la productivité des cultures.

Au terme de cette étude, on a pu mettre en évidence que le trempage des semences de IBV 8004 et de GC 8-35 augmente la vitesse de germination, mais seulement aux premières heures après incubation des graines. Cette étude a également permis de montrer que le trempage des graines n'a pas d'effets significatifs sur la longueur du coléoptile de la variété IBV 8004 ainsi que sur celle de l'hypocotyle de la GC 8-35. En outre, ce traitement n'augmente la vitesse de croissance racinaire des plantules de mil qu'aux premières heures après incubation des grains.

Par ailleurs, le trempage des graines n'améliore pas de manière significative la vigueur des plantules d'arachide même si les plantules obtenues à partir des graines trempées présentent en terme de tendances une vigueur plus importante.

Les mesures et observations effectuées en milieu paysan ont fait ressortir globalement un bon comportement agronomique de ces deux variétés en milieu réel. Cependant, chez certains villages ou chez certains paysans des rendements faibles ont été obtenus et sont à mettre en relation avec un retard des opérations culturales et un accroissement des problèmes phytosanitaires.

Les résultats des essais au champ ont permis, de montrer que le trempage des grains de mil contribue à la rapidité d'émergence des plantules. En outre, le repiquage de plants de IBV 8004 comme le trempage des grains de IBV 8004 et de la GC 8-35 ne réduisent pas, dans le contexte pluviométrique de cet hivernage, la durée du cycle de développement de la plante. Toutefois, par rapport à cette précocité, le traitement « repiquage » peut s'avérer intéressant dans la mesure où celui-ci présente des différences significatives avec les deux autres traitements sur la majeure partie des stades phénologiques.

Par ailleurs, le trempage des graines d'arachide a un effet appréciable sur la densité de plants obtenus, à la maturité dans le carré de rendement.

Enfin, pour cet hivernage le trempage des graines n'a pas amélioré de manière significative les rendements sur ces deux variétés. Toutefois les différences arithmétiques observées (valeurs absolues par rapport aux autres traitements semblent être intéressantes.

Ces conclusions permettent de dégager en perspectives des orientations de recherche Il s'agira notamment :

- ♦ d'étudier le comportement de ces variétés de mil IBV 8004 et d'arachide GC 8-35 avec ces mêmes modes d'implantation mais cette fois-ci en conditions hydriques limitantes.

- ◆ d'étudier en station agronomique la réponse morpho-physiologique de plants issus de graines trempées puis soumises à différents niveaux de stress hydrique :
- ◆ de mener une recherche sur la technique de trempage puis de séchage des graines pour favoriser la mécanisation du semis, technique très pratiquée en milieu paysan :
- ◆ d'entreprendre des études qui permettront de déterminer la date optimale d'installation de pépinière et de repiquage du mil dans cette zone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Annerose D. J. M.** 1990. Recherche sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogea* L.) cultivée au Sénégal. Thèse d'Université Paris III, 282 p.
- Annerose D. J. M.** 1991. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. II. Evaluation des formes de sécheresse agronomique de l'arachide au Sénégal par simulation du bilan hydrique de la culture. *Oléagineux*, 46 (2), p 61.
- Benzacon G.**, 1997. Le mil in Amélioration des plantes tropicales CIRAD.
- Billaz R.** 1993. Comparaison de quatre variétés d'arachide pour leur résistance à la sécheresse. *Oléagineux*, 17 : 35-39.
- Braly J. P.** 1999. Etude du fonctionnement et des activités de recherche du Ceraas, Rapport de stage, 45 p.
- Caron H. Granès D.** 1993. Agriculture Spéciale. Cours ENCR. 68 pages.
- Cécilia C.** 1993. Agrométéorologie du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) Leeke). Rapport CMAg n° 56, 124 p.
- Chameau C. et Nicou K.**, 1971. L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux de la zone tropicale sèche Ouest Africaine et ses indices agronomiques : *Agron. Trop. Agro*, n°23.
- Chopart J. L.** 1980 a. Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil sorgho, riz pluvial). Thèse de Doctorat [NP, Toulouse, 162 p.
- Chopart J. L.** 1980 b. Note succincte sur l'état d'avancement des travaux menés par la division de physique des sols du CNRA de Bambey sur les Techniques de travail du sol. Doc. Multig., Bambey.
- Chopart J. L.** 1983. Etude du système racinaire du mil (*Pennisetum typhoides*) dans un sol sableux du Sénégal. *Agron. Trop.* 1, 37-51.
- Dancette C.** 1979. Agroclimatologie <appliquée à l'économie de l'eau. en zone soudano-sahélienne.
- Dancette C.**, 1983. Besoins en eau du mil au Sénégal. Adaptation en zone semi-aride tropicale. Agrométéorologie du mil. 48 p.

- Dancette C.** 1984. Conservation des eaux et du sol au Sénégal en instance ;
- Devron J. J.**, 1978. Eléments pour une étude des apports de matière de matière organique aux sols dans le bassin arachidier. Doc. Multig, Bambey.
- Dia M. L.** 1989, Conditions de réussite du semis à sec du mil dans la partie nord du Sénégal. Mémoire d'ingénieur des travaux Agricoles, ENCR, 95 p.
- Diop Mb.** 1996. A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. *Sécheresse*, 7 (1): 7-15.
- Diouf M.** 1990. Analyse de l'élaboration du rendement du mil (*Pennisetum typhoides* Stapf et Hubb.) : Mise au point d'une méthode de diagnostic en parcelles paysannes. Thèse de Doctorat, 227 pages.
- DISA** 1998. Projet C'ILSS. Amélioration des instruments du diagnostic permanent pour la sécurité alimentaire régionale. Phase III, Diaper III. Résultats définitifs de la campagne agricole 1997 / 1998, 19 p + annexes.
- FAO. 1997. L'économie mondiale du sorgho et du mil : faits, tendances et perspectives. 68 p.
- FAO... 1998. Bulletin trimestriel de statistiques, Vol. 1 1, 152 p.
- Gillier P., Silvestre P.**, 1969. L'arachide, 292 p.
- Hamon S.**, 1993. Le mil en Afrique. 283 p.
- Harris D., Joshi A., Khan P. A., Gothkar P., Sodhi P. S.** 1999. On Farm seed priming in semi-arid agriculture / Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods, 35 p.
- Kramer P. J.**, 1969. Plant and soil water relationship a modern synthesis, Mc Grow-Hill edi.. New-York.
- Ludlow M. M. et Muchow R. C.**, 1998. Critical evaluation of possibilities for modifying crops for higher production per unit of precipitation, 179-201 .In : *Drought research priority for the dryland tropics*, Bidinger F.R.& Johansen C. eds, ICRISAT, Patancheru. Andhra Pradesh, India.
- Mallek-Maalej E. . Boulasnem F., Ben Salem M.**, 1998. Effet de la salinité sur la germination de grains de céréales cultivées en Tunisie. *Cahiers Agriculture*, 7 (2) : 87-166.

- Marone E.** 1994. Etude des relations hydriques entre le sol et la plante chez l'arachide pour une meilleure définition des concepts de sécheresse et de stress hydrique. Mémoire probatoire, ISRA, 54 p.
- Mauboussin J. C., Laurent P., Delafond G.** 1970. Les variétés d'arachide recommandées au Sénégal et leur emploi, 27 p.
- Mémento de l' Agronome**, 1991, Ministère de la Coopération et du Développement., 163 5 p.
- Metochis C.** 1993. Irrigation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in a Mediterranean environment. J. Agr. Sci 121 : 343-346.
- Monnier.** 1976. Démariage précoce du mil hatif. Doc. Multig. Bambey, Sénégal.
- Montenez J.** 1957. Recherches expérimentales sur l'écologie de la germination chez l'arachide, Ministère des colonies. Bruxelles 124 p.
- N'zamio T. M.** 1997. Evaluation de la croissance racinaire et de la productivité chez deux variétés de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. Souna 3 et IBV 8004. Mémoire de fin d'Etudes, ENCR, 37 p.
- Prévot P., Billaz R.**, 1962. Recherches agro-physiologiques sur le problème de résistances de l'arachide à la sécheresse. *Oléagineux*, 17 (12) : p 915.
- Roy-Macauley H., Sall M., Nwalozie M. C., et Annerose D. J. M.** 1995. Drought resistance of five groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes during germination and early seedling stages, poster Ceraas.
- Sarr B., Fall M. M.**, 1998. Suivi Agroclimatique de la campagne agricole pour l'estimation des rendements des cultures pluviales au Sénégal (hivernage 1998). Rapport d'activités. ISRA : Bambey. 18 p.
- Sarr B., Fall M. M.**, 1999. Suivi agroclimatique de la campagne agricole et estimation précoce des rendements des cultures pluviales au Sénégal. Rapport d'activités. ISRA : Bambey. 30 p.
- Sarr D.**, 1998, Influence de l'interaction entre le régime hydrique et la fertilisation azotée sur la morphologie et la productivité du mil (*Pennisetum glaucum* R. Leeke cv *Souna 3*) cultivé au Sénégal. Mémoire d'ingénieur agronome, ENSA, Thiès, 47 p.
- Schilling R.**, 1996. L'arachide en Afrique tropicale, CTA, Collection Le technicien d'agriculture tropicale, Maisonneuve et Larose ed., Paris, 171 p.

- Sène M.**, 1995. Influence de l'état hydrique et du comportement mécanique du sol sur l'implantation et la fructification de l'arachide. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, 127 p.
- Sihand Y.**, 1981. Croissance, nutrition et production du mil (*Pennisetum typhoides*. Hubbard et Stapf) : Essai d'analyse du fonctionnement du mil en zone sahélienne. Thèse de Doctorat. USTL, 302 p.
- Vidal P.**, 1963. Croissance et nutrition minérale des mils (*Pennisetum*) cultivés au Sénégal. Thèse de doctorat, Université de Dakar, 88 p.
- Winkel T., Do F.**, 1991. Caractères morphologiques et physiologiques de résistance du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) à la sécheresse : Une revue bibliographique.

LISTE: DES ANNEXES

- Annexe 1 Données pluviométriques du CERP de Mérina Dakhar sur les dix dernières années
- Annexe 2 Randomisation des parcelles de mil en milieu paysan.
- Annexe 3 Randomisation des parcelles d'arachide en milieu paysan.
- Annexe 4 Résultats analyses de variance et comparaison des moyennes des paramètres étudiés au niveau de l'essai mil au laboratoire.
- Annexe 5 Coefficients de variation des paramètres étudiés au niveau de l'essai arachide effectué au laboratoire.
- Annexe 6 Résultats des analyses de sol.
- Annexe 7 Attaques et maladies rencontrées sur l'arachide.

Annexe 1 : Données pluviométriques du CERP de Mérina Dakhar sur les dix dernières années

Années	Précipitations (mm)	Nombre de jours de pluie	première pluie	Pluie utile (mm)	Date de la dernière pluie	Durée de la saison des pluies (jours)
1989	544,7	29	12-juil	78,4	07-oct	87
1990	366,8	20	16-juil	40,2	06-oct	82
1991	373,6	26	23-juil	53	10-oct	79
1992	162,5	19	31-août	37	03-oct	33
1993	323	22	18-juil	24,3	08-oct	82
1994	315,3	22	29-juil	57,3	30-sept	63
1995	537,3	32	22-juin	21,1	02-nov	133
1996	295,6	22	30-juil	26,5	15-oct	77
1997	206	17	29-août	40	30-sept	32
1998	416,2	26	19-juil	25	30-oct	103

Annexe 2 : Randomisation des parcelles de mil en milieu paysan.

Paysan	Nom	Localité	Communauté Rurale	Traitement		
				Parcelle 1	Parcelle 2	Parcelle 3
1	Maguèye Ndir	Ndirène	Méouane	Semis à sec	Repiquage	Trempage
2	Youssou Ndir	Ndirène	Méouane	Repiquage	Trempage	Semis à sec
3	Sangoné Fall	Ndia	Koul	Trempage	Semis à sec	Repiquage
4	Mapenda Fall	Ndia	Koul	Trempage	Repiquage	Semis à sec
5	Pape G Touré	Risso	Koul	Repiquage	Semis à sec	Trempage
6	Maharam Fall	Risso	Koul	Trempage	Repiquage	Semis à sec
7	Thierno Mbaye	Payène	Koul	Semis à sec	Repiquage	Trempage
8	Assane Dieng	Payène	Koul	Repiquage	Trempage	Semis à sec
9	Bounama Ndiaye	Payène	Koul	Repiquage	Semis à sec	Trempage
10	Bassirou Mbaye	Payène	Koul	Repiquage	Semis à sec	Trempage
11	Bou Diouf	Payène	Koul	Semis à sec	Repiquage	Trempage
12	Djiby Diagne	Meckhé	Meckhé	Repiquage	Semis à sec	Trempage
13	Mor Ndiaye	Meckhé	Meckhé	Semis à sec	Trempage	Repiquage
14	Tanor Dia	Meckhé-village	Méouane	Repiquage	Trempage	Semis à sec
15	Modou M Diagne	Kéri Ndiobène	Mérina dakhar	Trempage	Repiquage	Semis à sec

Annexe 3 : Randomisation des parcelles d'arachide en milieu paysan.

Paysan	Nom	Localité	Communauté Rurale	Traitement	
				Parcelle 1	Parcelle 2
1	Maguéye Ndir	Ndirène	Méouane	Sans trempage	Trempage
2	Youssou Ndir	Ndirène	Mdouane	Sans trempage	Trempage
3	Sangoné Fall	Ndia	Koul	Sans trempage	Trempage
4	Mapenda Fall	Ndia	Koul	Trempage	Sans trempage
5	Pape G Touré	Risso	Koul	Trempage	Sans trempage
6	Maharam Fall	Risso	Koul	Sans trempage	Trempage
7	Thierno Mbaye	Payène	Koul	Sans trempage	Trempage
8	Assane Dieng	Payène	Koul	Trempage	Sans trempage
II 9	Bounama Ndiaye	Payène	Koul	Sans trempage	Trempage
10	Bassirou Mbaye	Payène	Koul	Sans trempage	Trempage
11	Bou Diouf	Payène	Koul	Trempage	Sans trempage
12	Djiby Diagne	Meckhé	Meckhé	Sans trempage	Trempage
13	(Mor Ndiaye	Meckhé	Meckhé	Sans trempage	Trempage
14	Tanor Dia	Meckhé-village	Méouane	Sans trempage	Trempage
15	Modou M Diagne	Kéri Ndiobène	Mérina Dakhar	Trempage	Sans trempage

Annexe 4 : Résultats analyses de variance et comparaison des moyennes des paramètres étudiés au niveau de l'essai mil au laboratoire.

Variable	Heure	T0	T1	T2	T3	T4
Pourcentage de germination	8	13,60 C	64,56 B	76,32 8	95 A	94,82 A
	22	100,000 A	100,000 A	92,368 8	98,333 A	98,246 A
Longueur du coléoptyle	22	0,2933 8	0,4367 BA	0,5200 BA	0,6333 A	0,5333 BA
	32	0,7467 A	0,8133	0,9733 A	1,1533 A	1,0733 A
	46	1,2200 BA	1,4900 A	1,1200 8	1,3733 BA	1,2533 BA
	56	1,4000 A	1,3017 A	1,1467 A	1,3733 A	1,3733 A
	70	1,4133 A	1,3600 A	1,1533 A	1,3733 A	1,4067 A
	80	1,3933 A	1,2800 A	1,1733 A	1,4000 A	1,3600 A
	94	1,45333 A	1,31000 A	1,20667 A	1,40667 A	1,40667 A
	104	1,4533 A	1,3233 A	1,1933 A	1,4400 A	1,4067 A
	118	1,43333 A	1,28833 A	1,22667 A	1,41333 A	1,34667 A
	Longueur racinaire	22	1,0267 8	1,8200 A	1,9267 A	1,8133 A
32		2,8533 A	3,7733 A	3,5867 A	3,5067 A	3,0000 A
46		5,4667 A	6,3533 A	6,2200 A	5,6800 A	5,1933 A
56		7,1200 A	7,7800 A	7,3200 A	6,9333 A	6,7267 A
70		9,347 A	9,773 A	9,227 A	7,940 A	8,893 A
80		10,887 A	10,193 A	10,327 A	9,187 A	9,667 A
94		11,973 A	10,920 A	11,067 A	10,340 A	10,933 A
104		12,513 A	11,267 A	10,693 A	10,593 A	10,867 A
118	12,287 A	11,500 A	10,773 A	11,053 A	11,153 A	

Heure	Pourcentage de germination	Longueur racinaire	Longueur du coléoptyle
8	172,96***		
22	4,25*	5,91*	3,11ns
32		2,66ns	1,80ns
46		1,42ns	3,12ns
56		0,15ns	1,27ns
70		0,73ns	1,21ns
80		0,52ns	1,48ns
94		0,48ns	2,87ns
104		0,70ns	1,53ns
118		0,49ns	1,61ns

NB: * = 0,01 < p < 0,05

** = 0,001 < p < 0,01

*** = p < 0,001

ns = non significatif

NB : Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes

Annexe 5 : Coefficients de variation des paramètres étudiés au niveau de l'essai arachide effectué au laboratoire.

VARIABLE	CV	VARIABLE	CV	VARIABLE	CV	VARIABLE	CV
GER16	21,69	LH50	19,55	LR50	37,28	SV150	31,62
GER26	13,43	LH64	23,82	LR64	33,06	SV164	29,18
GER40	7,21	LH74	25,89	LR74	33,99	SV174	28,94
GER50	6,03	LH88	23,42	LR88	38,08	SV188	29,80
GER64	3,75	LH98	23,18	LR98	36,69	SV198	29,34
		LH112	21,73	LR112	38,03	SV112	28,53
		LH122	21,06	LR122	37,44	SV1122	28,59
		LH136	20,75	LR136	37,69	SV1136	28,65
LH146		18,84				SV1146	27,09

NB : GER = Germination ; LH = Longueur hypocotyle ; LR = Longueur racine ; SVI = Indice de vigueur ; CV = coefficient de variation.

Annexe 6 : Résultats de; analyses de sol.

VILLAGES	ANALYSES	HUMIDITE (%)	pH 1/2,5	C E 1/5 (en US à 20°C)	MAT ORG (%)
	ECHANTILLONS				
Kéri Ndiobénc	Modou M Diagné	0,57	6,16	36,74	0,88
Meckhé-village	Tanor Ndia	0,13	5,7	15,78	0,39
Ndia	Sangoné Fall	0,14	5,43	25,91	0,55
Ndia	Mapenda Fall	0,22	4,57	12,25	0,59
Ndirène	Maguèye Ndir	0,14	5,91	32,03	0,42
Ndirène	Youssou Ndir	0,26	5,14	11,78	0,53
Payène	Thierno Mbaye	0,23	5,61	22,14	0,62
Payène	Bassirou Mbaye	0,38	5,91	30,15	0,79
Payène	Bounama Ndiaye	0,33	6,85	18,37	0,96
Payène	Assane Dieng	0,22	6,19	32,97	0,65
Risso	Pape G Touré	0,15	6,02	33,91	0,52

NB : CE = Conductivité électrique ; MAT ORG = Matière organique

