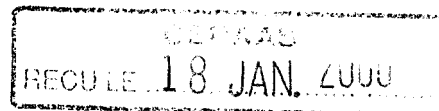
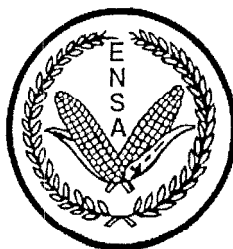


MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
D'AGRICULTURE (ENSA)



200 000

EVALUATION DES BESOINS EN EAU, DE LA
CROISSANCE ET DE LA PRODUCTIVITE DE
SEPT VARIETES DE SESAME (*Sesamum
indicum* L.) EN ZONE SEMI-ARIDE DU SENEGAL

MEMOIRE PRESENTE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'INGENIEUR AGRONOME

SPECIALISATION: PRODUCTIONS VEGETALES

par

M. Moustapha GUEYE

Soutenu le 26 janvier 2000 devant le jury :

M. Moussa FALL, Directeur de l'ENSA, Président

M. Aliou COLY, Directeur des Etudes, ENSA, Membre

M. Saliou NDIAY E, Chef de Département, ENSA, Membre

M. Macoumba DIOUF, Chercheur, CERAAS, Rapporteur

M. Nicolas DIALLO, Maître de conférence, UCAD, Membre

M. Bouna MANE, Coordonnateur, PRIMOCA, Membre

GUEYE
AGRO4
1236



CENTRE D'ETUDES REGIONAL
POUR L'AMELIORATION
DE L'ADAPTATION A
LA SECHERESSE.

ISRA - CNRA
B.P. 58 BAMBÉY SENEGAL
TEL. (221) 73.61.97 • TÉLÉSO-SO
FAX (221) 73.61.97 - 73.60.52

DEDICACES

- A mes deux parents Cheikh GUEYE et Ndèye Marie NGOM
- A la mémoire de mon grand-père maternel Arona NGOM
- A ma grand-mère maternelle Mame Aïda
- A mes frères et sœurs
- A Maguèye GUEYE
- A toute la famille NGOM
- A toute la famille du CERAAS
- A Nogaye SEYE et Coumba SYLLA
- A la maman Aïda FALL, à son époux et à ses fils
- A mes collègues promotionnaires et à tous les élèves-ingénieurs de l'ENSA
- A la mémoire de mon cadet élève-ingénieur Michel WABO

REMERCIEMENTS

Ce stage de mémoire a été effectué au Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) qui a entièrement assuré l'encadrement scientifique, logistique et financier.

Je rends grâce à Dieu pour m'avoir laissé en vie et permis de mener ce travail dans les conditions optimales.

Je remercie également Dr Harold Roy-Macauley, Directeur du CERAAS pour m'avoir accepté dans sa structure pour l'accomplissement de mes travaux de mémoire de fin d'études.

Je remercie également M. Moussa Fall, Directeur de l'ENSA, pour nous ouvert les portes de son établissement qui représente un pôle d'excellence au service du développement agricole durable. Je remercie très franchement M. Alioune Col y, Directeur des études, ainsi que tous les autres membres du jury pour l'amélioration de ce document.

Je suis profondément reconnaissant à mon professeur et tuteur de stage, Dr Macoumba Diouf chercheur au CERAAS. Je lui exprime toute ma gratitude pour m'avoir confié ce travail. Je n'ai pas une seule fois regretté son encadrement. Dans ces remerciements, je confonds en fait tous ses collègues chercheurs: messieurs B. Sari-, D. Boggio, C. Ogonnaya, o. Diouf et S. Braconnier et mesdames D. Clavel et N. N. Diop.

Je remercie aussi très sincèrement mon professeur et directeur de stage, Dr Saliou Ndiaye Chef du département des productions végétales de l'ENSA, pour sa disponibilité et ses conseils. Je lui suis redevable indéfiniment notamment pour les connaissances acquises en écologie, en agronomie, en biométrie, en entomologie et en informatique.

Mes remerciements sont aussi particulièrement exprimés au personnel du CERAAS de Thiès et de Bambey pour l'ouverture et l'amour du travail, merci infiniment. Que ce travail soit le leur.

Toute ma reconnaissance à A. Anne, R. Diouf et F. Diallo, respectivement documentaliste à l'ENSA de Thiès, au CNRA de Bambey et au CERAAS de Thiès, pour leurs conseils, leur disponibilité, et leur aide.

Toute ma reconnaissance à mes amis et frères Assane Pouye et Ndiogou Cissé pour leur franche collaboration et leur amitié indéfectible.

Je remercie très sincèrement mes collègues stagiaires Luc D. Faye et Issakha Ouédraogo : séjour et collaboration inoubliables.

*And last but not least, je remercie toute la famille de l'ENSA. Je compte sur vous pour maintenir cet établissement au *soumum* de l'excellence pour une agriculture de développement durable.*

Que le Tout Puissant nous donne la possibilité de rendre à tous la monnaie.

RESUME

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) est une plante oléagineuse de climats chauds appartenant à la famille des Pédaliacées. Pour ses graines riches en huile (45-50%) et en protéines (19-25%), le sésame représente une culture à haute potentialité agronomique et économique. Au Sénégal, la culture du sésame est relativement ancienne mais a été pratiquement abandonnée du fait de l'introduction et du développement de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) pendant la période coloniale. Avec la dépréciation des produits arachidiers au niveau mondial d'une part, et la détérioration climatique d'autre part, sa réintroduction s'est faite au début des années 1980 mais sans un paquet technique adéquat,

C'est ainsi que, pour promouvoir son développement et son adoption durable par les populations rurales, l'implication de la recherche a été vivement recommandée. C'est dans ce cadre que la présente étude a été menée pour une évaluation agronomique de 7 variétés introduites : Ceraas- 1-98 (70 jours), 32-15 (90 jours), 38-1-7 (90 jours), Jaalgon 128 (90 jours), Cross n°3 (95 jours), Yendev 55 (95 jours) et Primoca (120 jours). Pour ce faire, une détermination des besoins en eau, une caractérisation de la croissance et du développement, et une évaluation de la productivité ont été effectuées. Auparavant, une synthèse bibliographique a été réalisée et présente d'une part des considérations phytotechniques pour une bonne conduite de la culture, et d'autre part des acquis de travaux de recherche antérieurs.

Sur le plan phénologique, les résultats ont permis de montrer que pour toutes les variétés, la floraison est généralement effective lorsque le tiers du cycle est atteint. Sur le plan morphologique, les variétés Primoca et Yendev 55 ont montré une architecture très ramifiée, 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128 et Cross n°3 peu ramifiées, alors que Ceraas-1-98 présente un port monotige. Par ailleurs, les besoins en eau ont été estimés à 205 mm pour Ceraas- 1-98, 486 mm pour Primoca, alors que les variétés 32- 15, 38-1-7, Jaalgon 128, Cross n°3 et Yendev 55 ont indiqué des besoins similaires avec une moyenne de 337 mm. Sur le plan de la productivité, les variétés 32-15, 38- 1-7, Jaalgon 128 et Cross n°3 ont été les plus productives avec respectivement 1590, 1455, 1363 et 1193 kg.ha⁻¹. Les variétés très ramifiées, Primoca et Yendev 55, se sont avérées moins productives (879 et 747 kg.ha⁻¹ respectivement), et moins efficaces quant à l'utilisation de l'eau pour la production de graines alors que la variété Ceraas- 1-98, la plus précoce, a donné le rendement le plus faible (625 kg.ha⁻¹). Une forte corrélation positive a été mise en évidence entre le rendement en graines et le nombre de capsules par plante.

Mots-clés : Besoins en eau, Croissance, Productivité, *Sesamum indicum* L. (sésame), Sénégal.

ABSTRACT

Sesamum indicum L. is an important oilseed of hot dry climate areas belonging to the Pedaliaceae. Its development in Senegal is recent but the farmers have no adequate cultural techniques in order to favour high yield (1000-1 500 kg.ha⁻¹). To promote its sustainable adoption by the rural populations, the authorities have largely recommended the contribution of the research institutes.

Thus, this study proposes to evaluate the water needs, the growth and the yield of 7 introduced varieties of sesame : 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128, Cross n°3, Yendev 55, Ceraas-1-98 and Primoca in Bambey, a semi arid site.

The results show that for all varieties the flowering stage occur at the first third of the whole cycle. About the morphology, Primoca and Yendev 55 are well-branched varieties, 32-1 5, 38-1-7, Jaalgon 128 and Cross n°3 fairly stemmed whereas Ceraas-1-98 is a single branched variety. The water consumption is more important for Primoca with 486 mm, the varieties 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128 and Cross n°3 have similar values with an average of 337 mm. The lowest water need is observed for Ceraas-1-98 with 205 mm.

In other respects, the varieties 32-15, 38-1 -7, Jaalgon 128 and Cross n°3 give the highest yields with respectively 1590, 1450, 1363 and 1 393 kg.ha⁻¹. Primoca, Yendev 5.5 and Ceraas-1-98 are less productive and have respectively done 879, 747 and 625 kg.ha⁻¹. The lowest water use efficiency are observed with Primoca and Yendev 55 which are well-stemmed varieties. Positive correlation is shown between the yield and the number of capsules per plant.

Key words : Water needs, Growth, Yield, *Sesamum indicum* L. (sesame), Senegal.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aspect de la partie épigée de la plante. 1 = feuille inférieure ; 3 = capsule ; 3 = fleur ; 4 = feuille supérieure	7
Figure 2 : Stades phénologiques de la plante 1 = semis ; 2 = levée ; 3 = boutons floraux ; 4 = floraison ; 5 = maturation des capsules.	10
Figure 3 : Dispositif de séchage de la récolte de sésame 1111 champ	16
Figure 4 : Schéma du dispositif expérimental.	20
Figure 5 : Répartition mensuelle de la pluviométrie de 1999	39
Figure 6 : Répartition journalière de la pluviométrie au cours du cycle de développement.	40
Figure 7 : Répartition décadaire de la pluviométrie au cours du cycle de développement.	40
Figure 8 : Evolution des températures au cours du cycle de développement.	41
Figure 9 : Evolution de la durée d'insolation au cours du cycle de développement.....	41
Figure 10 : Evolution de l'humidité relative de l'air au cours de l'expérimentation.....	42
Figure 11 : Evolution de la vitesse du vent durant le cycle de développement	42
Figure 12 : Variation de l'évapotranspiration potentielle au cours du cycle de développement.	43
Figure 13 : Evolution du contenu relatif en eau des feuilles.....	44
Figure 14 : Droite d'étalonnage de la sonde à neutrons Troxler T7 sur le site de l'essai.....	47
Figure 15 : Evolution des profils hydriques au cours du cycle cultural des variétés Ceraas-1-98, 32-15 et Primoca	49
Figure 16 : Evolution des stocks d'eau dans le sol au cours du cycle de développement.....	50
Figure 17 : Valeurs des coefficients culturaux au 31 ^e jas des variétés.....	51
Figure 18 : Consommation en eau des variétés étudiées.....	52
Figure 19 : Evolution de l'indice foliaire au cours du cycle de développement	53
Figure 20 : Evolution du taux de couverture du sol par variété	54
Figure 21 : Evolution de la tige principale des variétés	55
Figure 23 : Rendement en graines des variétés étudiées.....	56
Figure 24 : Efficience d'utilisation de l'eau pour la production de matière sèche des tiges et pour les graines	57
Figure 25 : Poids de mille graines des 7 variétés étudiées.....	58
Figure 26 : Résultats de l'analyse en composantes principales sur les 7 variétés étudiées.	60
Figure 27 : Résultats de l'ACP sur les 6 variétés selon le plan 1-2 et le plan 1-3.	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des parasites et maladies du sésame	17
Tableau 2 : Taux de levée des 7 variétés à 14 jas.....	45
Tableau 3 : Phases du cycle phénologique des 7 variétés étudiées	46
Tableau 4 : Valeurs moyennes des coefficients culturaux par phénophase.....	51
Tableau 5 : Paramètres de croissance par variété.	54
Tableau 6 : Caractéristiques des capsules des variétés étudiées	5s
Tableau 7 : Corrélation des variables avec les axes ou composantes principales de l'ACP.....	59
Tableau 8 : Valeurs propres des axes principaux de l'ACP	60
Tableau 9 : Distances de Mahalanobis entre les groupes.	62
Tableau 10 : Matrice de corrélation totale entre variables.....	62

LISTES DES ANNEXES

Annexe I : Production mondiale de sésame (graines, huile, tourteau).

Annexe II : Teneurs en acides aminés (%PB) du tourteau de sésame et d'autres oléagineux

Annexe III : Résultats de l'analyse de sol du site expérimental.

Annexe IV : Protocole d'échantillonnage pour les mesures de CRE.

Annexe V : Test de germination des semences fournies par l'INERA (Burkina Faso).

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse en composantes principales

AFD : Analyse factorielle discriminante

AJAC/COLUFIFA : Association des Jeunes Agriculteurs de Casamance/Comité de lutte **pour** la fin de la faim

ANOVA : *Analysis of variance*

CERAAS : Centre d'Etude Régional pour l' Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse

CNRA : Centre National de Recherches Agronomiques

CRE : Contenu Relatif en Eau

DISA : Division des Statistiques Agricoles

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture

ETM : Evapotranspiration maximale

ETP : Evapotranspiration potentielle

ETR : Evapotranspiration réelle

EUE : Efficience d'Utilisation de l'Eau

Ev bac : Evaporation bac classe A

FAO : *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*

HRmax : Humidité relative maximale de l'air

HRmin : Humidité relative minimale de l'air

INERA : Institut National d'Etude et de Recherche Agronomique

IRHO : Institut de Recherche des Huiles et Oléagineux

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

LAI : *Leaf area index* ou indice foliaire

PRIMOCA : Programme de Développement Rural Intégral de la Moyenne Casamance

SNK : Student Newman-Keuls

SOFIVAR : Société de Financement et de Vulgarisation de l'Arachide

Tmax : Température maximale de l'air

Tmin : Température minimale de l'air

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....*	1
CHAPITRE 1: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1.1 GÉNÉRALITÉS.....	5
1.1.1. Origine et domestication.....	5
1.1.2 Aire de distribution.....	6
1.1.3. Position taxinomique et caractéristiques botaniques.....	6
1.1.3.1 Position taxinomique.....	6
1.1.3.2. Caractéristiques botaniques.....	6
1.1.3.2.1. L'appareil végétatif.....	6
1.1.3.2.2. L'appareil reproducteur.....	8
1.1.4 La phénologie.....	9
1.1.5 L'écologie.....	11
1.1.6. Techniques culture de.....	ii
1.1.6.1 Caractéristique; des variétés.....	13
1.1.6.2. Système de culture.....	11
1.1.6.3. Préparation du terrain.....	14
1.1.6.4. Semis et démarrage.....	14
1.1.6.5 Entretien de la culture.....	15
1.1.6.6. Fertilisation.....	15
1.1.6.7. Récolte, séchage et conservation.....	16
1.1.7. Ennemis de la culture.....	16
1.1.8 Transformations et usages.....	18
1.1.8.1 Les graines.....	18
1.1.8.2. L'huile.....	18
1.1.8.3. Le tourteau.....	18
1.1.8.4. La farine.....	19
1.1.9. Importance de la culture.....	19
1.2. ACQUIS DE LA RECHERCHE SUR LES SÈSAMES.....	19
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES.....	26
2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE EXPÉRIMENTAL.....	27
2.2. MATÉRIEL VÉGÉTAL.....	28
2.3. MÉTHODES D'ÉTUDE.....	29
2.3.1 Dispositif expérimental.....	29
2.3.2 Conduite de la culture.....	31
2.3.3. Échantillonnage.....	31

2.3.4. Rythme des observations et des mesures	32
2.3.5. Méthodes d'observation et de mesure	32
2.3.5.1. Conditions climatiques de la période de l'essai.	32
2.3.5.2. Suivi du bilan hydrique et évaluation de la consommation en eau.	32
2.3.5.2.1. La méthode gravimétrique	32
2.3.5.2.2. La méthode neutronique.	33
2.3.5.2.3. L'étalonnage de la sonde	34
2.3.5.3. Suivi de la croissance et du développement.	35
2.3.5.3.1. Observations phénologiques et mesure des paramètres de croissance.....	35
2.3.5.3.2. Indice foliaire	35
2.3.5.4. Suivi de l'état phytosanitaire des cultures.	36
2.3.5.5. Suivi de l'état hydrique des plantes.	36
2.3.5.6. Analyse de la récolte	37
2.3.6. Méthode de traitement et d'analyse des données.	37
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	38
3.1. RÉSULTATS	39
3.1.1. Caractéristiques climatiques du site expérimental.	39
3.1.1.1. Pluviométrie	39
3.1.1.2. Température	40
3.1.1.3. L'insolation	41
3.1.1.4. Humidité relative	42
3.1.1.5. Vitesse du vent.	42
3.1.1.6. Evapotranspiration potentielle (ETP).	43
3.1.2. Etat phytosanitaire	43
3.1.3. Contenu relatif en eau	44
3.1.4. Phénologie	45
3.1.5. Suivi du bilan hydrique et consommation en _{cm} des variétés.....	46
3.1.5.1. Conditions de réalisation.	46
3.1.5.2. Evolution des profils hydriques	47
3.1.5.3. Evolution des stocks d'eau dans le sol.	50
3.1.5.4. Les coefficients culturaux	50
3.1.5.5. Consommation en eau	51
3.1.6. Suivi agro-morphologique.	52
3.1.6.1. Indice foliaire (LAI).	52
3.1.6.2. Taux de couverture du sol.	53
3.1.6.3. Paramètres de croissance	54
3.1.7. Rendement et ses composantes.....	55

3.1.7.1 Poids de matière sèche destiges (PMST)	55
3 . 1 . 7.2 Rendement en graines	56
3.1.7.3 Efficience d'utilisation de l'eau (EUE)	56
3.1.7.4 Poids de mille graines (P1000G)	57
3 . 1 . 7.5.Composantes du rendement	58
3.1 . 7.6 Analyses multivariées	59
3.7. DISCUSSION	62
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	69
ANNEXES	75

INTRODUCTION

La culture du sésame (*Sesamum indicum* L.) est relativement ancienne au Sénégal où les paysans de la Casamance en produisaient pour la puissance coloniale. Après l'indépendance, elle n'a subsisté qu'à l'état de vestiges pour les besoins de la pharmacopée (Anonyme. 1999). Depuis les années 70, la sécheresse, marquée par une diminution et une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie, s'est installée au Sahel. Par ailleurs, les besoins croissants en terres de cultures, du fait de la pression démographique, ont entraîné la disparition de la jachère, provoquant ainsi une baisse de fertilité des sols. Cette situation a conduit à la dégradation de l'environnement agraire marquée par une baisse persistante de la productivité des cultures traditionnelles vivrières (mil, sorgho, maïs, niébé) et de rente (arachide).

Face à cette situation de crise, les agriculteurs doivent trouver des alternatives aux spéculations traditionnellement pratiquées par la diversification des cultures afin d'assurer leur sécurité alimentaire et financière, et s'adapter aux nouvelles conditions agro-climatiques. Au niveau institutionnel, cette stratégie de diversification est largement prise en compte dans le nouveau Plan Stratégique de l'ISRA ("Biodiversité et pratiques paysannes", "Résistance des plantes à la sécheresse") qui définit les priorités nationales de recherches agricoles du Sénégal. Elle a vu le jour avec les pastèques, le bissap, le manioc, les légumes, mais aussi l'introduction d'espèces **exotiques** comme l'igname-haricot (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban).

Pour ses besoins modestes en eau et en fumure (Purseglove, 1984), son adaptation aux zones chaudes (Varma, 1958 ; Weiss, 1971 ; Djigma, 1984 ; Schilling et Cattani, 1991) ; In haute potentialité alimentaire et économique de ses produits comme l'huile et le tourteau (Poliakoff, 1956 ; Vanna, 1958 ; Weiss, 1971 ; Djigma, 1984 ; Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattani, 1991), le sésame répond bien à ces exigences. C'est pour toutes ces raisons que la culture du sésame a été réintroduite au Sénégal et particulièrement en Moyenne Casamance (Département de Sédhiou, Région de Kolda) en 1985 par l'AJAC/COLEUFIFA (Anonyme, 1999) à partir de la Gambie (Seck, 1999). Cependant, il convient de souligner que cette réintroduction s'est faite de manière "anarchique" sans le paquet technologique adéquat.

Au niveau national, l'apparition du sésame dans les statistiques agricoles date seulement de 1993 (régions de Kolda et Kaolack). Depuis, la culture a connu une extension très rapide et continue à se développer avec des surfaces emblavées passant de 1600 à 9338 ha entre 1993 et 1997, pour une production de 640 à 4216 tonnes pendant cette même période, et un rendement moyen de 408 kg.ha⁻¹ (DISA, 1995 ; 1996 ; 1997 ; 1998 ; FAO, 1999a). Cette évolution révèle l'intérêt que les populations rurales accordent à cette spéculative qui a connu un accroissement des emblavures et de la production de 51 et 69% respectivement, durant les campagnes agricoles 1996-1997 et 1997-1998 (DISA, 1998).

C'est pourquoi, la promotion de la culture du sésame constitue de nos jours, une des priorités du gouvernement du Sénégal qui a formellement recommandé son implantation (Conseil des

Ministres du 7 avril 1998. Forum des acteurs de la filière sésame 15-18 juin 1999) et l'a affichée dans son programme agricole. D'emblée, il devient nécessaire d'entreprendre des recherches pour diversifier le germoplasme, améliorer les conditions de culture et de transformation afin de faciliter son adoption durable par les populations.

C'est dans ce contexte qu'un programme de recherche intitulé "Evaluation agronomique et caractérisation du comportement morpho-physiologique du sésame (*Sesamum indicum* L.) en zone semi-aride du Sénégal" a été mis en place au CERAAS (Diouf, 1999a). Ce travail a ainsi été conduit dans le cadre de ce programme avec comme objectif principal d'évaluer les besoins en eau et la productivité de sept génotypes de sésame introduits. Pour ce faire, les objectifs spécifiques poursuivis sont les suivants :

- détermination des besoins en eau des variétés étudiées ;
- caractérisation des phénophases et de la dynamique du développement au cours du cycle ;
- identification en conditions hydro-minérales non limitantes de variétés à potentiel de production élevé.

La première partie de ce mémoire constitue une synthèse bibliographique de quelques connaissances sur la culture. Le matériel et les méthodes d'étude utilisés sont exposés dans la seconde partie. La présentation et la discussion des résultats obtenus font l'objet de la troisième partie qui aboutira à une conclusion et des recommandations.

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. GENERALITES

1.1.1. Origine et domestication

Le sésame cultivé (*Sesamum indicum* L.)¹ serait la plante oléagineuse la plus anciennement cultivée par l'homme (Ashri et Ladijinski, 1963 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Mulkey et al., 1987 ; OMM, 1991 ; Ryu et Lee, 1998). Toutefois, il est très difficile voire impossible de situer l'époque de sa domestication encore moins de localiser son centre d'origine primaire. En effet, d'après certaines tablettes du British Museum, les dieux assyriens avant leurs combats contre les monstres prenaient du pain et du vin de sésame. Cela laisserait penser que le sésame existait dans le ciel bien avant sa domestication sur terre! (Weiss, 1971). En outre, selon Hérodote, les Babyloniens utilisaient l'huile de sésame.

Van Den Abeele et Vandenput (1956) et Varma (1958) ont passé en revue les opinions contradictoires sur son origine asiatique ou africaine. Ces auteurs concluent qu'en présence de tant d'opinions divergentes, rien de décisif n'a été jusqu'à présent produit pour résoudre ce problème d'habitat originel. Par la suite, beaucoup d'auteurs ont travaillé sur la taxonomie, l'origine et la domestication de cette culture. Les propositions restent cependant aussi diverses que variées. Certaines soutiennent l'Afrique tropicale et plus particulièrement l'Ethiopie, d'autres défendent l'Asie méridionale alors qu'un troisième groupe soutient la Mésopotamie comme l'origine primaire (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Mémento de l'agronome, 1991 ; PRIMOCA, 1994).

Cependant, selon Weiss (1971), sur l'ensemble des preuves avancées, l'origine du sésame cultivé (*Sesamum indicum* L.) peut valablement revenir à la région éthiopienne. En outre, parmi les espèces sauvages recensées du genre *Sesamum*, une seule, i.e. *S. prostratum* Retz, n'est pas présente en Afrique (Purseglove, 1984). Ce dernier argument fondamental fait que nous pouvons retenir que le sésame cultivé est vraisemblablement originaire de l'Afrique tropicale. Par contre, la Chine et l'Inde en seraient très rapidement devenues les centres secondaires de diffusion (Weiss, 1971 ; IRI IC, 1984 ; Purseglove, 1984).

La culture du sésame en Egypte remonterait à l'an 1300 avant J.C. et son extension aurait été largement favorisée par les guerres assyriennes (Purseglove, 1984). Selon cet auteur, son expansion en Extrême-Orient daterait de l'an 100 après J.C. et son introduction ainsi que sa diffusion dans le Nouveau Monde (continent américain) auraient été largement favorisées par le commerce des esclaves.

¹ Dans la suite de ce texte, le vocable *S indicum* désignera l'espèce

1.1.2. Aire de distribution

La culture du sésame présente une **distribution assez** étendue à travers le monde. Cependant, elle est principalement rencontrée dans les régions subtropicales et tropicales et les zones tempérées chaudes (Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattani, 1991). Le sésame est généralement rencontré jusqu'au 25° parallèle de part et d'autre de l'équateur, mais il est également cultivé ailleurs, notamment en Chine, aux Etats Unis et en Russie à 40° Nord, en Australie à 30° Sud et en Amérique du Sud à 35° Sud (Weiss, 1971).

1.1.3. Position taxinomique et caractéristiques botaniques

1.1.3.1. Position taxinomique

Le genre *Sesamum* appartient à la famille des Pédaliacées (60 espèces regroupées en 15 genres), à la tribu des Sésamées, l'ordre des Tubiflorales (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; OMM, 1991). Les travaux sur la systématique du sésame cultivé ont beaucoup divisé les taxinomistes qui jadis utilisaient des dénominations telles que *S. orientale* L., *S. occidentalis* H & R, *S. luteum* Hort. et *S. oleiferum* Moech. De nos jours, le sésame cultivé pour ses graines oléagineuses est considéré comme étant l'espèce *S. indicum* L., et que les appellations susmentionnées correspondent à des synonymes dont le plus couramment utilisé est *S. orientale* (Weiss, 1971). Selon ce dernier auteur, son croisement avec certaines espèces de la même famille est possible et certains de ces hybrides interspécifiques sont cultivés aussi pour leurs graines oléagineuses.

L'espèce *S. radiatum* Schum. & Thonn. qui lui est très apparentée est particulièrement cultivée pour l'alimentation du bétail et surtout les ovins, mais avec des valeurs nutritives et énergétiques moindres (Weiss, 1971).

D'autres espèces sauvages, qu'elles soient **du même genre ou non**, peuvent être temporairement cultivées et parfois faire également l'objet d'une confusion avec le sésame cultivé. On peut citer *S. Angolense*, *S. alatum* Thonn. et *Ceratotheca sesamoides* Endl. qui ont toutes une certaine teneur en huile et dont les produits ont des usages similaires tels que l'huile, les gâteaux et les tourteaux (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984).

1.1.3.2. Caractéristiques botaniques

1.1.3.2.1. L'appareil végétatif

Le sésame est une plante herbacée annuelle à port dressé de 0,5 à 2,5 m de haut (Figure 1) et parfois plus dans certaines conditions optimales de croissance. La maturité a lieu entre 70 et 80 jours selon les génotypes (Varma, 1958 ; Weiss, 1971 ; Göhl, 1982 ; Purseglove, 1984).



Figure 1 : Aspect de la partie épigée de la plante. 1 = feuille inférieure ; 2 = capsule ;
3 = fleur ; 4 = feuille supérieure. Source : Van Den Abeele et Vandenput (1956).

Le système racinaire du sésame est constitué d'un pivot ou racine principale très développée d'environ 90 cm de long mais à croissance lente, et d'un lacs de radicelles qui, *a contrario*, sont à croissance rapide mais peu développées. Toutefois, la formation et le développement des racines sont fortement conditionnés par les conditions écologiques et le type variétal. En effet, l'élongation des racines est plus rapide chez les variétés non ramifiées que chez les variétés ramifiées (Weiss, 1971). Néanmoins pour ces dernières, toujours selon le même auteur, la zone prospectée par les racines n'en est pas moins importante.

Sa tige verte, rarement pourpre, est de section carrée avec des sillons longitudinaux marqués. Elle est généralement couverte de poils glandulaires qui exsudent une odeur désagréable. Selon Weiss (1971), il y aurait une corrélation entre cette pubescence et le degré de résistance à la sécheresse. Les cultivars hâtifs sont généralement de type monotige, alors que ceux tardifs présentent le plus souvent une ramification très prononcée (Purseglove, 1984). D'ailleurs, pour ces derniers, le degré de ramification de même que le niveau d'insertion du premier rameau constituent des caractéristiques variétales (IRI-JO, 1984).

La plante est caractérisée par une hétérophylle assez particulière (Figure 1). Le mode d'insertion, la forme et la taille des feuilles qu'elles soient de la même plante ou d'une variété à une autre, sont très variables. Comme la tige, les feuilles sont pubescentes sur les deux faces et on peut en distinguer deux groupes : les feuilles inférieures et les feuilles supérieures. Les feuilles inférieures sont opposées, larges et grossièrement dentelées ou lobées ou palmées et à long pétiole (5 cm) (Figure 1). Par contre, celles supérieures sont alternes ou sub-opposées.

effilées ou étroites, et lancéolées à pétiole court (1 à 2 cm). Elles présentent une coloration vert foncé au-dessus des nervures en creux, et sont lisses en dessous. La taille peut atteindre 3 à 17.5 cm de long, 1 à 7 cm de large, et leur couleur est généralement d'un vert terne avec des stomates présents sur les deux faces (Weiss, 1971).

1.1.3.2.2. L'appareil reproducteur

Le sésame est une plante annuelle, gamopétale autogame ($2n = 26$) présentant des fleurs zygomorphes qui mesurent parfois plus de 6 cm, généralement solitaires ou occasionnellement regroupées en racèmes par deux ou trois sur chaque axe. Elles se forment à l'aisselle des feuilles supérieures et leur forme tubulaire et bilabée (Figure 1) rappelle celle des fleurs de la digitale (Van Den Abele et Vandeput, 1956). Le tube corollaire et le calice sont pubescents à l'intérieur comme à l'extérieur jusqu'à la base d'un court pétiole (environ 5 cm) montrant une paire de glandes à nectar. Ils présentent 5 lobes larges et courts. La corolle pendante, en forme de cloche, rétrécie vers la base, est blanche et tachetée de violet, rose ou lie de vin. Selon Weiss (1971), cette coloration constitue une caractéristique stable et donc constitue un critère de vérification des lignées pures en sélection variétale. On distingue 4 étamines fertiles (et une 5^e qui est stérile et pouvant dégénérer ou être absente), à filaments basifixes et blanchâtres, qui fournissent un pollen viable pendant 24 heures. Ces quatre étamines sont disposées par paire dont l'une (1.5 à 2 cm) est plus longue que l'autre (1 à 1.5 cm). L'ovaire est sessile, supère et est généralement constitué de deux carpelles soudés subdivisés en 4 loges contenant les ovules. Cependant, il existe des variétés à 3 ou 4 carpelles subdivisés en 6 ou 8 loges. Le style est simple avec un stigmate bifide et pubescent qui reste réceptif pendant 4 jours (Schilling et Cattani, 1991) dont un jour avant l'ouverture des fleurs (Weiss, 1971). Les grains de pollen sont libérés des anthères par déhiscence longitudinale, tôt le matin avant épanouissement des fleurs. Dans leur grande majorité, les fleurs sont auto-fécondées et la corolle et les étamines tombent 15 à 20 h après l'ouverture de ces fleurs. Toutefois, cette fécondation peut se réaliser par des agents externes tels que les insectes hyménoptère *Megachile umbrapennis* et pucerons : *Aphis dorsata* et *A. florea*) et le vent (Weiss, 1971). Le taux d'allogamie est généralement faible mais, selon Schilling et Cattani (1991), celui-ci peut atteindre exceptionnellement 65%.

Après la fécondation, les fleurs se transforment en capsules oblongues de 3 cm x 1 cm profondément cannelées (Figure 1), pubescentes ou glabres et à section tétragonale (rarement hexa ou octogonale). La forme des capsules de même que le nombre de graines par capsule montrent une grande variabilité, et ce nombre de graines est fortement corrélé avec la longueur des capsules (Weiss, 1971). La hauteur d'insertion de la première capsule est une caractéristique variétale (IRHO, 1984).

A maturité, les graines (environ 60 par capsules) sont libérées par la déhiscence longitudinale de deux valves à partir de 3 pores apicaux. Néanmoins, il faut noter qu'il existe des variétés indéhiscentes.

Le mode d'insertion des capsules (Photo 1) ainsi que leur nombre par aisselle sont variables. On peut ainsi distinguer des capsules solitaires alternes ou opposées ou des grappes alternes ou opposées.

Les graines sont petites (3 mm x 1.5 mm), ovoïdes, lisses ou réticulées, blanches, jaunes, brunes ou noires. D'ailleurs, la coloration constitue un critère de classification. Les graines, selon Purseglove (1984), renferment 45-55% d'huile, 19-25% de protéines et des teneurs en eau voisines de 5%. Le poids de 1000 graines, paramètre fortement corrélé au rendement (Zagre *et al.*, 1999), présente une large variation et peut osciller entre 2 et 5 grammes. Une nette distinction permet de les classer soit en type clair (graines blanches, jaunes ou crème) soit en type sombre (graines rouge brun, grises ou noires). Des études antérieures ont montré que les graines claires ont des teneurs en huile supérieures à celles des graines sombres, alors que ces dernières sont légèrement plus concentrées en matière minérale et en calcium (Weiss, 1971). Certaines variétés présentent une dormance de durée variable (PRIMOCA, 1994) et le pouvoir germinatif peut se conserver deux ans au maximum (INERA, 1998). Par ailleurs, Weiss (1971) a mis en évidence les effets des conditions de conservation sur la viabilité des semences de sésame. En effet, à 4% d'humidité les graines de sésame présentent les mêmes taux de germination pendant deux ans quelle que soit la température. A 7% d'humidité, le constat est le même, mais seulement, lorsque la température de conservation ne dépasse pas 10°C. Par contre, lorsque l'humidité est de 10%, la viabilité est fortement et rapidement diminuée. Dans ce sens, Stanwood (1987) a montré que la cryoconservation dans l'azote liquide n'affecte pas la viabilité des semences lorsque leur teneur en eau ne dépasse 60 g.kg⁻¹, et quand la vitesse de refroidissement est comprise entre 1 et 30°C.min⁻¹.

1.1.4. La phénologie

Selon les variétés, le cycle de développement du sésame, du semis à la maturation (Figure 2), peut durer de 70 à 180 jours (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattán, 1991). On distingue des variétés hâtives ou à cycle court (70 à 100 jours) et des variétés tardives ou à cycle long (120 à 130 jours). Le cycle phénologique mais aussi les rendements sont sensibles à la photopériode (Mulkey *et al.*, 1987). Ainsi, il existe des variétés de jours courts et des variétés de jours longs (Weiss, 1971).

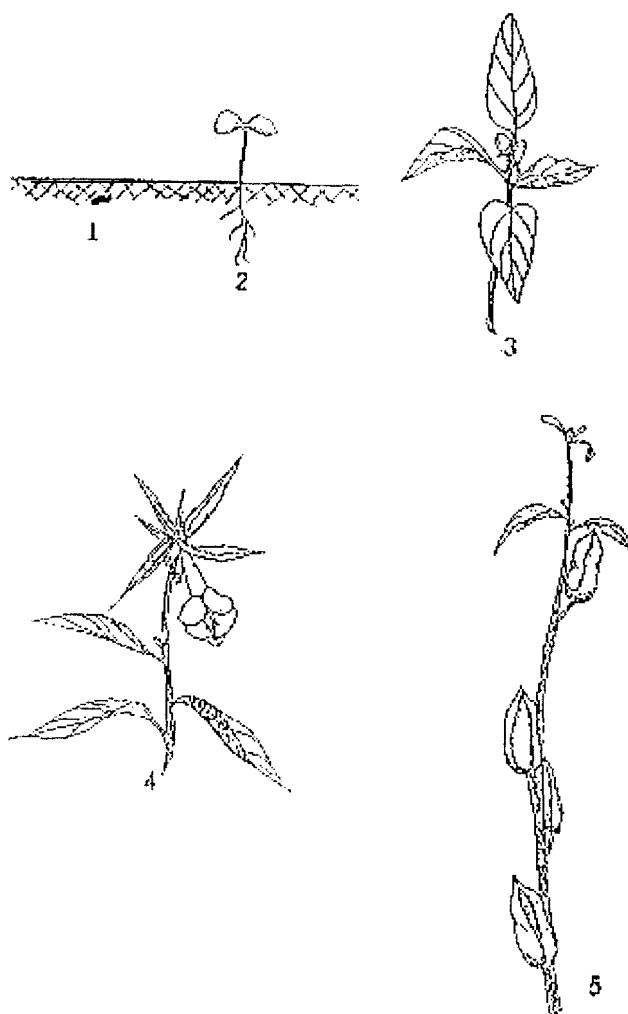


Figure 2 : Stades phénologiques de la plante: 1 = semis ; 2 = levée ;
3 = boutons floraux ; 4 = floraison ; 5 = maturation des capsules.
Source : OMM (1991).

La germination des graines viables semées superficiellement (1 à 2 cm) a lieu entre 3 et 10 jours après le semis (Schilling et Cattani, 1991). Cependant, la germination des graines est largement influencée par l'état hydrique et la température du lit de semis, et certaines caractéristiques atmosphériques (Weiss, 1971).

Les plantules constituent un stade très sensible. En effet, les jeunes plants, caractérisés par une croissance lente et une elongation tardive du pivot, sont très sensibles à certains facteurs du milieu tels que la verse, le ruissellement, l'hydromorphie, les adventices, les maladies et les attaques de ravageurs.

Selon la variété, le premier bourgeon floral apparaît sur la tige principale entre 30 et 45 j, et son émission reste sensible à la photopériode. Il faut noter que la période semis-nouaison constitue celle pendant laquelle les besoins en eau sont les plus importants. Par ailleurs, la floraison représente la phase la plus critique par rapport aux maladies et aux ravageurs.

La maturation est marquée par le jaunissement des feuilles et des capsules du bas vers le haut (Photo 2) mais avant leur ouverture (variétés déhiscents) et par la chute des feuilles.

1.1.5. L'écologie

Le sésame est une plante exigeante en chaleur. Pour une période de trois à quatre mois de croissance, les besoins sont estimés à 2700°C. La température optimale de germination et de floraison se situe entre 25 et 27°C. Lorsque les températures sont basses (inférieures à 18°C) des anomalies de floraison sont notées, notamment une chute prématurée des fleurs et une stérilité du pollen. De même, un retard de croissance chez les jeunes plants est fréquemment décrit quand des températures basses sont enregistrées juste après la levée (Weiss, 1971 ; Schilling et Cattani, 1991). En outre, selon ces mêmes auteurs, les températures élevées (supérieures à 40°C) affectent la fécondation et peuvent induire une réduction du nombre de capsules sur les plants. Il a été noté que les plus importantes teneurs en huile sont obtenues sous les moyennes de température les plus élevées (Weiss, 1971).

Selon Sen et Pain (1947) et de Smilde (1960) cités par Mulkey *et al.* (1987), le sésame est une plante essentiellement de jour court dont la floraison se déroule normalement avec des longueurs de jours de 10 h. Par contre, Purseglove (1984) soutient que le sésame est très sensible à la longueur du jour, et qu'il existe aussi bien des variétés à jours courts que des variétés à jours longs.

Une pluviométrie de 250 à 600 mm est suffisante pour le cycle végétatif et les besoins en eau sont surtout marqués entre le semis et la nouaison (OMM, 1991). Les variétés à capsules indéhiscents sont plus exigeantes en eau que celles à capsules déhiscents (Hall et Yermanos, 1975 ; IRI-10, 1984 ; PRIMOCA, 1994). Après leur installation, les plantes deviennent tolérantes aux courtes périodes de sécheresse mais craignent beaucoup l'hydromorphie (Purseglove, 1984).



Photo 1 : Mode d'insertion des capsules sur la tige principale. Source : Anonyme (1989)



M. Diouf



M. Diouf

Photo 2 : Aspect de la plante à maturité (coloration des feuilles et des capsules, mode d'insertion des capsules sur la tige).

Photo 3 : Aspect d'un plant de sésame atteint de phyllodie.

Du point de vue du sol et de l'entretien, le sésame n'a pas d'exigences bien particulières contrairement à beaucoup d'autres cultures (Bapoy o. 1960). Il peut bien s'exprimer indifféremment sur une large gamme de sols, même sur ceux relativement pauvres. Néanmoins, la plante préfère les sols riches, légers et relativement riches en calcaire, profonds et à texture sablo-limoneuse. Les sols peu perméables ou asphyxiants, trop argileux ou trop sableux ne sont pas recommandés (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Mémento de l'agronome, 1991).

Même si les sols à pH neutre sont préférables, le sésame supporte tout aussi bien les sols légèrement acides ou faiblement alcalins, *i.e.* pH de 5,5 à 8 (Weiss, 1971 ; OMM, 1991 ; Schilling et Cattán, 1991.). Par ailleurs, le sésame est très sensible au sel, même à faibles doses (Weiss, 1971 ; IRIHO, 1981) et aux adventices surtout pendant les stades précoces de la croissance (Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattán, 1991).

1.1.6. Techniques culturales

1.1.6.1. Caractéristiques des variétés

Chez le sésame, il existe plusieurs variétés et races qui se distinguent par la période de semis, le temps jusqu'à la maturation, le degré de ramification, le nombre et la couleur des fleurs, le nombre de loges par **capsule** (4, 6 ou 8), la taille des capsules et la couleur des graines. Il est à noter également l'existence de variétés à **capsules** indéhiscences.

La variété idéale devrait associer les caractères de graines à tégument clair, de grande taille, de bonne vigueur au stade précoce, d'architecture peu ramifiée, de première fleur insérée au 8^e nœud. Une bonne résistance à la sécheresse ou à l'excès d'humidité, aux maladies, aux insectes et à la verse de même qu'une maturation groupée avec une non-déhiscence des capsules sont aussi recherchées. Ce dernier aspect lié à l'indéhiscence des capsules favorise la mécanisation des opérations de récolte et de battage qui restent très onéreuses en main d'oeuvre. En outre, des travaux de sélection sont conduits pour la création de variétés monotiges qui présentent généralement une maturation uniforme de la base au sommet de la tige.

1.1.6.2. Système de culture

Le sésame peut être cultivé soit en conditions pluviales, soit sous irrigation. Dans beaucoup de zones, la culture du sésame a été longtemps considérée comme une culture secondaire. Elle est généralement pratiquée en dérobée avec un semis à la volée, et par conséquent, fait l'objet d'un entretien réduit. De plus en plus, la culture du sésame prend de l'ampleur dans les systèmes de culture dans lesquels elle est utilisée en culture pure ou en association avec une céréale ou une légumineuse.

1.1.6.3. Préparation du terrain

Suivant le régime pluviométrique de la région, la culture du sésame se fait à plat (pluviosité moyenne) ou sur billons (zones à forte pluviosité) (Schilling et Cattan, 1991). De surcroît, il a été rapporté que le billonnage confère une production meilleure que sur un terrain plat, et que parallèlement il y a moins de semences consommées et que le contrôle des adventices est moins contraignant (Weiss, 1971). Compte tenu de la petite taille des graines et de la fragilité des plantules, le lit de semis doit être bien humecté, labouré et débarrassé des mauvaises herbes. Par ailleurs, les champs devront être protégés des inondations mêmes temporaires et du ruissellement.

1.1.6.4. Semis et démariage

La période du semis peut être fixée en fonction des variétés et des conditions éco-climatiques. Ceci est d'autant plus important que la date de semis a des répercussions non seulement sur le rendement mais aussi sur certaines caractéristiques des plantes, notamment la hauteur et le nombre de capsules (Weiss, 1971, Mulkey *et al.*, 1987). Pour les variétés de cycle court, des difficultés liées à la maturation peuvent se poser lorsque le semis est précoce. Alors que la culture peut souffrir d'un déficit hydrique si la date de semis est tardive.

Le semis est généralement superficiel. Le semis manuel qui est le plus utilisé, peut être réalisé à la volée (surface) ou en lignes (4 à 6 graines par poquet à 1-2 cm de profondeur). Cependant, ce semis peut être réalisé au semoir avec un mélange semences-sable ou semences-son ou semences-engrais pour en assurer la régularité. Le semis en lignes est recommandé pour faciliter les travaux d'entretien mais aussi pour d'obtenir une couverture végétale limitant le développement des adventices. Les espacements 60 cm x 20 cm à plat et 80 cm x 20 cm sur billons sont pratiqués et donnent une bonne couverture végétale et de bons rendements chez les variétés ramifiées (Schilling et Cattan, 1991). Cependant, selon les variétés et les conditions du milieu, cette densité peut être très variable avec des écartements de 45 à 95 cm entre les lignes et des espacements entre poquets de 15 à 30 cm sur la ligne. La levée a lieu 3 à 10 jours après le semis, et est suivie du démariage (2 à 3 pieds par poquet) qui donnera la densité la plus convenable. Cette densité est capitale pour obtenir la meilleure récolte. Si les plants sont trop serrés, la compétition des pieds pour la nourriture diminue le rendement. Si au contraire, les pieds sont trop écartés, la croissance est vigoureuse mais le rendement ne croît pas en proportion.

Toutefois, il est à noter que le sésame supporte très bien le repiquage qui, s'il est pratiqué entre 10 et 15 j après une bonne pluie, permet un meilleur équilibre de la densité du champ (Schilling et Cattan, 1991).

1.1.6.5. Entretien de la culture

Pour éviter des effets néfastes sur le rendement, des sarclo-binages réguliers devront être effectués. Compte tenu de la grande sensibilité des plantes au stade précoce, le premier sarclo-binage doit être réalisé très tôt (10 à 15 jas). Schilling et Cattani (1991) ont montré que l'absence de sarclage d'une variété ramifiée à potentiel de rendement d'une tonne à l'hectare, semée sur des lignes distantes de 60 cm, entraîne une chute de production de 35%.

Le nettoyage des mauvaises herbes par des désherbants chimiques est **souvent** pratiqué pour des emblavures assez importantes. Les désherbants chimiques tels que le chloroprotham (CIPC), le diuron, le 2,6-dichlorothiobenzamide et le monuron sont très efficaces en prélevée à faible dose (7 : 0,6-0,8 ; 0,6 et 0,18-0,40 kg.ha⁻¹ respectivement) et sans préjudice sur le sésame (Weiss, 1971). Mazzani (1964) propose 1 *aspersion pré-germinative avec 800 à 1000 g de CMU (Karmex) **mélangé** à 200 l d'eau ou plus pour un désherbage correct.

Au début de la floraison qui constitue la phase critique du cycle, le buttage des pieds est vivement recommandé. Il permettra d'assurer une meilleure résistance à la verse (Schilling et Cattani, 1991 ; Diouf, 1999b). Selon Schilling et Cattani (1991), ce buttage permet une meilleure assimilation des engrais et une amélioration de la nutrition des plantes.

1.1.6.6. Fertilisation

En culture traditionnelle, la fumure est exceptionnelle et la plante ne bénéficie que des matières fertilisantes résiduelles **du** sol. Pourtant, la fertilisation **est** souvent indispensable pour assurer un rendement satisfaisant.

Peu de références existent sur la nutrition minérale du sésame. Cependant, les effets très nets de l'azote et du phosphore, en interaction positive, ont été mis en évidence sur le développement végétatif et le rendement en graines. Ainsi, en culture moderne, les formulations du coton (13 N-20 P- 15 S) ou de l'arachide (14 N-23 P- 14 S) peuvent suffire à la dose de 60 kg.ha⁻¹ (Djigma, 1985 ; Schilling et Cattani, 1991). La dose moyenne recommandée d'azote est de 20 kg.ha⁻¹ à condition que les besoins en P (80 kg.ha⁻¹) soient assurés. Les besoins en K sont faibles, sauf en culture irriguée pour l'équilibre des fumures. Les exportations d'une production de 1500 kg.ha⁻¹ sont de 45, 20, 10 et 10 kg respectivement pour l'azote, le phosphore, la potasse et le calcium (Mémento de l'agronome, 1991). Le sésame répond bien à la fumure organique, 1 à 2 t.ha⁻¹ (SOFIVAR, *sine die*).

Lorsque le milieu est fortement carencé et selon l'élément déficitaire, le sésame manifeste les symptômes suivants :

- N : feuilles inférieures vert pâle qui jaunissent et tombent ;
- P : feuilles inférieures vert foncé à gris, nécrose et défoliation ;
- K : plantes rabougries, feuilles inférieures ondulées et incurvées, taches chlorotiques jaune orange sans défoliation ;

- Ca : mort des bourgeons et des jeunes feuilles ;
- Mg : chlorose internervaire jaune orange sur les feuilles inférieures.

1.1.6.7. Récolte, séchage et conservation

La maturation du sésame, excepté pour les variétés indéhiscentes, ne se fait pas sur pied. Ainsi, la récolte des variétés déhiscents se fait rapidement dès que les premières capsules du bas des pieds deviennent brunes ou jaunes ou lorsque le jaunissement et la chute de l'appareil foliaire commencent à s'intensifier.

La récolte est généralement manuelle et dans ce cas les tiges sont coupées en dessous des premières capsules du bas ou déracinées (sol trempé) puis regroupées en bottes moyennes. Ces dernières sont adossées les unes contre les autres sur une bâche ou sur un support sec et propre (dalle, toile, air dégagée) pour un séchage à l'air libre (Figure 3) ou sous abri.

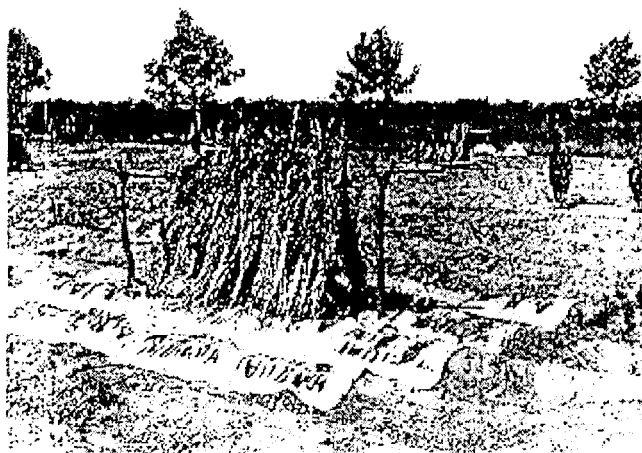


Figure 3 : Le dispositif de séchage de la récolte de sésame au champ

Source : Van Rheenen (1967).

Le battage s'effectue en renversant et en secouant fortement les bottes. La récolte est ensuite vannée puis stockée. Les graines de sésame sont sujettes à la fermentation pouvant induire un rancissement au cours du stockage. Elles doivent donc faire l'objet d'un séchage rigoureux.

Selon les variétés, les conditions de culture et le niveau d'intensification, le sésame offre des rendements très variables de 100 à 2300 kg.ha⁻¹ (Varma, 1958). D'après FAO (1999a), la moyenne mondiale est de 342 kg.ha⁻¹ avec 222, 401, 543 et 625 kg.ha⁻¹ respectivement en Afrique, en Asie, en Amérique du nord et du centre, et en Amérique du sud.

Le stockage doit se faire dans un endroit sec et avec des emballages appropriés (sacs doubles ou de faible contenance). Mais au préalable, il est recommandé de traiter les lieux de stockage et les graines (fumigation par K-Othrine) contre les parasites éventuels.

1.1.7. Ennemis de la culture

Le sésame est parasité par une large gamme d'agents pathogènes. Bien que des fongoses de semis soient observées épisodiquement, le parasitisme fongique ne provoque pas de dégâts

considérables. Par contre, d'importants dégâts d'insectes ont été notés particulièrement avec le lépidoptère *Antigastra catalaunalis* et la mouche *Asphondylia sesami* qui sont les plus dangereux. La larve du premier s'attaque au bourgeon terminal des plantes qu'elle détruit, et celle du second se développe dans l'ovaire et provoque la formation de galles au niveau des capsules. Néanmoins, il existe quelques autres ennemis de moindre importance (Tableau 1). Les pertes moyennes occasionnées par les insectes sont estimées à 15% (Weiss, 1971).

Par ailleurs, parmi les mycoses les plus souvent rencontrées chez le sésame, la cercosporiose due à *Cercospora sesami* et se manifestant par des taches noires sur les feuilles, est la plus grave. Ces taches apparaissent sur les feuilles inférieures environ un mois après la levée, et la transmission se fait par le biais des semences. D'autres maladies secondaires ont été également mises en évidence (Tableau 1).

Les maladies virales ou mycoplasmaïques (phyllodie, fasciation, virescences diverses) ont peu d'importance en général (Schilling et Cattani, 1991). Cependant, une virose, dont les vecteurs sont les jassides *Deltocephalus spp.* (Weiss, 1971), peut affecter le sésame. Elle est caractérisée par une phyllodie (Photo 3) (coloration verte persistante des fleurs, entre-nœuds courts, déformation en "balai de sorcière") et aucun moyen de lutte n'a encore été trouvé.

Tableau 1 : Récapitulatif des parasites et maladies du sésame (Source : Diouf (1999b)).

Agent	Organes attaqués et symptômes	Traitement
<i>Antigastra catalaunalis</i> (papillon jaune brun à chenille vert jaune)	Feuilles et bourgeons (enroulement en nids)	Poudrage au D.D.T.
<i>Epilachna chrysomelina</i>	Feuilles, fleurs, capsules.	
<i>Acherontia lachesis</i> et <i>A. styx</i> (gros papillon brun)	Feuilles (stade larvaire pouvant provoquer une défoliation complète)	
<i>Aphis gossypii</i>	Racines	
<i>Asphondylia sesami</i> (moucheron)	Boutons floraux (pontes d'œufs dans les ovaires provoquant une galle ou la chute de la capsule)	
<i>Myzus persicae</i> (puceron vert pâle)	Flétrissement des jeunes pousses	
Dégâts de champignons <i>Cercospora</i> , Anthracnose	Feuilles	
<i>Tribolium castaneum</i> , <i>Ephestia cautella</i> , <i>Corcyra</i> , (prédateurs cosmopolites des stocks)	Dégâts sur grains stockés	Traitement des stocks
<i>Pseudomonas sesami</i> (vecteur du <i>bacterial leaf spot</i>)	Feuilles (taches brunes à bords pourpres sur les feuilles qui finissent par se nécroser)	.
<i>Alternaria sesami</i>	Feuilles, tiges et capsules vertes (lésions brunes gorgées d'eau)	
<i>Colletotrichum sp.</i>	Tiges (défoliation puis craquelures des tissus corticaux dénudant les tissus internes)	-
La phyllodie (virus provoquant la transformation des fleurs - "balai de sorcière"-)	Fleurs (deviennent vertes et stériles)	-

Un traitement phytosanitaire préventif est recommandé dès l'apparition des premières fleurs au moyen de produits insecticides tels que le deltaméthrine (Décis), l'endrine ou leurs équivalents notamment ceux utilisés en zone cotonnière (Djigma, 1985, Schilling et Cattani, 1991).

Cependant, des procédés culturels comme la précocité des semis, permettraient de contrôler, en partie, les attaques en décalant la période de vulnérabilité de la plante (floraison, du pic de développement des insectes et des champignons).

1.1.8. Transformations et usages

Le sésame est une plante à haute valeur agronomique et économique. Comme tous les autres oléagineux, l'utilisation du sésame est très variée,

1.1.8.1. Les graines

Les graines peuvent être consommées directement après une légère grillade, soit utilisées pour parfumer ou orner les sucreries (Van Den Abeele et Vandenput, 1956 ; Varma, 1958 ; Mémento de l'agronome, 1991 ; Seck, 1999). La pâte de sésame, obtenue à partir du broyat des graines, entre dans la préparation de nombreux mets locaux. Enfin, les graines sont également très utilisées (Annexe I) en médecine traditionnelle (Varma, 1958 ; Purseglove, 1984 ; Nyek, 1997).

1.1.8.2. L'huile

Les graines de sésame fournissent de l'huile de haute qualité. L'extraction industrielle de l'huile de sésame des graines est réalisée en trois étapes successives :

- la première étape à froid qui donne de l'huile directement comestible ;
- la deuxième étape à chaud qui fournit de l'huile foncée nécessitant un raffinage ;
- la troisième étape à chaud qui permet d'obtenir de l'huile de savonnerie (Mémento de l'agronome, 1991).

L'huile de sésame, dont la production mondiale est présentée en annexe I, est utilisée en savonnerie, en margarinerie, en cosmétique, en parfumerie, en pharmacie ou dans la préparation d'insecticides ou de peintures (Van Den Abeele et Vandenput, 1956 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Mémento de l'agronome, 1991 ; PRIMOCA, 1994 ; Seck, 1999).

Comme pour les autres oléagineux, une extraction artisanale est également effectuée à l'aide de presses manuelles, mais les rendements d'extraction de même que la qualité de l'huile sont inférieurs à ceux de la méthode industrielle (Varma, 1958).

1.1.8.3. Le tourteau

Le tourteau de sésame, principal résidu d'extraction, est un concentré de grande valeur nutritive et énergétique pour l'alimentation du bétail et de la volaille (Annexe II). Il est particulièrement riche en méthionine, en arginine. D'excellents résultats ont été obtenus dans

l'alimentation des vaches laitières avec le tourteau de sésame (Van Den Abeele et Vandenput, 1956 ; Varma, 1958 ; Little et *al.*, 1991). Pour l'alimentation du bétail, Göhl (1982) indique des proportions de tourteau de l'ordre de 3 kg par jour et non humecté avant l'ingestion afin d'éviter un goût désagréable du lait ainsi qu'un beurre et une viande *mous*. Cependant, malgré son haut potentiel, ce tourteau présente une teneur en phytine élevée, en lysine faible et une propension au rancissement (Göhl, 1982).

1.1.8.4. La farine

Elle est fréquemment employée dans l'alimentation des porcs et de la volaille. Par contre, tout comme le tourteau, elle doit être utilisée à doses modérées pour éviter une viande molle (Göhl, 1982).

1.1.9. Importance de la culture

Le sésame est une culture à haute potentialité économique (Annexe 1) et agronomique. Il est principalement cultivé dans 3 continents : Asie, Afrique et Amérique (FAO, 1999b).

La production peut constituer une véritable source de devises. La part du produit intérieur brut (PIB) qu'il représente est souvent considérable notamment dans les pays à vocation d'exportation comme le Soudan, l'Ethiopie et le Nigeria (IRHO, 1984 ; Purseglove, 1984). Le sésame constitue une source alimentaire incontournable dans certains pays comme le Japon, l'Italie et le Venezuela qui sont d'ailleurs les plus grands importateurs de graines (Purseglove, 1984 ; FAO, 1996b ; FAO, 1998b). L'Inde, la Chine, le Pakistan et la Turquie figurent parmi les plus grands pays producteurs asiatiques. En Afrique, les principaux producteurs sont le Soudan, l'Ouganda, le Nigeria, le Tchad, la Somalie, l'Ethiopie, le Burkina Faso, la République Centrafricaine et la Sierra Leone qui ont véritablement développé la culture du sésame (Schilling et Cattani, 1991). En Amérique, le Venezuela et le Mexique ont beaucoup travaillé sur le sésame et présentent les meilleurs rendements agricoles (FAO, 1999a).

Au Sénégal, la réintroduction de la culture de sésame est assez récente et c'est seulement dans les régions de Kolda, Kaolack et Tambacounda que le sésame a été intégré dans les systèmes de culture. Les surfaces emblavées y sont respectivement de 7144, 1420 et 774 hectares (DISA, 1998).

1.2. ACQUIS DE LA RECHERCHE SUR LE SESAME

Au Sénégal, le sésame n'a bénéficié que de très peu d'efforts de recherche (Anonyme, 1999). Ces travaux ont porté sur l'évaluation de la résistance au déficit hydrique simulé (pression osmotique élevée) pendant la germination des semences de sept variétés nouvellement introduites (Diouf, 1999c). Cette étude est basée sur les relations qui peuvent exister entre la résistance à la sécheresse des plants et la pression osmotique de leurs tissus (Schmidt et *al.*, 1940 cités par Gautreau (1966)). A partir de la détermination de la capacité de germination

d'une part. et de la vigueur du développement des plantules d'autre part, elle a permis de classer les génotypes étudiés. Un effet variétal et une interaction variété-pression osmotique significatifs ont été mis en évidence.

En outre, des travaux sont menés au CERAAS (présent travail) sur le bilan hydrique, la croissance, le développement et les performances agronomiques de ces sept génotypes. Ils devront permettre de définir leurs besoins en eau, de caractériser les phénophases de leur cycle de développement et d'évaluer leur productivité. Par la suite, cette méthodologie sera applicable à une gamme plus large de génotypes dont l'acquisition est envisagée dans le cadre de ce projet de recherche.

Au Burkina Faso, d'importants travaux ont été conduits sur le sésame. Ces derniers ont permis respectivement

- de créer une collection composée de génotypes locaux (prospections), exotiques (Cross n°3, Yendev 55, Jaalgon 128, Ridy Mangaye et Mbara) et de créations (38-I -7, 32-15):
- d'évaluer les performances agronomiques des génotypes (essais variétaux) :
- de vulgariser de nouvelles créations (38-I-7, 32-15) qui cependant ont des rendements comparables aux variétés introduites ;
- d'améliorer les techniques culturales : date (15 juillet) et densité (60 x 20 à plat et 80 x 20 sur billons) optimales de semis, mode de semis (manuel en poquets, en lignes, à la volée, ou semis au semoir Fabre), fumure, et lutte contre les ravageurs et les maladies (Djigma, 1984 ; 1985 ; Schilling et Cattán, 1991).

Selon Schilling et Cattán (1991), la fumure et le traitement phytosanitaire du sésame restent exceptionnels en Afrique compte tenu du peu d'exigences édaphiques de la culture, de la possibilité de décalage de la floraison, et de la faiblesse de l'incidence des maladies. Néanmoins, ces auteurs font remarquer que l'étude de diverses formulations au Burkina Faso a conduit à préconiser les formules du type (8-10) N, (12-14) P, (3-6) S. La dose de 60 kg.ha⁻¹ d'engrais coton 13-20-15 permet de couvrir les besoins de la plante et d'assurer une rentabilité économique. Par ailleurs, Mitchell *et al.* (1987) ont mis en évidence un accroissement du rendement en graines et de la teneur de ces dernières en acides aminés sous l'effet d'une augmentation des niveaux d'azote (N) et de potassium (K) du sol au cours du cycle. Par contre, une augmentation des teneurs en phosphore (P) s'est révélée sans effet sur la composition en aminoacides.

Les travaux de Djigma (1984) ont mis en évidence la possibilité d'utiliser la hauteur de la tige principale, le nombre de capsules et le poids de 1000 graines dans la sélection pour le rendement. Par ailleurs, Srinivas *et al.* (1992) font remarquer qu'en général, pour "amélioration du sésame, la sélection massale est supérieure à celle par descendance de capsule unique (DCU). Cependant, afin de retenir une plus grande variabilité et pour les

croisements dont la diversité parentale est faible, le procédé DCU peut être préférable selon ces auteurs. Zagre *et al.* (1999) ont révélé chez des hybrides de cinq variétés de sésame que le degré de dominance est de type partiel, et que les allèles favorables au caractère poids de mille graines sont plus ou moins également répartis chez les parents. Ces auteurs ont estimé l'héritabilité au sens strict à environ 95%, et précisé qu'un choix rigoureux des géniteurs est nécessaire avant le croisement.

Les effets du phosphore, de la salinité et leurs interactions sur le sésame ont été étudiés par Cerda *et al.* (1977). Ces derniers ont révélé les résultats suivants :

- la production est réduite de 50% lorsque la salinité correspond à un potentiel osmotique de -2,7 bars ;
- l'augmentation du phosphore n'induit un accroissement des rendements que si la salinité est faible ;
- l'augmentation de P réduit la tolérance au sel du sésame.

Chez le sésame, les aspects liés à l'amélioration génétique ont été les plus abordés, surtout en Amérique du Sud et du Centre (Mexique, Venezuela, Colombie), en Chine, en Inde et en URSS, soit par sélection, soit par hybridation (Vanna, 1958 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984). De nos jours, ces aspects portent sur :

- la productivité (la couleur et la dimension des graines, une première fleur s'épanouissant au 8^e nœud, une maturation groupée) ;
- le caractère monotige à plusieurs capsules indéhiscentes contenant plus de 4 carpelles ;
- une bonne vigueur au stade précoce ;
- la résistance à la sécheresse, à la verse, à la résistance aux maladies, aux insectes et à l'excès d'humidité (Varma, 1958 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; OMM, 1991 ; Schilling et Cattán, 1991).

Jacob *et al.* (sine die) cités par Varma (1958) de même que Weiss (1971) ont étudié l'action des rayons X sur les graines de sésame pour éventuellement obtenir par mutation, des variétés à floraison précoce et à haute productivité.

Culp (1960) a révélé une bonne héritabilité (ou degré de transmission des ascendants aux descendants de la variabilité génétique) des caractères hauteur de la plante et longueur des capsules (40 à 70%) utilisables dans les programmes d'amélioration variétale.

Les besoins en eau de la culture sont surtout marqués entre le semis et la nouaison (OMM, 1991). Le sésame craint l'hydromorphie (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattán, 1991) mais peut tolérer de courtes périodes de sécheresse (Purseglove, 1984). En général, il demande des terres sèches, peu irriguées (Poliakoff, 1956 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984), perméables, bien aérées, légères et profondes sans être trop sableuses (Varma, 1958 ; Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984 ; Schilling et Cattán, 1991) même si, selon Varma (1958).

beaucoup de types de sol lui conviennent. Ce dernier auteur indique cependant que les sols alcalins lui sont impropres.

La teneur en eau du sol, plus que la disponibilité en éléments minéraux, semble constituer le principal facteur limitant de la productivité (Cerakis et Tsangarakis, 1969a). Ces mêmes auteurs ont aussi révélé qu'une densité de 120 000 plants à l'hectare représente celle optimale pour la productivité en relation avec le type de système racinaire de cette culture. Il a été établi que ce sont les sols à forte capacité de rétention de l'eau qui offrent le maximum de réponses aux apports d'azote et de phosphore (Gerakis et Tsangarakis, 1969b). Ils ont aussi mis en évidence que ces réponses sont liées à une bonne pluviométrie.

Hall et Yermanos (1975) en étudiant la conductance stomatique comme indice du potentiel de rendement en climat chaud et sec ont pu montrer que les variétés à capsules déhiscentes présentent les plus fortes conductances stomatiques et les plus bas potentiels hydriques foliaires que celles à capsules indéhiscentes. La forte productivité de ces variétés à capsules déhiscentes serait liée à leur conductance stomatique élevée (Langham et Rodriguez, 1949 cités par Hall et Yermanos (1975)). Dans ce sens, Hall et Kaufmann (1975) ont montré un accroissement de la résistance stomatique et une réduction de la photosynthèse (baisse de la concentration de CO_2 intercellulaire) en réponse à des gradients importants d'humidité entre la feuille et l'air.

Ramírez et Ovalles (1991) ont pu montrer sur des sols limono-argileux, que la gamme de pH 5,4-6,7 favorise l'absorption de N, P, K, Ca et Mg, la croissance de la plante jusqu'à 50 jours après levée (jal) ainsi qu'une production plus importante de matière sèche au 40^e jal et de graines au 80^e jal. Par ailleurs, ces auteurs ont révélé une forte corrélation positive entre la taille des plantes et la capacité de production des graines. Il apparaît ainsi que cette capacité dépend fortement de la croissance de la plante au cours de la phase végétative jusqu'à la moitié de la floraison, et est significativement affectée en dehors de la gamme de pH indiquée.

Le système racinaire est de type mixte avec un pivot pouvant atteindre 90 cm. et un réseau dense de racines superficielles (Purseglove, 1984). Selon Weiss (1971), l'élongation racinaire est plus rapide chez les variétés monotiges, même si les variétés ramifiées ne présentent pas pour autant une zone de prospection des racines moins importante.

Par rapport au système de culture, le sésame est cultivé traditionnellement seul ou en association avec des céréales: des légumineuses (Valma, 1958 ; Djigma, 1985) ou du coton, en irrigué ou en pluvial (Varma, 1958). Certains travaux relatent son introduction dans l'assolement normal. Ainsi, Bretaudeau (1998), en étudiant le système associatif arachide-sésame au Mali, souligne que les meilleures conditions d'association semblent être le semis simultané des deux cultures. En effet, cet auteur fait remarquer que le semis tardif du sésame après l'arachide réduit sa croissance. Par contre, le semis précoce semble plutôt néfaste sur le développement des rameaux cotylédonaire de l'arachide, la formation de nodules efficaces,

et le rendement. D'ordinaire, le sésame profite de l'effet résiduel de l'engrais appliqué à la récolte précédente (riz dans les sols humides, arachide sur les sols secs) (Varma, 1958).

La photopériode a un effet sensible sur le cycle biologique et les rendements de la culture (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984). On distingue ainsi des variétés de jours longs (Purseglove, 1984) et des variétés de jours courts (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984). Toutefois, rares sont les travaux qui font état des effets de la date de semis. Néanmoins, certaines études ont révélé qu'un semis tardif peut réduire le pourcentage de graines matures, la durée de la période levée-50% de bourgeons floraux, la longueur du cycle, la hauteur de la plante et le poids des graines (Mulkey et *al.*, 1987). Il en est de même pour le nombre de capsules (Weiss, 1971) et le rendement en graines (Purseglove, 1984 ; Djigma, 1985 ; Schilling et Cattani, 1991).

Les travaux de Pfahler et *al.* (1991) ont permis de mettre en évidence sur huit génotypes, des effets concernant la morphologie du grain de pollen. Ces auteurs ont montré des différences hautement significatives pour les caractères corrélés que sont le volume, le diamètre et la surface des graines, entre le génotype et le type de capsule (déhiscente ou non). Dans ce sens, Pfahler et *al.* (1996) indiquent que le génotype et l'environnement influencent significativement les caractères liés à l'anthère, au pollen et au pistil.

Concernant la pathologie, la synthèse de travaux antérieurs (Diouf, 1999b) révèlent la diversité et la variabilité des ravageurs et des maladies en fonction des conditions éco-climatiques. Le sésame présente également l'avantage de ne pas être attaqué par *Aspergillus flavus* qui sécrète l'aflatoxine dont la présence dans les produits arachidières entraîne leur dépréciation (PRIMOCA, 1994).

En Iran, Sarafi et Fayze (1976) ont effectué avec cinq variétés de sésame une étude comparative de trois méthodes de récolte en vue de limiter les pertes par égrenage des capsules matures. Leurs travaux ont montré que la méthode qui consiste à récolter les capsules dès qu'elles changent de couleur et commencent à s'ouvrir peut substantiellement améliorer les rendements. Par ailleurs, ils ont révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre la teneur en huile des graines issues de cette méthode et celle des graines qui ont mûri sur pied. Ce qui permet de considérer que le stade de début d'ouverture des capsules coïncide avec la maturation physiologique de la plante.

Des méthodes d'amélioration du séchage des capsules de sésame ont été étudiées au Nigeria par Van Rheenen (1967) pour réduire les pertes de graines suite à la déhiscence des capsules. Il a montré que la méthode consistant à former des bottes renversées et battues chaque jour permet une récupération de 93% des graines au bout de deux semaines après la récolte.

Quant au problème de la technologie, il se pose avec acuité. Ainsi, compte tenu de la petite taille des graines, le semis est essentiellement manuel (Varma, 1958 ; Djigma, 1985). Ce semis gagnerait à être mécanisé du fait de la main d'œuvre importante qu'il mobilise, mais

également pour intensifier In culture. Par ailleurs, la sélection de variétés indéhiscences (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984) permet également d'envisager la mécanisation de la récolte.

S'agissant de la transformation, elle peut se faire soit de manière artisanale à l'aide de presses manuelles (Vanna, 1958 ; Cristini *et al.*, 1962), soit de manière industrielle en 3 étapes : la première à froid et les 3 suivantes à chaud (Mémento de l'agronome, 1991).

Cristini *et al.* (1962) ont révélé que la stabilisation des graines (chauffage rapide à 100°C) pendant l'extraction à la presse, augmente le rendement et permet de conserver les caractères physico-chimiques et organoleptiques plus longtemps. En outre, ces auteurs soulignent que le rendement de l'extraction par pression est supérieur à celui de l'extraction par solvants. L'huile et le tourteau sont en effet plus rapidement utilisables dans ce cas.

Johnson et Raymond (1964) ont fait une synthèse exhaustive de la composition chimique des graines, du tourteau de presse, de la farine et de l'huile de sésame. Une étude comparative des aminoacides entre les graines de sésame et celles de niébé a été également conduite en Sierra Leone par Godfrey-Sam-Aggrey *et al.* (1976). Ces auteurs ont montré que les graines de niébé déficientes en acides aminés soufrés peuvent être favorisées par les graines de sésame particulièrement riches en méthionine et en cystine. En revanche, le faible taux de lysine des graines de sésame peut être compensé par celles du niébé qui en sont bien pourvues. Pour la composition de l'huile, Sekhon et Bhatia (1972) ont montré que la teneur des graines en acides gras insaturés (acides oléiques et linoléiques) augmente progressivement entre le 10^e jour après la floraison et la maturité.

Au point de vue zootechnique, Little *et al.* (1991) ont pu montrer en Gambie, que la supplémentation à base de sésame par rapport à celle des graines coton, provoquait une amélioration substantielle et économiquement rentable de la croissance de bovins de race "Ndama".

Le sésame présente beaucoup de vertus médicinales. En effet, Varma (1958) établit l'efficacité du sésame contre la toux, la dysenterie et les hémorroïdes alors que Nyeck (1997) recommande d'utiliser le sésame contre le traitement des poux et de l'avitaminose. L'activité anticancérigène du sésaminol, antioxydant spécifique à l'huile de sésame, a été prouvée par Su-Noh Ryu et Bong-Ho Lee (1998). D'ailleurs la détermination quantitative de cette substance insaponifiable a été réalisée par Su-Noh Ryu *et al.* (1998). Umeda-Sawada *et al.* (1999) ont montré, par une expérimentation sur des rats, que l'absorption lymphatique de sésamine, antioxydant spécifique de l'huile de sésame, et de l'épisésamine (isomère de la sésamine obtenue au cours du raffinage de l'huile de sésame) s'effectue de la même manière. Cependant, au niveau du foie et des autres tissus de ces rats, la sésamine a un métabolisme plus rapide que l'épisésamine.

Au regard de ces travaux, il ressort que pour le Sénégal, à l'exception des premiers résultats obtenus au CERAAS, les recherches en sont à leur début. Ainsi, le programme des activités

de recherches mentionné précédemment aura pour objectif principal de dégager et de coordonner les actions à conduire pour assurer le développement de cette culture au **Sénégal**.

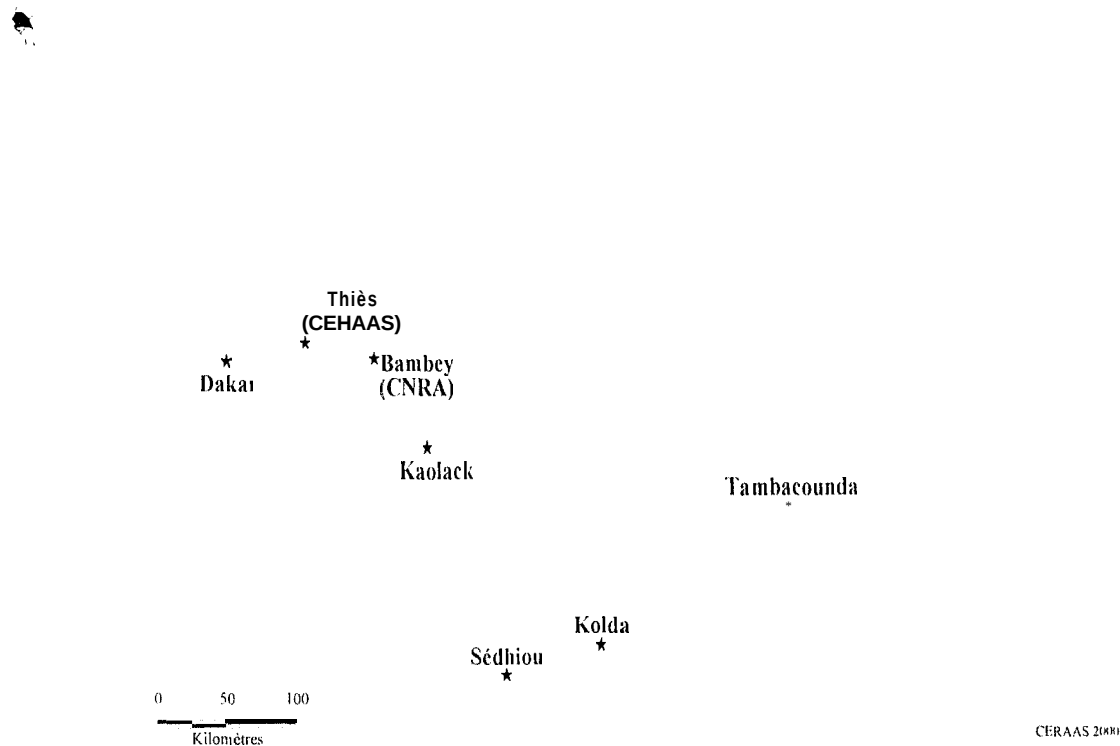
Ce programme comprendra trois axes principaux :

- la collection de variétés existantes, l'introduction de variétés exotiques et la multiplication des semences ;
- l'évaluation agronomique et la caractérisation morpho-physiologique pour la définition de critères de sélection pertinents ;
- l'élaboration d'un référentiel technique économiquement rentable et écologiquement durable, et le transfert de technologies aux agriculteurs ;
- l'amélioration de la technologie post-récolte pour la valorisation des produits et dérivés.

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. CARACTERISTIQUES DU SITE EXPERIMENTAL

L’essai a été mené en station expérimentale au Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey, de l’Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) (Carte 1). La ville de Bambey est située à 120 km à l’est de Dakar (14° 42’ N, 16° 28’ O, altitude : 20 m).



Carte 1 : Localisation du site d’étude et des principales zones de culture du sésame au Sénégal.

Le sol est de type “dior” modal, de la classe des sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés, représentant presque 95% des sols de la zone nord du bassin arachidier sénégalais (Sarr et *al.*, 1999). Au début de l’expérimentation, des prélèvements d’échantillons de sol (horizons O-10, 10-20 et 20-30 cm) du site ont été analysés. Sur tous les prélèvements, la proportion sableuse est au moins égale à 82% avec moins de 10% d’argiles. Le pH est légèrement acide à neutre. La conductivité montre qu’il n’y a aucune trace de salure (67,97 μ S en moyenne). Le sol est très pauvre en phosphore. La teneur en azote est tellement faible qu’on a tendance à croire que le sol est assez riche en carbone (en moyenne C/N est égal à 39). Ceci est d’ailleurs confirmé par les faibles taux de matières organiques de ces horizons qui varient entre 0,5 et 2,6% avec une moyenne de 1,3% (Annexe III).

Le passé cultural de la sole de l'essai est le suivant : maïs en 1995, niébé en 1996, mil et jachère respectivement en contre saison et en hivernage 1997 et enfin jachère et 1998.

Le climat de la zone est de type soudano-sahélien selon Le Houérou (1989) cité par Dioul (1996). Les températures moyennes peuvent osciller entre 19 et 45°C. En saison sèche froide, *i.e.* de novembre en février, les températures minimales sont relativement basses et varient entre 18 et 24°C'. alors que les températures maximales peuvent atteindre 34 à 40°C' en saison sèche chaude de mars en juin. La pluviométrie annuelle varie généralement de 400 à 600 mm. On peut distinguer une saison de pluies avec une répartition unimodale de juin en octobre, et une saison sèche de novembre en mai. Le pic pluviométrique se situe généralement entre les mois d'août et de septembre (Sarr *et al.*, 1999). Les résultats de l'analyse fréquentielle (1950-1998) montrent que la pluviométrie médiane annuelle enregistrée est de 460 mm tandis que sur la même période un minimum de 300 mm correspond à une probabilité d'occurrence de 80%. Enfin, le cumul pluviométrique obtenu 2 années sur 10 est de 570 mm (Source Agrocimatologie/CNRA de Batnbey).

2.2. MATERIEL VEGETAL

L'expérimentation a été réalisée sur une collection de sept variétés de *S. indicum* L du CERAAS en provenance du Programme de Développement Rural Intégral de la Moyenne Casamance (PRIMOC.4. Département de Sédhiou, Région de Kolda, Sénégal), du Burkina Faso (INERA, Niangoloko) et du Japon (School of Pharmaceutical Sciences, University of Shizuoka). Le choix des génotypes étudiés dans ce travail a été réalisé sur la base du potentiel de production et de la durée du cycle dans les sites d'origine.

Les graines ont été triées et traitées au Granox. et leur viabilité a été appréciée par observation directe (graines morphologiquement entières et théoriquement fertiles). Les 7 variétés étudiées sont :

- Ceraas-l-98* : variété monotige à graines blanches originaire du Japon, hâtive (65-70 jours), déhiscente, capsules à 4 loges et insérées en grappe sur près des ¾ de la tige, dont le poids de mille graines (P1000G) est de 2,36 g.
- Jaalgon 128 : variété ramifiée à graines blanches originaire d'Inde, introduite sous le numéro S 42 et vulgarisée au Burkina Faso, à cycle de 90 jours, déhiscente, 1 à 3 capsules à 4 loges par axe, P1000G de 4,78 g.
- Cross n°3 : variété ramifiée à graines blanches originaire du Nigeria et vulgarisée au Burkina Faso, à cycle de 95 jours, déhiscente, 1 capsule à 4 loges par axe, P 1 000G de 3 g.

* Variété à graines blanches originaire du Japon fournie sans nom et introduite au Sénégal sous l'appellation susmentionnée.

- Yendev 55 : variété ramifiée à graines crème originaire du Nigeria et vulgarisée au Burkina Faso, à cycle de 95 jours, déhiscente, 1 capsule à 4 loges par axe, P1000G de 1,03 g.
- 38-l-7 : variété ramifiée à graines crème, issue du croisement Locale de Labola x Jaalgon 128 et vulgarisée au Burkina Faso, à cycle de 90 jours, déhiscente, 1 capsule à 4 loges par axe, P1000G de 3,03 g.
- 32-15 : variété ramifiée à graines blanches, issue du croisement S 4 (Argentine) x S 30 (Brésil) et vulgarisée au Burkina Faso, cycle de 90 jours, déhiscente, 1 capsule à 4 loges par axe, P1000G de 4,03 g.
- Primoca* : variété ramifiée à graines brunes, originaire du Mexique, cultivée en Moyenne Casamance et probablement introduite à partir de la Gambie, capsule à 4 loges, P1000G de 3 g.

Les rendements moyens des variétés Jaalgon 128, Cross n°3, Yendev 55, 38-l-7, et 32-15 varient entre 400 et 750 kg.ha⁻¹ (Djigma, 1985 ; Schilling et Cattani, 1991) avec un maximum de l'ordre de 1000 kg.ha⁻¹. Leur poids de 1000 graines indiqué a été déterminé par Zagre et *al.* (1999).

2.3. METHODES D'ETUDE

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé est en blocs complets randomisés avec un facteur étudié à 7 niveaux correspondant aux 7 variétés de sésame mentionnées plus haut. Ces 7 traitements ont été répétés 3 fois, soit 21 unités expérimentales constituées chacune par une parcelle élémentaire de 6 m x 6 m (Figure 4). Les parcelles sont séparées par des allées de 150 cm et sont limitées par une ligne de bordure. L'analyse du rendement est effectuée sur un carré de rendement de 2,40 m x 2,40 m situé au centre de chaque parcelle autour d'un tube d'accès de sonde à neutrons. Ce carré de rendement est composé de 4 lignes de 2,40 m de long, soit 96 pieds pour 5,76 m².

* Variété à graines brunes originaire du Mexique fournie sans nom par le PRIMOCA est sus référencée dans la collection du CERAAS.

présentent des Kc inférieurs à celui de Cross n°3 alors que Primoca. Yendev 55 et 32-15 ont des valeurs intermédiaires (Figure 17).

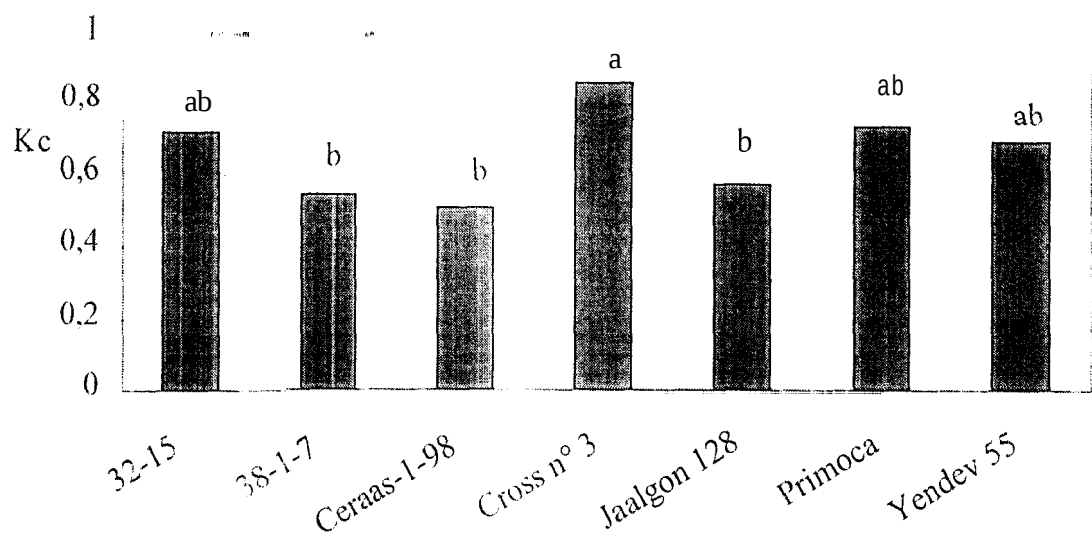


Figure 17 : Valeurs des coefficients cultureux (Kc) au 3^e jas des variétés. Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 1% (test de SNK)
Les valeurs de Kc des 7 variétés étudiées sont calculées en fonction des phénophases et sont présentées au ‘Tableau 4

Tableau 4 : Valeurs moyennes des coefficients cultureux par phénophase.

Variétés	Phase végétative	Phase reproductive	Phase de maturation
	(levée-boutons floraux)	(boutons floraux-nouaison)	(nouaison-maturation)
32-15	0,70	0,88	1,13
38-1-7	0,66	0,67	1,04
Ceraas-1-98	0,56	0,62	0,80
Cross n°3	0,65	0,70	1,37
Jaalgon 128	0,71	0,89	1,27
Primoca	0,73	1,24	1,05
Yendev 55	0,70	0,89	1,27

3.1.5.5. Consommation en eau

Les quantités d'eau consommées ont été estimées à 206, 300, 328, 348, 349, 361 et 487 mm respectivement pour les variétés Ceraas- 1-98, 32- 15, 38-I-7, Cross n°3, Jaalgon 128, Primoca et Yendev 55. L'analyse statistique a révélé un effet variétal hautement. significatif (SNK p = 0.1%). Elle montre que les variétés 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128, Cross n°3 et Yendev 55 ont des besoins identiques avec une moyenne de 337 mm, tandis que, Primoca et Ceraas- 1-98 ont respectivement une consommation en eau nettement plus et moins importante par rapport à ce groupe (Figure 18).

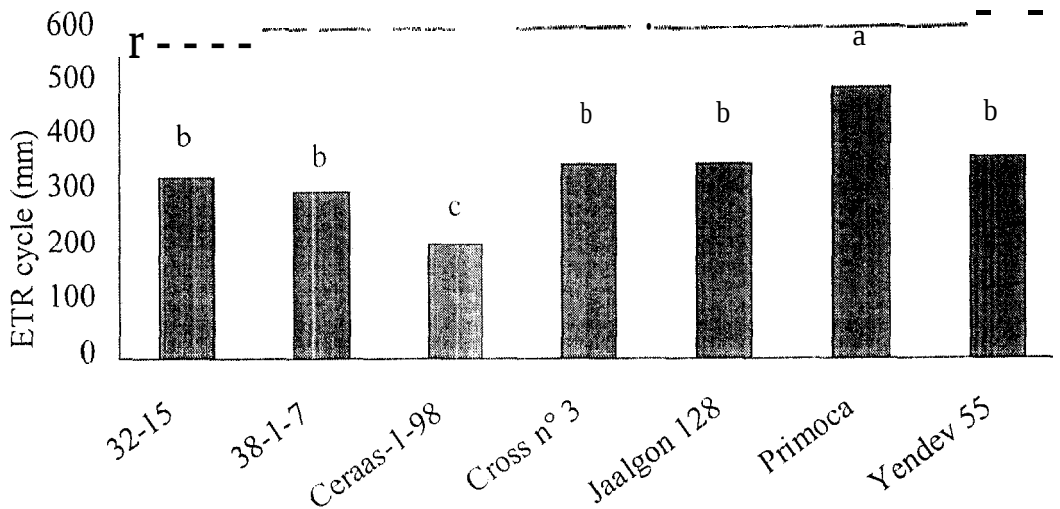


Figure 18 : Consommation en eau (ETR) des variétés étudiées.

Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0,1% (test de SNK)

3.1.6. Suivi agro-morphologique

3.1.6.1. Indice foliaire (LAI)

Les mesures hebdomadaires ont permis de suivre la croissance de l'appareil foliaire durant l'expérimentation. L'indice foliaire présente la même allure pour toutes les variétés. En effet, l'évolution de l'indice foliaire est caractérisée respectivement par un accroissement relativement lent (19 à 31 jas) suivi d'une augmentation rapide pour atteindre un maximum à 38 jas pour Ceraas-1-98, 70 jas pour Primoca et entre 52 et 59 jas pour les autres variétés (Figure 19). A partir de ce maximum, l'indice foliaire reste relativement constant avant de diminuer de façon plus ou moins rapide jusqu'à la récolte.

Hormis, les dates du 19^e et du 31^e jas, un effet significatif entre les variétés a été noté (SNK $p \approx 5\%$). Ainsi, il ressort que jusqu'au 38^e jas, il n'y a pas de différence significative entre les variétés pour l'indice foliaire. Par contre, au 45^e jas, Ceraas-1-98 présente un indice nettement inférieur (2,32), alors que Cross n°3 (4,46 et 5,96) et Yendev 55 (3,84 et 5,07) ont des indices supérieurs entre les 45^e et 52^e jas. Enfin, à partir de 69^e jas, Primoca, indique un indice foliaire nettement plus important (6,20) que celui des 5 autres variétés. Cette évolution de l'indice foliaire est déterminée à la fois par le port (plus ou moins ramifié) et la durée (70 à 120 jours) du cycle des variétés étudiées.

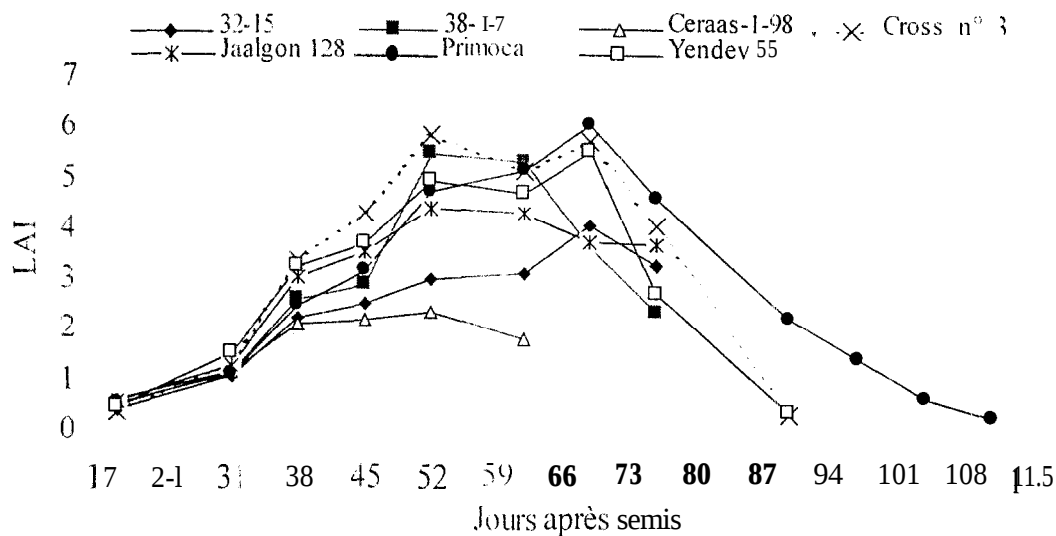


Figure 19 : Evolution de l'indice foliaire (LAI) au cours du cycle de développement.

3.1.6.2. Taux de couverture du sol

L'évolution du taux de couverture du sol est similaire à celle de l'indice foliaire (Figure 20). Jusqu'au 38^e jas, toutes les variétés ont une croissance presque équivalente et un taux de couverture du sol voisin de 90%. Ensuite, une diminution du taux de couverture a été observée pour Ceraas-I-98. Par contre, pour 32-15, 38-I-7 et Jaalgon 128, la couverture du sol augmente légèrement et atteint un maximum voisin de 100% avant de diminuer à partir du 69^e jas. Enfin, les variétés Cross n°3, Yendev 55 et Primoca continuent à développer leur appareil foliaire jusqu'à couvrir entièrement le sol. La diminution du taux de couverture suite à la chute d'une bonne partie des feuilles a débuté à partir du 76^e jas pour Yendev 55 et Cross n°3, et du 90^e jas pour Primoca.

L'analyse statistique a été effectuée dans le but de caractériser la croissance de chacune des variétés. Elle n'a pas révélé d'effet bloc, par contre, un effet variétal significatif (SNK p = 5%) a été noté à partir du 38^e jas. En effet, Ceraas-I-98 montre une couverture nettement inférieure, tandis que toutes les autres variétés indiquent une couverture équivalente. Cependant, dans ce dernier groupe, on peut distinguer le sous groupe composé des variétés Yendev 55, Cross n°3 et Primoca, lesquelles sont caractérisées par un feuillage plus abondant et plus touffu.

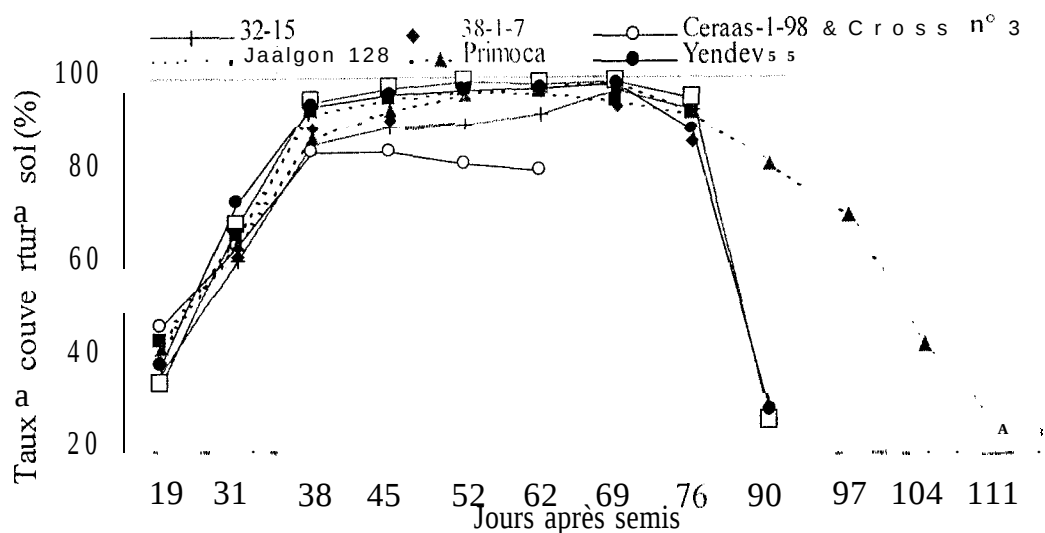


Figure 20 : Evolution du taux de couverture du sol par variété.

3.1.6.3. Paramètres de croissance

Le tableau 5 et la figure 21 présentent les résultats du suivi de la croissance des variétés étudiées.

Tableau 5 : Paramètres de croissance par variété.
Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 5% (test de SNK)

Variétés	HP	HC1	NRTOT
32-15	141 ^c	56"	6 ⁱ
38-1-7	141"	73"	7"
Ceraas- 1-98	87"	22 ⁱ	0 ^d
Cross n°3	164 ^{bc}	96'	9"
Jaalgon 128	158 ^{bc}	70"	9"
Primoca	223 ^a	168"	24"
Yendev 55	180 ^b	111"	16"

L’analyse révèle que Primoca et Ccraas- 1-98 ont respectivement la plus grande (223 cm) et plus petite taille (87 cm). Les variétés 32-1 5, 38-1-7 ont des HP similaires (141 cm) et statistiquement inférieures à celle de Yendev 55 (180 cm). Enfin, pour Jaalgon 128, Cross n°3 qui présentent la même hauteur (160 cm), le test de SNK permet de les considérer comme intermédiaires entre les deux groupes précédents. Par ailleurs, la figure 21 semble révéler un rythme de croissance similaire (25 à 59 jas) chez toutes les variétés. En outre, on peut noter un arrêt de croissance lié à la maturation.

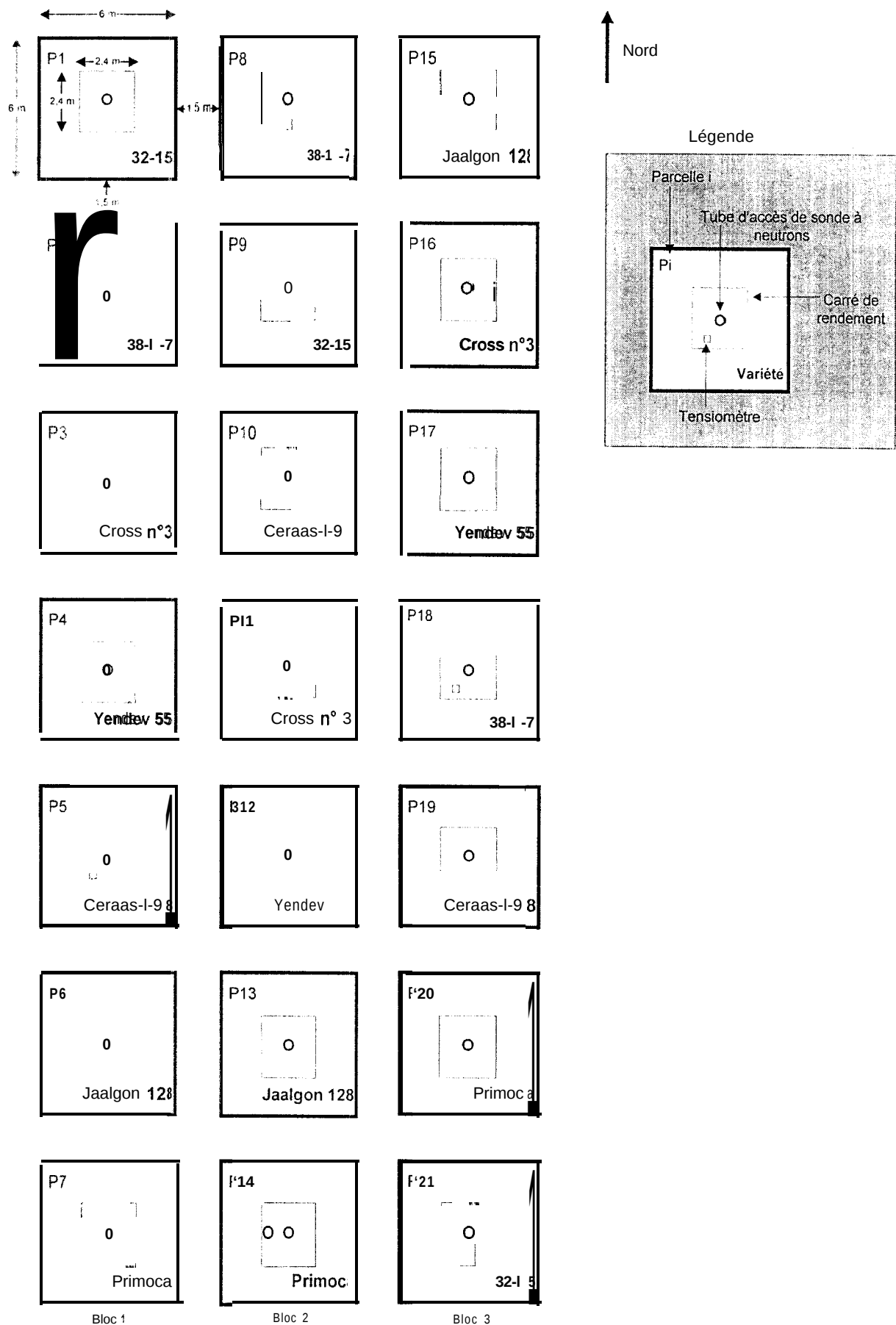


Figure 4 Schéma du dispositif expérimental.

2.3.2. Conduite de la culture

L'essai a été conduit sur un précédent jachère âgé d'un an. Pour assurer un bon de lit de semis, un travail superficiel du sol comprenant un labour (10 à 15 cm) et un hersage à sec a été réalisé. Chaque parcelle compte dix lignes de 6 m tracées à l'aide d'un rayonneur, soit une densité de 300 poquets pour 36 m². Après la première pluie utile d'une hauteur de 28,6 mm, un semis à plat a été effectué à raison de 4 à 6 graines par poquet. Ces derniers étaient espacés de 20 cm sur la ligne et de 60 cm entre les lignes.

Un démariage à deux plants par poquet a été opéré 15 jours après levée soit 18 jours après semis (jas). Ceci correspond à un peuplement de 167 000 plants.ha⁻¹. Les plants démariés ont servi à remplacer les poquets manquants ou ayant mal levés. Les pourtours des parcelles ont été remblayés afin de constituer des buttes pour éviter tout apport ou perte d'eau par ruissellement. Ces buttes ont été régulièrement entretenues après les grosses averses.

Le sarcla-binage des parcelles, des allées et des bordures a été effectué une seule fois, 15 jas. La fumure minérale (formulation coton 14 N-23 P-14 K à la dose de 60 kg.ha⁻¹) a été appliquée en une fois, le jour du démariage.

Un buttage des pieds a suivi l'application de la fumure pour optimiser l'utilisation de cette dernière, et pour renforcer la résistance des plants à la verse au stade précoce. Des traitements insecticides avec du diméthoate (Carbamate systémique) à la dose 1 l.ha⁻¹ (1 cm³ pour 1 l d'eau) ont été également appliqués.

2.3.3. Echantillonnage

Le suivi du bilan hydrique a été effectué à l'aide de comptages neutroniques *in situ* à différentes profondeurs, grâce à un tube d'accès placé au milieu de chacune des parcelles.

Les observations sur la phénologie (levée, floraison, formation de capsules, maturité) ont été faites sur l'ensemble des plants de chaque unité expérimentale. Chacune de ces phénomènes a été considérée comme atteinte lorsque 50% des plants sont à ce stade.

Par ailleurs, au cours du cycle de développement, les mesures des paramètres de croissance (hauteur de la plante, hauteur d'insertion de la 1^{ère} capsule, nombre de rameaux primaires et secondaires) ont porté sur 5 pieds à chaque date, alors que celles du contenu relatif en eau (CRE) ont concerné 3 pieds par parcelle. Ces mesures du CRE ont été réalisées entre 11 et 13 h en dehors du carré de rendement (Annexe IV-I à IV-4) en raison de leur nature destructive.

Compte tenu de l'hétérophylle foliaire plus (stades adultes) ou moins (stades précoces) marquée chez le sésame, un échantillonnage des feuilles différent a été considéré pour éviter une variabilité sous l'effet du développement. Ainsi, pendant les stades précoces, la 3^e feuille

adulte à partir de l'apex de la plante a été utilisée, tandis que pour les stades adultes, on a échantillonné la dernière paire de feuilles supérieures lancéolées à partir de 1^{er} apex.

Les mesures de l'indice foliaire (LAI) ont été réalisées à l'échelle du peuplement en trois points de la parcelle.

À la récolte, le rendement en graines par plante (RGP) et par variété (RGV) et ses composantes ont été estimés par parcelle. Le poids de mille graines (P 1 000G) a été calculé à partir de 3 lots par parcelle. Le poids de matière sèche des tiges (PMST), le nombre moyen de capsules par plante (NCP) ont été déterminés sur 5 pieds par parcelle. En outre, la longueur moyenne des capsules (LCAP), le nombre moyen de loges par capsule (NLOC) et le nombre moyen de graines par loge (NMGL) ont été déterminés à partir d'un échantillon de 30 capsules par parcelle.

2.3.4. Rythme des observations et des mesures

Les mesures neutroniques, agro-morphologiques (LAI) et paramètres de croissance et physiologiques (CRE) ont été effectuées à une fréquence hebdomadaire, tandis que les observations phénologiques ont été réalisées tous les deux jours.

3.3.5. Méthodes d'observation et de mesure

2.3.5.1. Conditions climatiques de la période de l'essai

Au cours de période de l'expérimentation (saison des pluies 1999), différents paramètres climatiques ont été suivis. Les paramètres climatiques considérés sont : la pluviométrie, la vitesse du vent à 2 m du sol, les humidités relatives minimales et maximales de l'air, les températures minimales et maximales de l'air, la durée d'insolation et l'évaporation bac.

Ces variables ont fait l'objet d'un enregistrement journalier au niveau de la station agro-climatique du CNRA située à 300 m au nord du champ expérimental.

2.3.5.2. Suivi du bilan hydrique et évaluation de la consommation en eau

Parmi les méthodes préconisées pour suivre la dynamique de l'eau du sol et évaluer la consommation en eau des cultures ou évapotranspiration réelle (ETR), celle du bilan hydrique est l'une des plus usitées de nos jours. La méthode de mesure de l'eau du sol utilisée dans cette étude fait intervenir deux techniques d'une part une détermination par gravimétrie, et d'autre part une mesure par comptage neutronique.

2.3.5.2.1. La méthode gravimétrique

La gravimétrie constitue une méthode de mesure destructive et laborieuse. Pour ces raisons, la méthode neutronique lui est préférée, et elle n'est généralement utilisée que pour l'étalonnage de la sonde. Cependant, compte tenu de l'imprécision de l'humidimètre et des risques d'irradiation pour l'opérateur dans les horizons superficiels (forte variabilité), la gravimétrie

sera aussi utilisée dans ce travail concomitamment à la sonde. Ainsi, les humidités volumiques des horizons O-1 0 et 1 O-20 cm ont été obtenues par gravimétrie, tandis que la sonde a servi aux mesures au niveau des couches les plus profondes.

Pour ce faire, des échantillons de sol ont été prélevés au niveau des horizons O-10 cm et 1 O-20 cm, et conservés dans des boîtes à tare hermétiquement fermées. A l'aide d'une balance de précision METTLER, leur poids frais (PF) a été déterminé au laboratoire. Le poids sec (PS) des mêmes échantillons est obtenu après séjour à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant (24 h).

On détermine ainsi les humidités pondérales (Hp) à partir de l'équation :

$$Hp (\%) = [(PF - PS)/PS] \times 100$$

Par la suite, les humidités volumiques (Hv) correspondantes sont calculées à partir de la relation :

$$Hv = Hp \times d.a.$$

avec d.a. correspondant à la densité apparente de l'échantillon de sol. Pour les sols de la station, les valeurs de 1,45 et 1.5 sont couramment obtenues respectivement pour O-1 0 cm et 1 O-20 cm de profondeur (Sarr *et al.*, 1999).

2.3.5.2.2. La méthode neutronique

La méthode neutronique autorise la réalisation de mesures répétitives *in situ*, non destructives et continues en un point donné. Ces mesures ont été effectuées à l'aide de la sonde à neutrons ou humidimètre neutronique de type Troxler T7.

Le principe consiste à irradier le sol par des neutrons rapides émis par une source annulaire. Ces particules nucléaires se répartissent dans un volume donné de sol dans lequel, elle donne lieu à des chocs élastiques en entrant en contact avec d'autres noyaux d'éléments de masse voisine. Suite à ces chocs, ces particules sont ralenties ou dites « thermalisées », et sont décomptées à l'aide d'un détecteur de neutrons lents associé à la source.

Dans le sol, les neutrons sont supposés essentiellement ralentis au cours de ce processus par les atomes d'hydrogène contenus dans les molécules d'eau (Henin *et al.*, 1969 cités par Grouzis (1988)). La source annulaire de la sonde est constituée d'un mélange Américium-Béryllium (Am-Be) dans lequel, le premier émet des particules α (noyaux d'hélium) qui agissent sur le second, le Béryllium, qui libère ainsi des neutrons rapides. Ces neutrons sont donc ralentis par les atomes d'hydrogène des molécules d'eau, et sont détectés dans une sphère d'influence dont le diamètre est fonction du degré d'humidité du sol. Ainsi, la mesure neutronique, moyennant quelques corrections et précautions, reflète bien la teneur en eau du sol à un instant donné.

Néanmoins, il convient de noter que l'utilisation de la sonde est conditionnée par la réalisation d'un étalonnage préalable.

2.3.5.2.3. L'étalonnage de la sonde

La sonde à neutrons ne permettant pas une lecture directe de l'humidité d'un sol, il faut donc procéder à un étalonnage. En outre, la présence dans le sol d'atomes d'hydrogène autres que ceux contenus dans l'eau (matière organique, argiles) d'une part, et de corps susceptibles d'absorber les neutrons émis (chlore et bore) (Damagnez, 1962) d'autre part, justifie cette étape. Elle consiste à établir la relation entre le comptage neutronique *in situ* et l'humidité volumique du sol. Pour cela, les comptages bruts sont corrigés par rapport à ceux de l'étui ou dans l'eau (comptage de référence) puis couplés aux mesures gravimétriques pour les mêmes cotes de sol. On obtient ainsi :

$$Nr = (N/No) \times 1000$$

où Nr = comptage neutronique corrigé ; N = comptage neutronique brut ; No = valeur moyenne des comptages début et fin dans l'étui de la T7.

Le bilan hydrique des entrées et sorties d'eau entre les différentes dates de mesure a été établi à partir de la relation :

$$\Delta S_z^0 \text{ (mm)} = (P + I) \pm R \pm D - ETR$$

où ETR (mm) = évapotranspiration réelle de la culture ;

P (mm) = pluviométrie cumulée entre les dates de mesure ;

I (mm) = eau d'irrigation apportée entre dates de mesure ;

R (mm) = eau de ruissellement reçue ou perdue par la parcelle ;

D (mm) = eau perdue par drainage ou reçue par remontée capillaire ;

ΔS_z^0 = variation du stock d'eau de la surface à la cote de sol Z.

Compte tenu de la difficulté et de la complexité de l'estimation des variables R et D, on opère généralement dans des conditions permettant de s'en affranchir. C'est dans cette optique que le buttage des parcelles a été réalisé (ruissellement théoriquement négligeable), et que la profondeur de sol 0-380 cm a été prospectée (drainage négligeable). Pour le type de sol du site, cette profondeur permettra d'effectuer des mesures neutroniques au-delà du front d'humectation, et donc, de pouvoir mesurer la totalité de l'eau de percolation le long du profil.

Par ailleurs, eu égard à l'intensité et à la régularité des averses enregistrées, au cours de l'hivernage 1999, un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement (voies de déviation) a été confectionné en plus du buttage des parcelles. Ce dispositif a permis de dévier les eaux ruisselantes, et surtout d'éviter l'inondation des parcelles.

Ces deux précautions ont permis de négliger le ruissellement et le drainage. Par conséquent, on peut simplifier l'équation du bilan hydrique :

$$\Delta S_z^0 \text{ (mm)} = (P + I) - ETR$$

On a donc pu calculer la consommation en eau entre les dates de mesure à l'aide de la relation :

$$ETR = (P + I) - \Delta S_z^0$$

Les variables P et I sont obtenues directement par lecture. alors que ΔS_z^0 est déterminée par un cumul des humidités volumiques obtenues entre deux dates successives.

Au cours de l'essai, le pilotage de l'irrigation a été assuré à l'aide de deux tensiomètres installés dans les parcelles 5 et 18. Ces tensiomètres ont permis de situer, par lecture directe, les périodes de léger déficit hydrique, et de programmer l'irrigation pour assurer des conditions hydriques optimales pendant tout le cycle.

Parallèlement à l'estimation de l'ETR, la détermination des coefficients culturels au cours des différentes phases du cycle de développement a été faite à partir de la relation suivante :

$$Kc = ETM/Ev_{bac\text{ corrigée}}$$

où ETM (mm) = évapotranspiration maximale correspondant aux besoins en eau de la culture. Les conditions optimales hydriques ayant été satisfaites durant l'essai, on peut valablement considérer que ETM est égale à ETR. $Ev_{bac\text{ corrigée}}$ (mm) correspond à la valeur de l'évaporation sur une nappe d'eau libre corrigée par la relation proposée par Dancette (1976) :

$$Ev_{bac\text{ corrigée}} = ETP = 0,75 \times Ev_{bac} + 0,1$$

2.3.5.3. Suivi de la croissance et du développement

2.3.5.3.1. Observations phénologiques et mesure des paramètres de croissance

Les observations sur la phénologie ont concerné les dates de levée, de floraison (50% de fleurs épanouies), de formation des capsules, de maturité physiologique de ces dernières et de récolte. Les mesures agro-morphologiques ont porté notamment sur la hauteur de la plante (HP), la hauteur d'insertion de la 1^{ère} capsule (HC 1), et le nombre de rameaux primaires (NR1), secondaires (NR2) et total (NRTOT).

2.3.5.3.2. Indice foliaire

L'indice de surface foliaire ou *Leaf Area Index* (LAI) constitue un paramètre qui permet d'apprécier entre autres, la croissance et le développement de la culture (couverture du sol par la canopée). Il trouve des applications dans les domaines de la productivité, de la densité, de la pénétration du rayonnement solaire incident, de l'évapotranspiration. Il exprime un rapport de la surface de feuille par unité de surface de sol, et a été déterminé à l'aide d'un analyseur de surface foliaire de type LICOR modèle LAI 2000 (LICOR Inc., Lincoln, Nebraska, USA) qui permet une mesure *in vivo*, instantanée et non destructive.

Le principe de cet appareil repose sur la détermination du LAI moyen à partir de la différence entre le flux quantique mesuré au-dessus de la canopée (valeur de référence) et celui mesuré

en différents points en dessous de celle-là. La pénétration du rayonnement solaire à travers le couvert végétal fourni; ainsi une estimation de la structure de la canopée. Cette estimation était jadis obtenue par le biais d'une mesure destructive et fastidieuse de la surface foliaire d'une culture avec le planimètre. Au niveau de chaque parcelle, 3 répétitions ont été effectuées et les données recueillies correspondent respectivement au LAI moyen, au SEI (erreur standard de lecture du LAI), au DIFN (le pourcentage d'éclaircis) et au taux de couverture du sol (le complément à 100 du DIFN).

2.3.5.4. Suivi de l'état phytosanitaire des cultures

Durant toute la période de l'essai, l'état phytosanitaire des différentes variétés a été suivi. Ce suivi a consisté à effectuer des observations bi-hebdomadaires portant sur les différents organes des plantes (feuilles, tiges, fleurs et capsules). Ainsi, les attaques de nuisibles ont pu être matérialisées et les traitements adéquats réalisés en temps opportuns.

2.3.5.5. Suivi de l'état hydrique des plantes

L'état hydrique interne des plantes a été suivi par la méthode du contenu relatif en eau (CRE). Le CRE est un des paramètres physiologiques qui permettent de décrire, le bilan des échanges d'eau dans le *continuum* sol-plante-atmosphère.

Dans la présente étude le GRE ou teneur relative en eau (TRE) a servi comme paramètre de contrôle de l'état hydrique des plantes par rapport aux conditions hydriques optimales maintenues pendant toute la durée de l'essai chez toutes les variétés. C'est un paramètre qui caractérise l'état d'hydratation des cellules de la plante, par rapport à la pleine turgescence, à partir de la mesure de la quantité d'eau contenue dans les tissus foliaires.

Pour sa détermination, des disques foliaires prélevés dans la zone d'échantillonnage (Annexe IV-1 à IV-3) sont placés dans des fioles préalablement tarées puis hermétiquement fermés. Ces disques foliaires sont prélevés à l'aide d'un emporte-pièce bien acéré permettant d'effectuer une section franche de ces derniers. Le poids frais (PF) de ces échantillons est déterminé au laboratoire à l'aide d'une balance de précision type METTLER modèle METTLER AE 200. Par la suite, les disques sont mis à réhydrater dans les mêmes fioles remplies d'eau distillée, sous faible intensité lumineuse, et à la température du laboratoire. Dans ces conditions, le poids de turgescence maximale (PT) a été obtenu après 4 h. Lors de la pesée, le disque est essuyé avec du papier filtre Whatman n°2, ensuite enveloppé avec du parafilm déjà taré. Il faut également noter qu'une manipulation préliminaire sur le temps de réhydratation a permis de montrer que cette pleine turgescence est obtenue au bout de 3h. Après un séjour à l'étuve à 85°C jusqu'à poids constant (24h), le poids de matière sèche (PS) des mêmes disques a été obtenu. Par la suite, le CRE a été calculé suivant la relation proposée par Weatherley (1950 ; 1951) cités par Slatyer (1967) :

$$\text{CRE (\%)} = [(PF - PS)/(PT - PS)] \times 100$$

2.3.5.6. Analyse de la récolte

A la récolte, le rendement en graines par plante (RGP) et par variété (RGV), mais aussi le poids de matière sèche des tiges (PMST) ont été estimés par parcelle. Par ailleurs, les composantes du rendement que sont le poids de mille graines (P1000G), le nombre moyen de capsules par plante (NCP) ont été évalués. En outre, la longueur moyenne des capsules (LCAP), le nombre moyen de loges par capsule (NLOC), et le nombre moyen de graines par loge (NMGL) ont été déterminés. Les éventuelles corrélations entre le rendement obtenu et ses composantes ont également été étudiées

A partir de ce rendement en graines (RGV), de la production de matière sèche des tiges (PMST) et de la consommation en eau (ETR) des différentes variétés étudiées, l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) a été déterminée pour chacune d'elles. Elle s'exprime en kg de matière produite à l'hectare et par mm d'eau consommée, et a été calculée suivant les relations :

$$EUE_{Gr} = RGV/ETR \text{ et } EUE_{MST} = PMST/ETR$$

2.3.6. Méthode de traitement et d'analyse des données

Les données brutes obtenues ont été traitées à l'aide du tableur EXCEL, puis soumises à une analyse statistique. Les analyses de la variance (ANOVA), multivariées (ACP, AFD) et des régressions ont été effectuées à l'aide des logiciels SAS/STAT (SAS Institute Inc., Cary, USA) et STATITCF (version 5, ITCF). La comparaison des moyennes a été réalisée par le test de Student Newman-Keuls (SNK) aux seuils de 5%, 1%, et 0,1%.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

3.1.1. Caractéristiques climatiques du site expérimental

3.1.1.1. Pluviométrie

Au cours de la saison des pluies 1999, du 14 juin au 19 octobre, le cumul enregistré est de **568 mm**, avec 51 jours de pluie² La figure 5 présente la répartition mensuelle de cette pluviométrie. Pendant les mois d'août et de septembre, 73% de la pluviométrie cumulée ont été enregistrés. En comparaison avec la normale climatique 1951-80, cette saison est un peu moins arrosée avec un déficit de 7,3%. Par contre, elle est légèrement plus humide par rapport à la normale sèche 1961-90 soit un excédent de 9,5%.

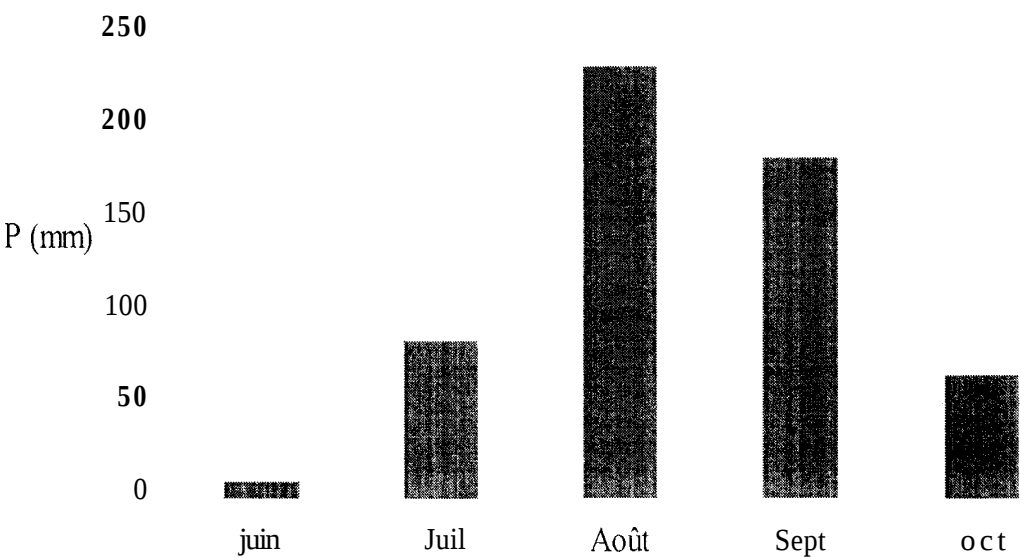


Figure 5 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (P en mm) de 1999.

Au cours de la période d'expérimentation (du 30 juillet au 25 novembre), le cumul pluviométrique enregistré est de 477 mm. Durant le cycle de développement du sésame, environ 89% de cette quantité d'eau est enregistrée durant les mois d'août (phase végétative) et de septembre (phase reproductive) avec un maximum de 48,4% pendant le mois d'août. Dans l'ensemble, les pluies sont très bien réparties dans le temps avec une moyenne journalière de 4 mm (Figure 6). Cependant, il faut noter que la période correspondant à la 6^e décade après le semis n'a reçu aucune quantité de pluie (Figure 7).

² Jour dont la hauteur d'eau de pluie est supérieure ou égale 0,1 mm.

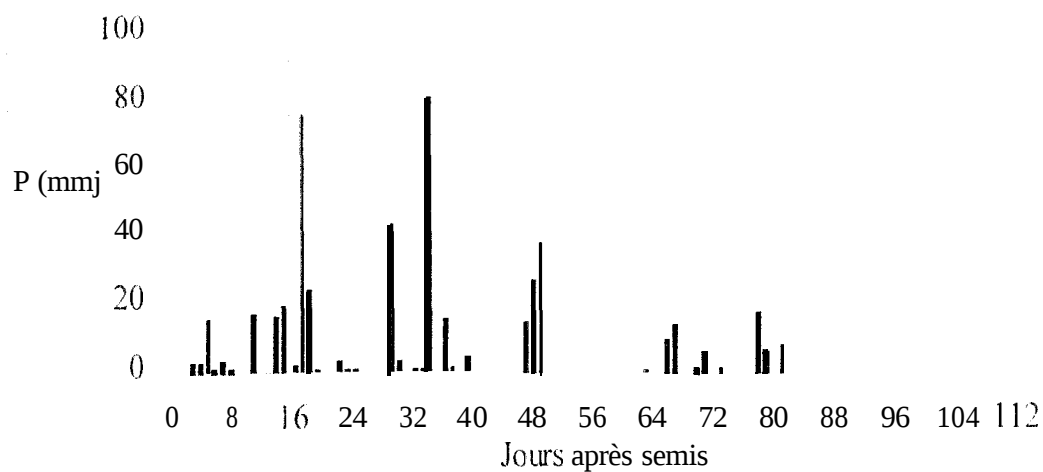


Figure 6 : Répartition journalière de la pluviométrie (P en mm) au cours du cycle de développement.

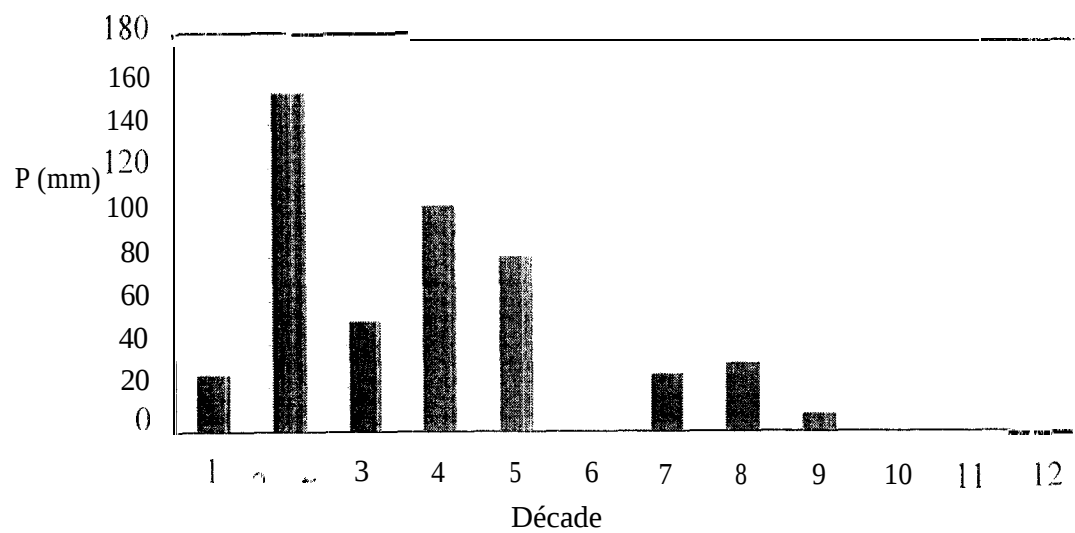


Figure 7 : Répartition décadaire de la pluviométrie (P en mm) au cours du cycle de développement.

3.1.1.2. Température

Les températures maximales et minimales ont enregistré de légères variations au cours du cycle de développement (Figure 8). Les minima ont évolué entre 13,6 et 33,2°C avec une moyenne de 23°C, et les maxima entre 23,7 et de 40°C avec une moyenne de 33,5°C.

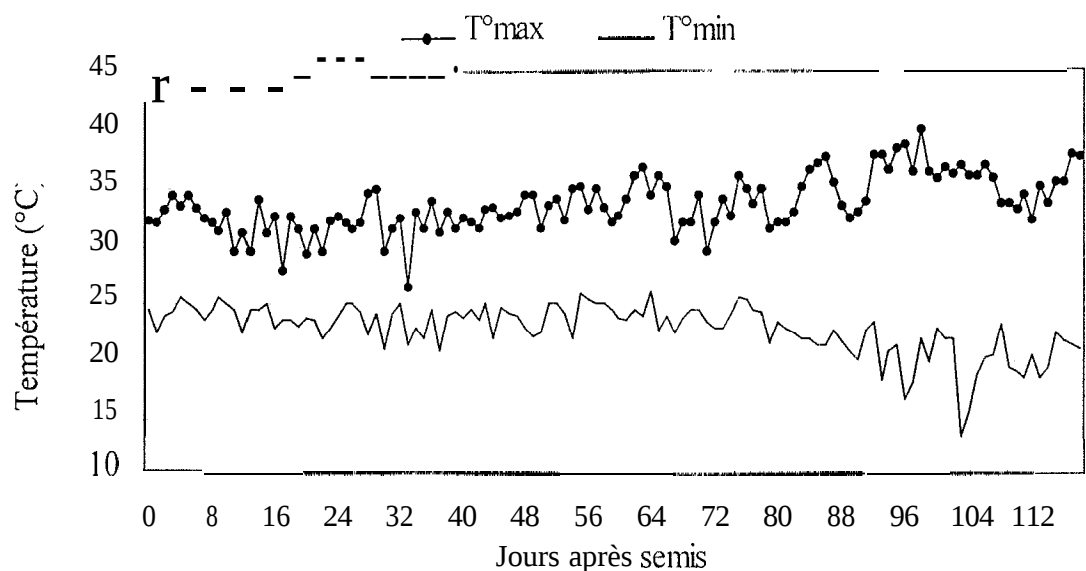


Figure 8 : Evolution des températures au cours du cycle de développement.

3.1.1.3. L’insolation

La figure 9 présente l’évolution de la durée d’insolation au cours de l’expérimentation. Elle varie entre 0 et 10,6 h, avec une moyenne de 6,9 h. Ces valeurs sont relativement faibles par rapport à la durée astronomique du jour qui tourne autour de 11.2 et 12,8 h avec une moyenne de 12 h. La faiblesse de la durée d’insolation est à mettre en relation avec l’importance de la nébulosité durant le cycle cultural.

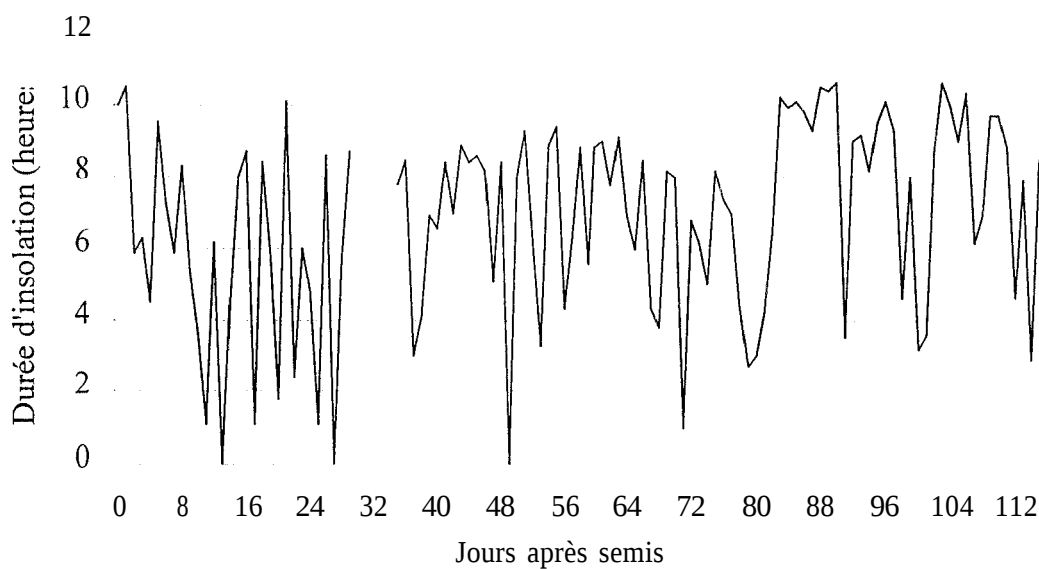


Figure 9 : Evolution de la durée d’insolation au cours du cycle de développement.

3.1.1.4. Humidité relative

l'évolution des maxima et des minima de l'humidité relative de l'air (Figure 10) montre une variation de 1 à 100 % avec une moyenne de 51,7%, et de 64 à 100% avec une moyenne de 96% respectivement. A la fin de cycle, les valeurs de l'humidité sont plus basses que celles enregistrées au début du cycle du sésame

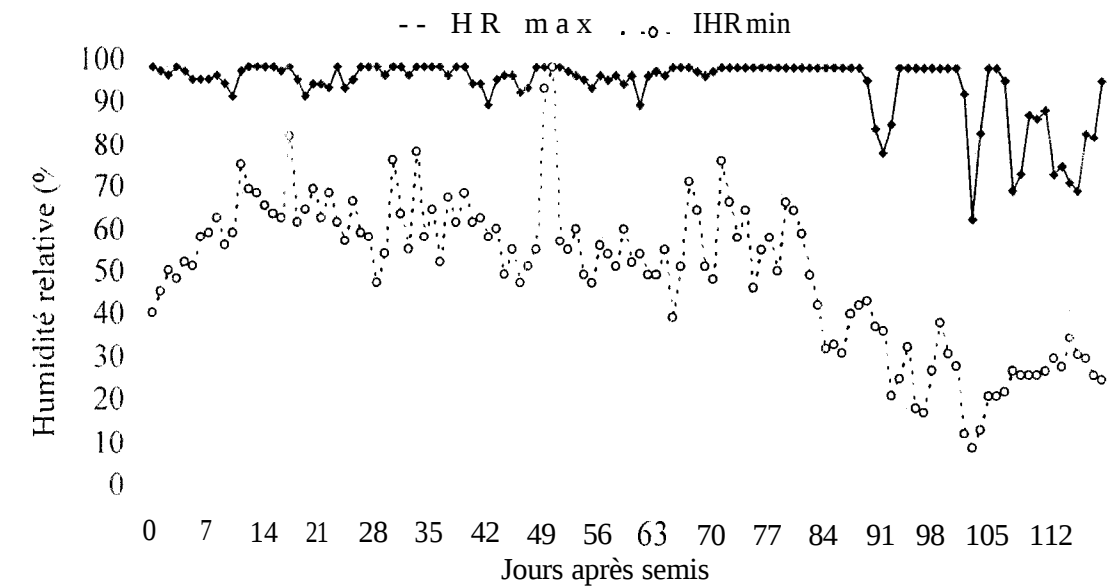


Figure 10 : Evolution de l'humidité relative de l'air au cours de l'expérimentation

3.1.1.5. Vitesse du vent

La vitesse du vent mesurée à deux mètres du sol est en moyenne de 3 m.s⁻¹ avec un maximum de 5,1 m.s⁻¹ et un minimum de 0,5 m.s⁻¹ (Figure 11 j). L'intensité des vents a été plus forte au début qu'à la fin du cycle

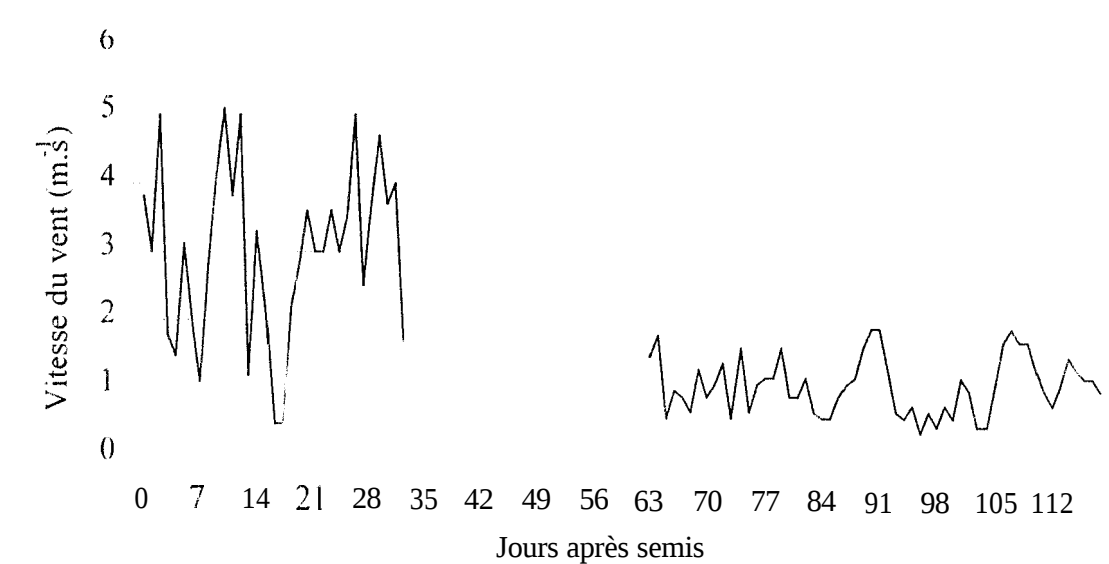


Figure 11 : Evolution de la vitesse du vent durant le cycle de développement.

Ceci peut être expliqué par l'accroissement des manifestations pluvio-orageuses dans la première moitié du cycle cultural du sésame.

3.1.1.6. Evapotranspiration potentielle (ETP)

L'ETP a légèrement varié autour d'une moyenne de 4,67 mm durant le cycle de développement du sésame (Figure 12).

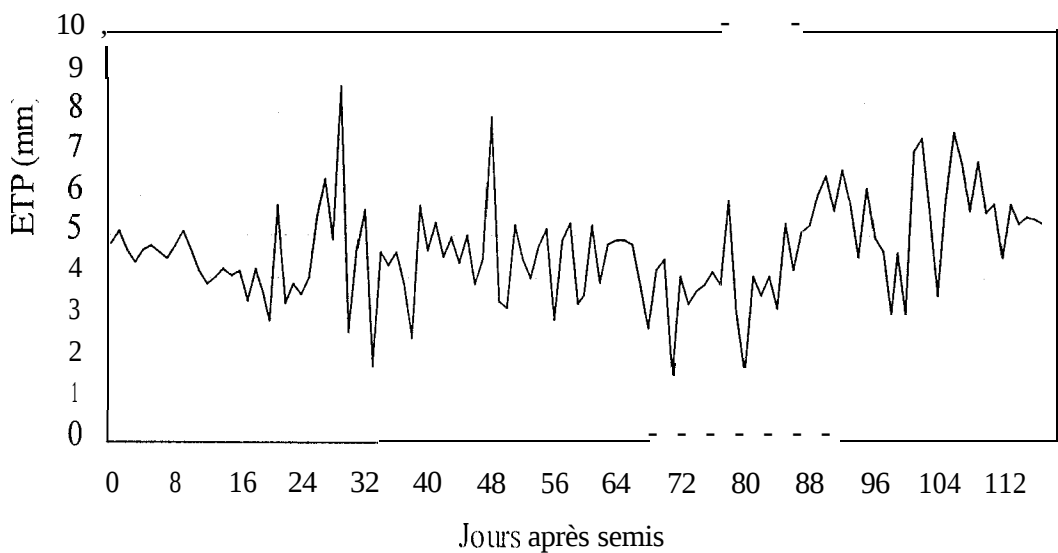


Figure 12 : Variation de l'évapotranspiration potentielle (ETP) au cours du cycle de développement.

Les valeurs extrêmes, inférieures et supérieures, sont respectivement 1,67 et 8,65 mm. Cependant, les valeurs de l'ETP sont légèrement plus élevées en fin de cycle. Ceci est à mettre en relation avec la baisse de la vitesse du vent et de l'humidité relative de l'air. et de l'augmentation de l'insolation et de la température pendant cette période. Il apparaît ainsi que l'ETP à Bambey au cours de la saison des pluies 1999 semble être plus liée à l'énergie radiative (rayonnement, température et insolation) qu'à celle advective (vent).

3.1.2. Etat phytosanitaire

Au cours de l'expérimentation le parasitisme a été faible. Ainsi, l'état phytosanitaire des variétés a été assez satisfaisant. Malgré les traitements préventifs réguliers appliqués, quelques attaques d'insectes se sont manifestées. En effet, les plantules de sésame ont été envahies par les pucerons de l'espèce *Myzus persicae* au stade précoce de croissance. Ces piqueurs-suceurs ont disparu après les grosses pluies d'août. ne laissant sur place que des dégâts mineurs avec des feuilles légèrement recroquevillées vers la face inférieure.

Les attaques des acariens trétransyriques ont été par contre assez visibles mais variables selon la variété. A l'exception de la variété Ceraas-l-98 qui est restée indemne. toutes les autres ont manifesté l'acarbose dont les symptômes caractéristiques ont été :

- une coloration bronzée des nouvelles feuilles, bourgeons et capsules ;
- un aspect rabougri du port ;
- un avortement de quelques fleurs juste avant la nouaison dans certains cas.

Les variétés les plus sensibles aux attaques des acariens ont été celles à cycle tardif ou à biomasse aérienne importante : Primoca, Yendev 55 et Cross n°3. En outre, la présence sporadique de la chenille du lépidoptère *Antigastra catalaunalis* et de la larve de la mouche *Asphondylia sesami* a également été notée. Des traitements au diméthoate ont ainsi été appliqués au besoin, et ont permis de remédier à ces attaques.

Enfin, vers la fin du cycle, l'*oidium* s'est manifesté chez toutes les variétés. Des plages de feutrage blanc ont débuté au niveau des feuilles du bas, et ont progressivement évolué vers le haut de la tige. Cette mycose est exceptionnelle chez le sésame, mais peut vraisemblablement être favorisée par l'ombrage et la forte humidité qui régnaient sous les pieds du fait de la bonne couverture du sol. Aucun traitement n'a été appliqué du fait de son apparition tardive coïncidant avec la maturité et le début de la sénescence des plantes.

3.1.3. Contenu relatif en eau

Le contenu relatif en eau (CRE) des feuilles a servi comme paramètre d'appréciation de l'état hydrique des plantes. Compte tenu de la durée du cycle des variétés étudiées, une ANOVA a été effectuée sur une période commune (du 24 au 59^e jas), après une transformation puissance de certaines données. Il apparaît que les valeurs de CRE n'indiquent pas de différences significatives entre variétés ($p = 0.24$). La figure 13 montre son évolution pendant cette période indifféremment de la variété.

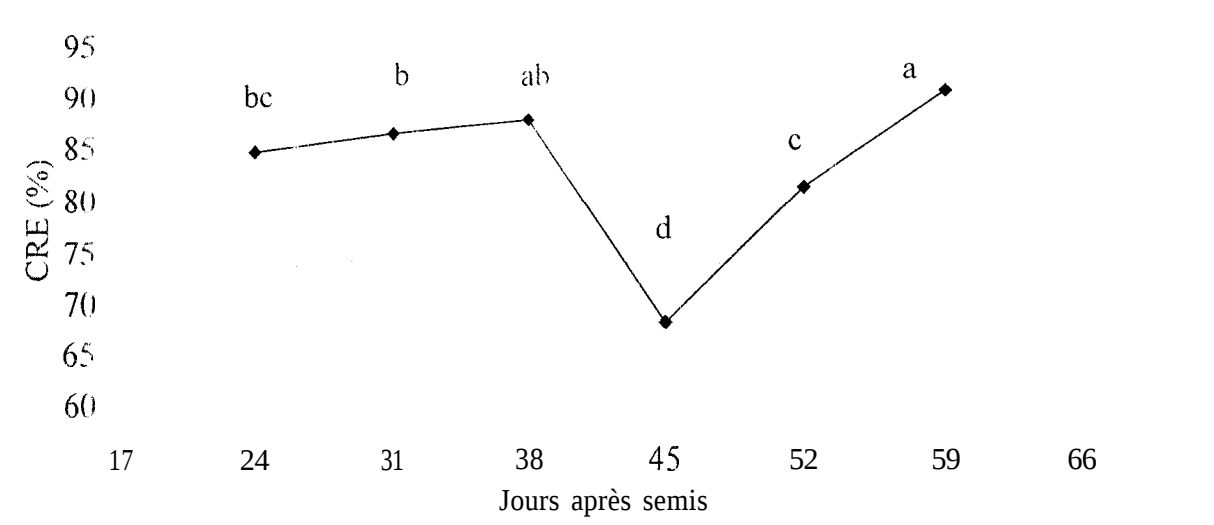


Figure 13 : Evolution du contenu relatif en eau (CRE) des feuilles du 24 au 59^e jas.

On peut constater que le CRE est resté constant du 24^e au 38^e jas. Par contre, il a montré une baisse de 22% au 45^e jas qui coïncide avec une décade sans pluies (Figure 7). Toutefois, il faut noter que malgré cette baisse, un CRE de 70%, correspondant à des conditions

d'alimentation hydrique encore satisfaisantes, a été maintenu. Par ailleurs, on a remarqué que les CRE obtenus aux 52" et 59' jas sont respectivement plus faibles et plus élevés par rapport à la période du 24 au 38" jas. Cette différence serait notamment liée aux stades de développement de la plante (phase végétative et phase reproductive).

3.1.4. Phénologie

La levée a été observée à partir du 3" jas pour être effective (taux de levée maximal) chez toutes les variétés au 7" jas. Le tableau 2 montre le taux de levée des 7 variétés à 14 jas au niveau de la parcelle utile.

Tableau 2 : Taux de levée (TL en %) des 7 variétés à 14 jas.

Variétés	32-15	38-1-7	Ceraas-l-98	Cross n°3	Jaalgon 128	Primoca	Yendev 55
TL (%)	87	95	75	95	94	98	90

Le pourcentage de levée moyen, pour l'ensemble des variétés est de 91%. Toutefois, la variété Ceraas-l-98 a enregistré la plus faible levée, de 75% soit 16% de moins par rapport à la moyenne. Cette levée relativement plus faible semble être liée à une caractéristique intrinsèque des semences plutôt qu'aux conditions de germination. Ceci est d'autant plus probable que les semences (38-l-7 et Ceraas-I-98) utilisées n'ont que 9 mois d'âge. D'ailleurs, le test de germination préalablement effectué en 1998 indique les mêmes tendances (Annexe V).

Au cours de l'essai, le suivi du cycle phénologique a permis de distinguer les phases ainsi qu'il suit :

- une phase végétative de croissance lente, correspondant à l'installation des racines secondaires et du pivot suivi d'une période de croissance rapide correspondant au développement des parties aériennes ;
- une phase de floraison et de formation des capsules caractérisée par l'apparition des boutons floraux qui vont s'épanouir pour donner des capsules ;
- une phase de maturation marquée par un arrêt de croissance des feuilles, de la tige et de la floraison, un jaunissement progressif des feuilles et des capsules du bas vers le haut de la plante, et une chute importante des feuilles indiquant la maturité physiologique des capsules. A partir de ce moment, les capsules ont été récoltées avant leur ouverture par déhiscence. A chacune de ces phases correspondent probablement des besoins en eau différents si l'on se réfère aux Kc. Les stades caractéristiques des phases phénologiques suivant les variétés sont présentés au tableau 3.

Tableau 3 : Phases du cycle phénologique des 7 variétés étudiées.

	Date d'apparition (jours après semis)				
	Levée	Boutons floraux	Fleurs épanouies	Première capsule	Maturité capsules
32-15	3	34	38	45	83
38-1-7	3	34	38	45	83
Ceraas-1-98	3	20	22	31	66
Cross n°3	3	38	45	52	90
Jaalgon 128	3	34	38	45	83
Primoca	3	53	57	69	118
Yendev 55	3	38	45	52	90

La variété Ceraas-1-98 est très précoce avec un cycle de 66 jours. Les variétés 32-15, 38-1-7 et Jaalgon 128 d'une part, et Cross n°3 et Yendev 55 d'autre part, ont eu respectivement un cycle d'environ 83 et 90 jours. La variété Primoca a indiqué le plus long cycle avec 118 jours

3.1.5. Suivi du bilan hydrique et consommation en eau des variétés

3.1.5.1. Conditions de réalisation

Les valeurs d'humidité au niveau des différentes cotes ont été déterminées à partir de l'équation, $H_v = 0.0503 \times N_r - 2.947$, de la droite de régression, obtenue après l'étalonnage de la sonde (Figure 14). La bonne corrélation obtenue ($R^2 = 0,91$) permet d'utiliser valablement cette relation pour la détermination de l'humidité du sol pendant la période du suivi.

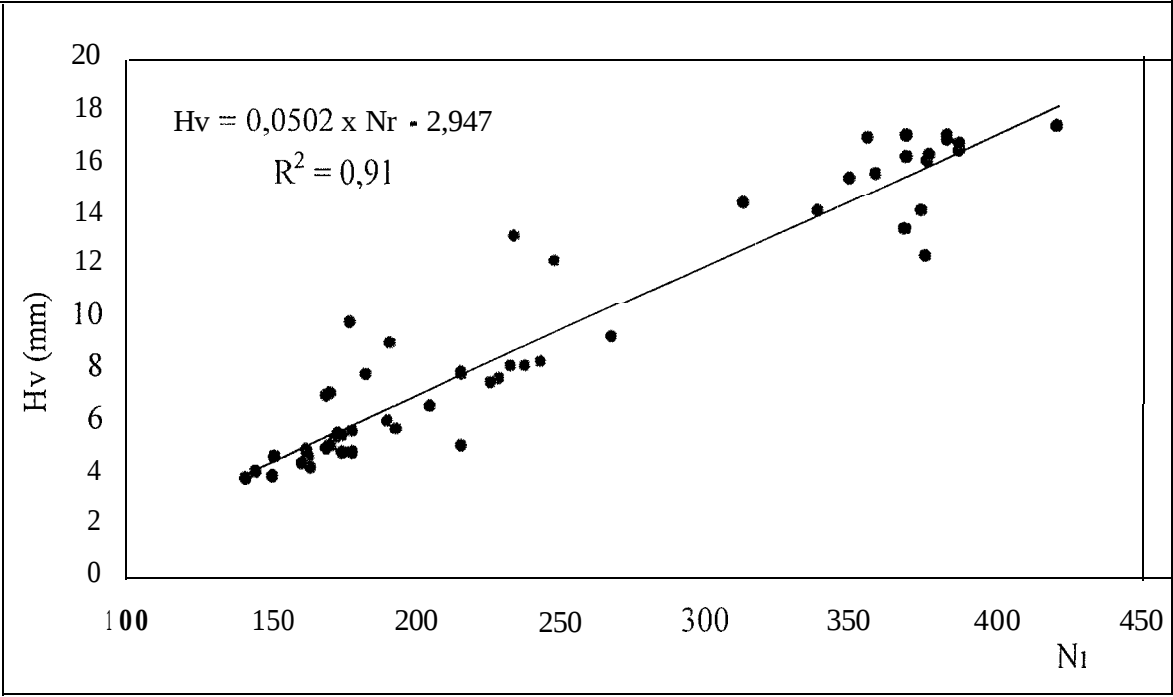


Figure 14 : Droite d'étalonnage de la sonde à neutrons Troxler T7 sur le site de l'essai.

Deux hypothèses ont été considérées au niveau du ruissellement et du drainage pour le suivi du bilan hydrique et ont permis d'utiliser l'équation simplifiée du bilan hydrique.

Dans un premier temps, des tubes d'accès de 3,40 à 3,80 m de long ont été utilisés. Cette précaution permet d'intégrer tous les apports dans la variation des stocks. En outre, pour toutes les parcelles, le niveau du front d'humectation est toujours resté inférieur à la profondeur maximale du tube (Figure 15). Le cumul des humidités jusqu'au niveau le plus bas de ce front permet d'annuler ou de négliger les quantités d'eau percolées en profondeur d'une part, et de considérer toute l'eau utilisable par les plantes pendant l'expérimentation d'autre part.

La seconde hypothèse qui porte sur l'absence du ruissellement à l'intérieur des parcelles n'a pas été tout à fait vérifiée. En effet, malgré le buttage des parcelles, elles ont été envahies par moments (deux grosses pluies). L'ETR durant ces périodes a donc été surestimée à cause du ruissellement. Ces valeurs surestimées de l'ETR ont été remplacées par des estimations, à partir de moyenne entre dates, afin d'aboutir à des valeurs de la consommation en eau des variétés étudiées.

3.1.5.2. Evolution des profils hydriques

La figure 15 présente la dynamique de l'eau dans le sol pour les variétés Ceraas-1 -98, 32-1 5 et Primoca. Elle peut se résumer en une phase d'humectation qui fait suite à la phase de fin de saison sèche, une phase de ressuyage et une phase de dessèchement des horizons.

La phase d'humectation du sol représentée sur les profils hydriques se traduit par une recharge des horizons de surface d'abord. Puis, il y a une tendance progressive vers leur saturation, en réponse aux importantes quantités d'eau tombées entre août et septembre qui constituent les mois les plus pluvieux (Figure 5). Les profils hydriques sont relativement similaires entre variétés respectivement de 70, 90 et 120 jours (Figure 15a, b et c).

Cette phase d'humectation des horizons de surface matérialisée par le "ventre" d'humectation a été suivie d'une phase de t-essuyage. Ainsi, on note une redistribution de l'eau de la surface vers les profondeurs. Enfin, il faut noter que malgré le dessèchement plus rapide des horizons de surface, l'humidité est restée assez élevée (10 à 15 mm) en profondeur notamment dans le premier mètre, durant la période de l'essai.

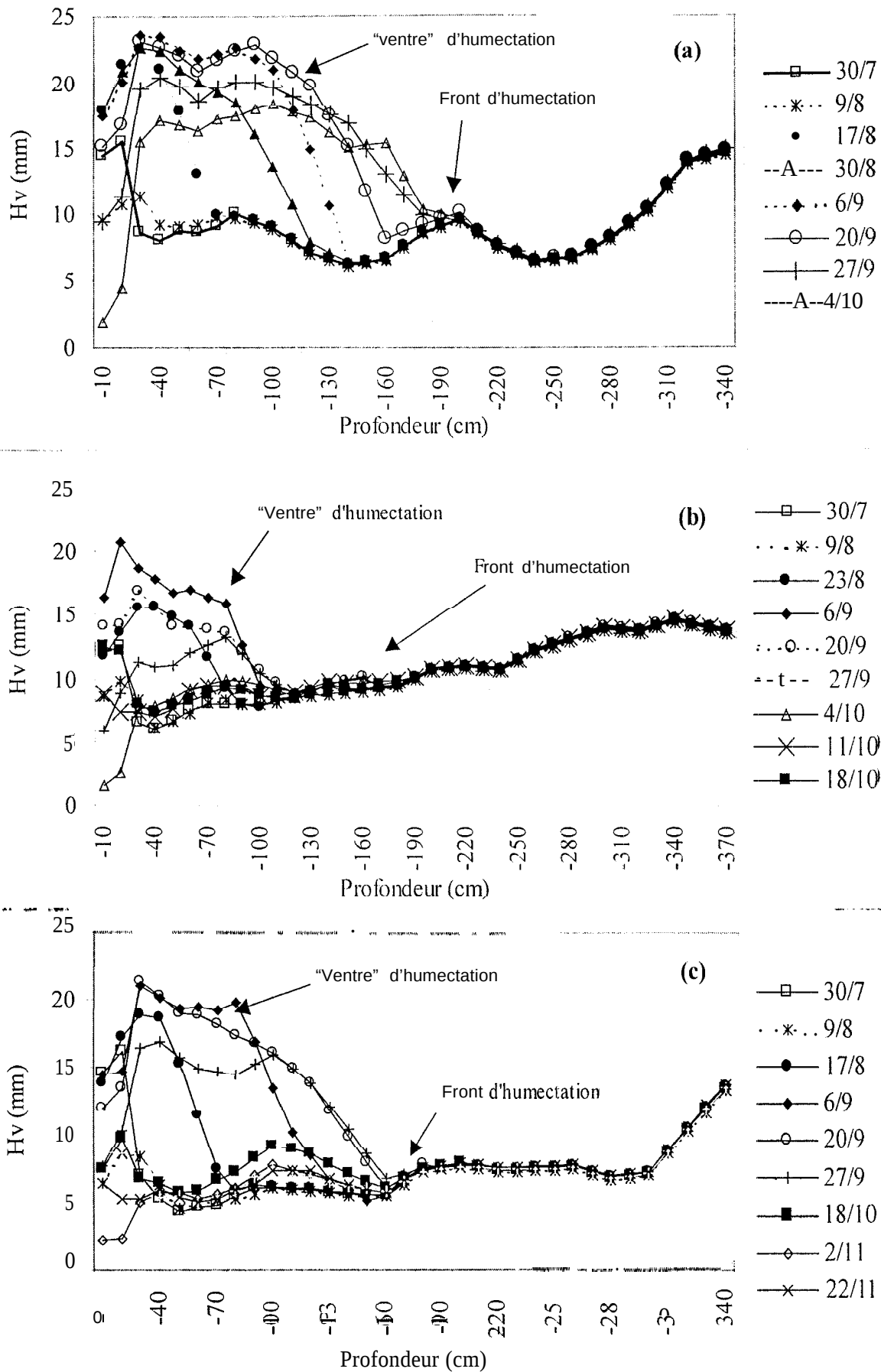


Figure 15 : Evolution des profils hydriques au cours du cycle culturel des variétés Ceraas-l-98 (a), 32-15 (b) et Primoca (c).

La dépression notée autour de GO-70 cm permet de supposer que cette tranche de sol abrite l'essentiel du système racinaire des plantes, et constitue la zone préférentielle d'absorption de l'eau.

3.1.5.3. Evolution des stocks d'eau dans le sol

Pour l'ensemble des variétés étudiées, les stocks d'eau dans le sol ont été calculés en prenant comme référence la cote de 270 cm correspondant au niveau du front d'humectation le plus profond. Pour chaque variété, la moyenne des trois parcelles correspondantes a été considérée. La figure 16 donne l'évolution des stocks au cours de l'expérimentation. On peut remarquer que durant les 10 premiers jours du cycle, les stocks d'eau n'ont varié que légèrement, entre 200 et 250 mm, selon les variétés. Une tendance à une réduction a été observée pendant cette période chez toutes les variétés. Par la suite, les quantités d'eau dans le sol augmentent rapidement et atteignent entre 300 et 350 mm à partir du 52^e jas. Cependant, il faut noter que ces stocks d'eau ont légèrement diminué autour du 45^e jas du fait de la décade sans pluies enregistrée (Figure 7). Toutefois, cette chute ne semble pas avoir significativement affecté les stocks d'eau qui se sont relativement maintenus avant de retrouver leur niveau minimum entre 66 et 73 jas, selon les variétés. Par ailleurs, les variations des stocks suivent celle de la pluviométrie (Figure 7).

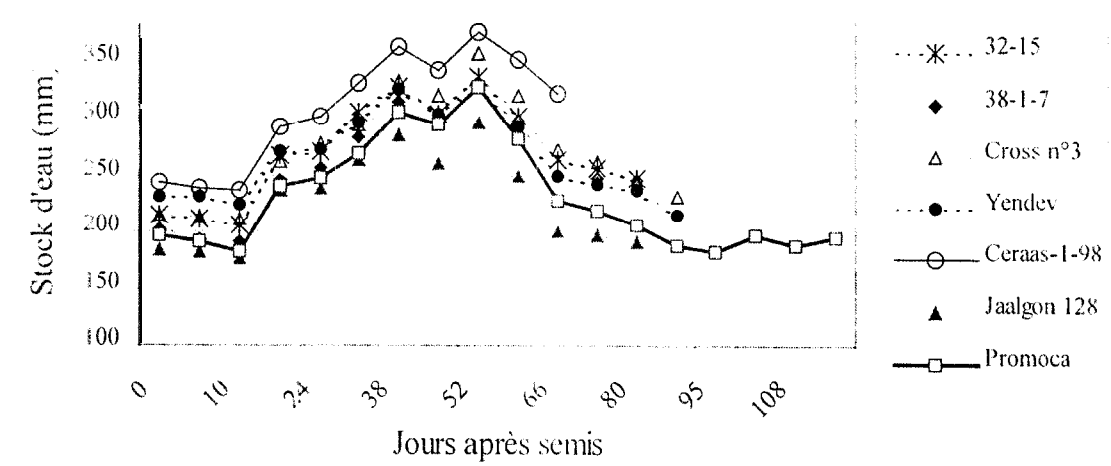


Figure 16 : Evolution des stocks d'eau dans le sol (O-270 cm) au cours du cycle de développement.

3.1.5.4. Les coefficients culturaux

Les valeurs des coefficients culturaux (Kc) hebdomadaires au cours du cycle de développement ne présentent pas de différence significative entre les variétés étudiées. En effet, dans l'ensemble ni un effet bloc ni un effet variétal n'ont été révélés. Un effet significatif entre variétés des Kc a été montré au 31^e jas. 38-1-7, Jaalgon 128 et Ceraas-1-98

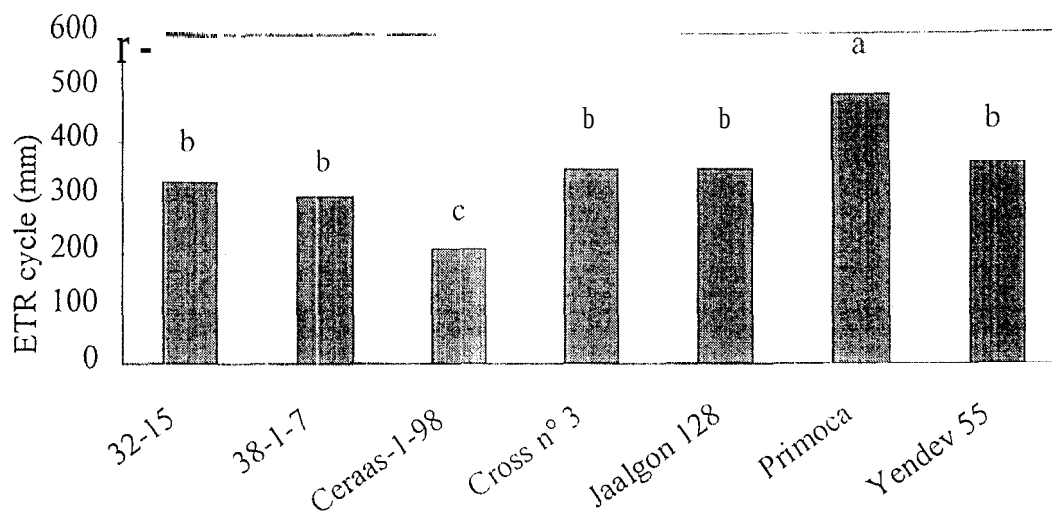


Figure 18 : Consommation en eau (ETR) des variétés étudiées.

Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0.1% (test de SNK).

3.1.6. Suivi agro-morphologique

3.1.6.1. Indice foliaire (LAI)

Les mesures hebdomadaires ont permis de suivre la croissance de l'appareil foliaire durant l'expérimentation. L'indice foliaire présente la même allure pour toutes les variétés. En effet, l'évolution de l'indice foliaire est caractérisée respectivement par un accroissement relativement lent (19 à 31 jas) suivi d'une augmentation rapide pour atteindre un maximum à 38 jas pour Ceraas-l-98. 70 jas pour Primoca et entre 52 et 59 jas pour les autres variétés (Figure 19). A partir de ce maximum, l'indice foliaire reste relativement constant avant de diminuer de façon plus ou moins rapide jusqu'à la récolte.

Hormis, les dates du 19^e et du 31^e jas, un effet significatif entre les variétés a été noté (SNK $p = 5\%$). Ainsi, il ressort que jusqu'au 38^e jas, il n'y a pas de différence significative entre les variétés pour l'indice foliaire. Par contre, au 45^e jas, Ceraas-l-98 présente un indice nettement inférieur (2,32), alors que Cross n°3 (4,46 et 5,96) et Yendev 55 (3,84 et 5,07) ont des indices supérieurs entre les 45^e et 52^e jas. Enfin, à partir de 69^e jas, Primoca, indique un indice foliaire nettement plus important (6,20) que celui des 5 autres variétés. Cette évolution de l'indice foliaire est déterminée à la fois par le port (plus ou moins ramifié) et la durée (70 à 120 jours) du cycle des variétés étudiées.

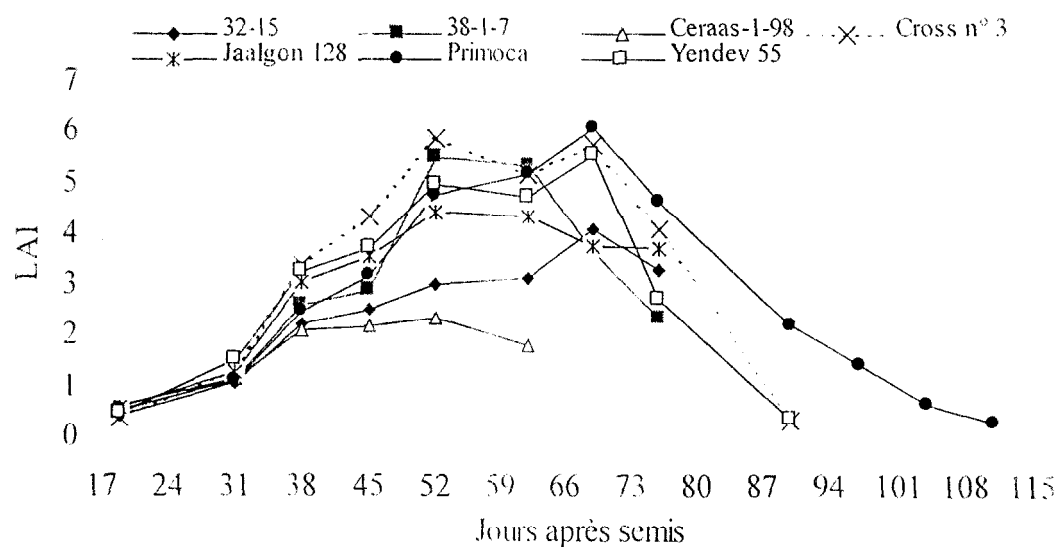


Figure 19 : Evolution de l'indice foliaire (LAI) au cours du cycle de développement.

3.1.6.2. Taux de couverture du sol

L'évolution du taux de couverture du sol est similaire à celle de l'indice foliaire (Figure 20). Jusqu'au 38^e jas. toutes les variétés ont une croissance presque équivalente et un taux de couverture du sol voisin de 90%. Ensuite, une diminution du taux de couverture a été observé pour Ceraas- 1-98. Par contre, pour 32- 5, 38-1-7 et Jaalgon 128, la couverture du sol augmente légèrement et atteint un maximum voisin de 100% avant de diminuer à partir du 69^e jas. Enfin, les variétés Cross n°3, Yendev 55 et Primoca continuent à développer leur appareil foliaire jusqu'à couvrir entièrement le sol. La diminution du taux de couverture suite à la chute d'une bonne partie des feuilles a débuté à partir du 76^e jas pour Yendev 55 et Cross n°3, et du 90^e jas pour Primoca.

L'analyse statistique a été effectuée dans le but de caractériser la croissance de chacune des variétés. Elle n'a pas révélé d'effet bloc, par contre, un effet variétal significatif (SNK $p = 5\%$) a été noté à partir du 38^e jas. En effet, Ceraas-1-98 montre une couverture nettement inférieure, tandis que toutes les autres variétés indiquent une couverture équivalente. Cependant, dans ce dernier groupe, on peut distinguer le sous groupe composé des variétés Yendev 55, Cross n°3 et Primoca, lesquelles sont caractérisées par un feuillage plus abondant et plus touffu.

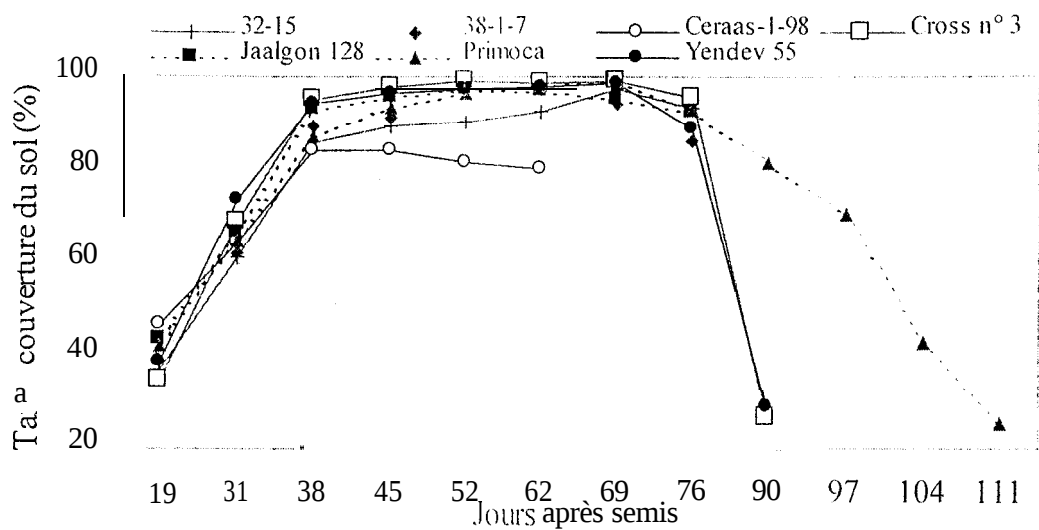


Figure 20 : Evolution du taux de couverture du sol par variété.

3.1.6.3. Paramètres de croissance

Le tableau 5 et la figure 2 1 présentent les résultats du suivi de la croissance des variétés étudiées.

Tableau 5 : Paramètres de croissance par variété.
Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 5% (test de SNK)

Variétés	HP	HC1	NRTOT
32-15 --	141"	56"	6"
38-1-7	141"	73"	7'
Ceraas- 1-98	87"	22'	0"
Cross n°3	164""	96'	9 ^c
Jaalgon 128	158 ^{bc}	70 ^{dc}	9'
Primoca	223"	168 ^a	24"
Yendev 55	180 ^b	111 ^h	16"

L’analyse révèle que Primoca et Ceraas- 1-98 ont respectivement la plus grande (223 cm) et plus petite taille (87 cm). Les variétés 32-15, 38-1-7 ont des HP similaires (141 cm) et statistiquement inférieures à celle: de Yendev 55 (180 cm). Enfin, pour Jaalgon 128, Cross n°3 qui présentent la même hauteur (160 cm), le test de SNK permet de les considérer comme intermédiaires entre les deux groupes précédents. Par ailleurs, la figure 21 semble révéler un rythme de croissance similaire (25 à 59 jas) chez toutes les variétés. En outre, on peut noter un arrêt de croissance lié à la maturation.

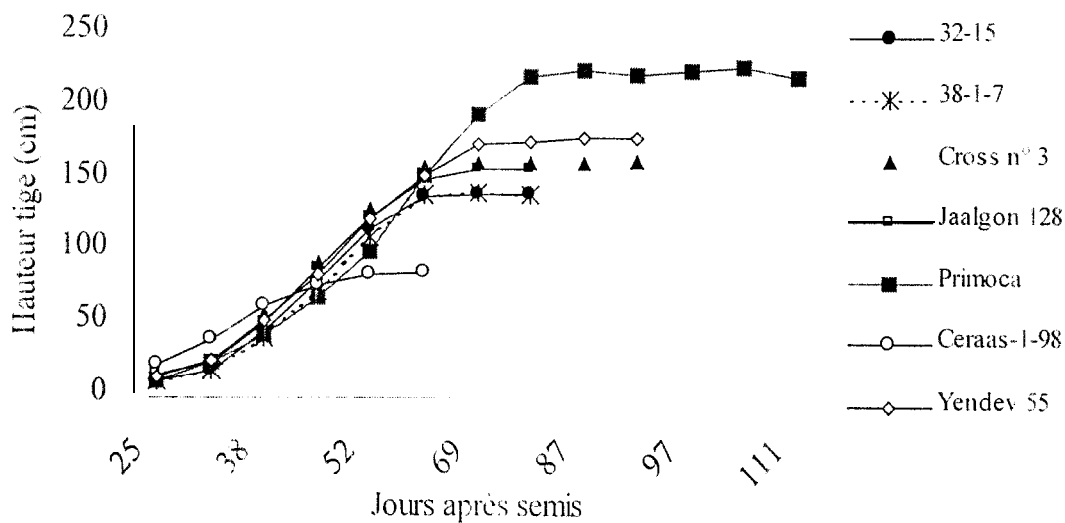


Figure 21 : Evolution de la tige principale des variétés.

Pour ce qui est de la hauteur d’insertion de la première capsule, l’analyse montre que Ceraas-1-98 a un niveau plus bas (22 cm) que 32-15, 38-1-7 et Jaalgon 128 qui sont identiques (en moyenne 66 cm). Pour les autres variétés, le niveau d’insertion de cette capsule est plus haut chez Cross n°3 (96 cm) et Yendev 55 (111 cm) et davantage pour Primoca (168 cm).

Pour l’architecture aérienne, on peut noter que Primoca et Yendev 55 sont les variétés les plus ramifiées avec respectivement une moyenne de 24 et 16 rameaux. Les variétés Cross n°3, 32-15, 38-1-7 et Jaalgon 128 sont moins ramifiées et ont le même nombre de rameaux (en moyenne 8 rameaux), tandis Ceraas-1-98 en est dépourvue.

3.1.7. Rendement et ses composantes

3.1.7.1. Poids de matière sèche des tiges (PMST)

Après avoir utilisé la transformation logarithmique, les PMST sont statistiquement différents et le test de SNK permet de distinguer 3 groupes (Figure 22) : Primoca avec un PMST important et nettement supérieur à celui de Ceraas-1-98 qui présente le PMST le moins important, alors que 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128, Cross n°3 et Yendev 55 présentent un PMST similaire et entre les 2 groupes précédents.

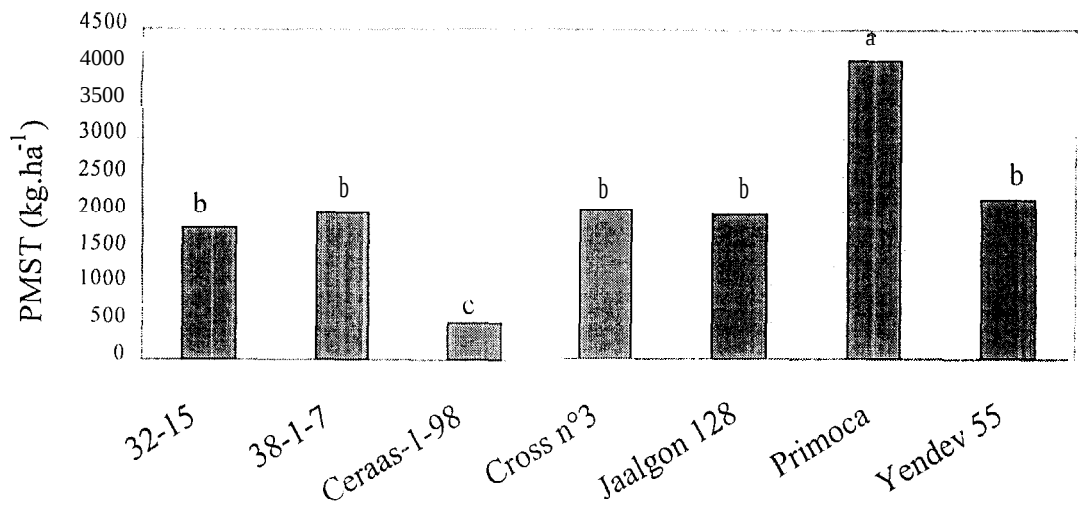


Figure 22 : Production de matière sèche des tiges (PMST) chez les 7 variétés étudiées. Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0.1% (Test de SNK).

3.1.7.2. Rendement en graines

La figure 23 donne le rendement en graines des variétés (RGV). Les résultats de l’ANOVA montrent que les variétés 32-15, 38-3 -7. Jaalgon 128 et Cross n°3 ont des rendements équivalents et nettement supérieurs à ceux de Ceraas- 1-98. Primoca et Yendev 55.

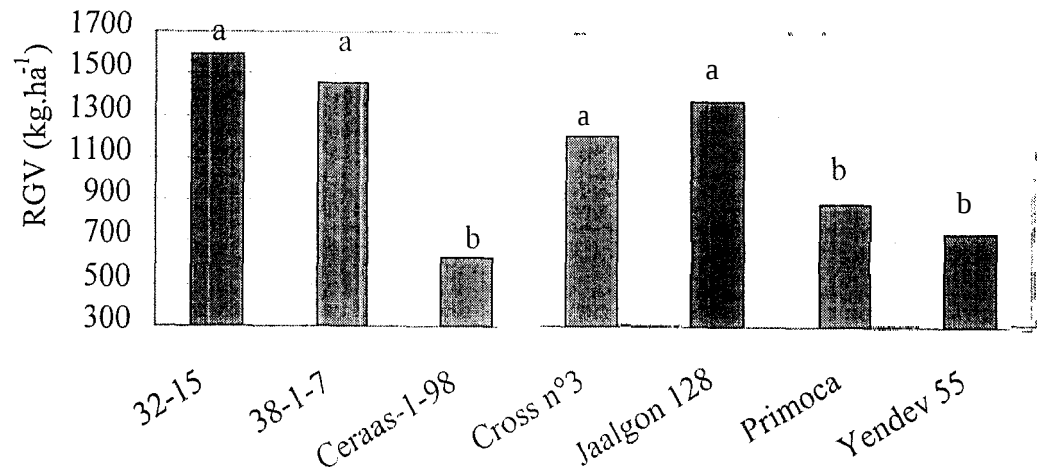


Figure 23 : Rendement en graines (RGV) des variétés étudiées, Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0.1% (Test de SNK).

3.1.7.3. Efficience d’utilisation de l’eau (EUE)

Les efficacités d’utilisation de l’eau pour la production de matière sèche (EIJEMST) et de graines (EUEGr) sont présentées à la figure 24.

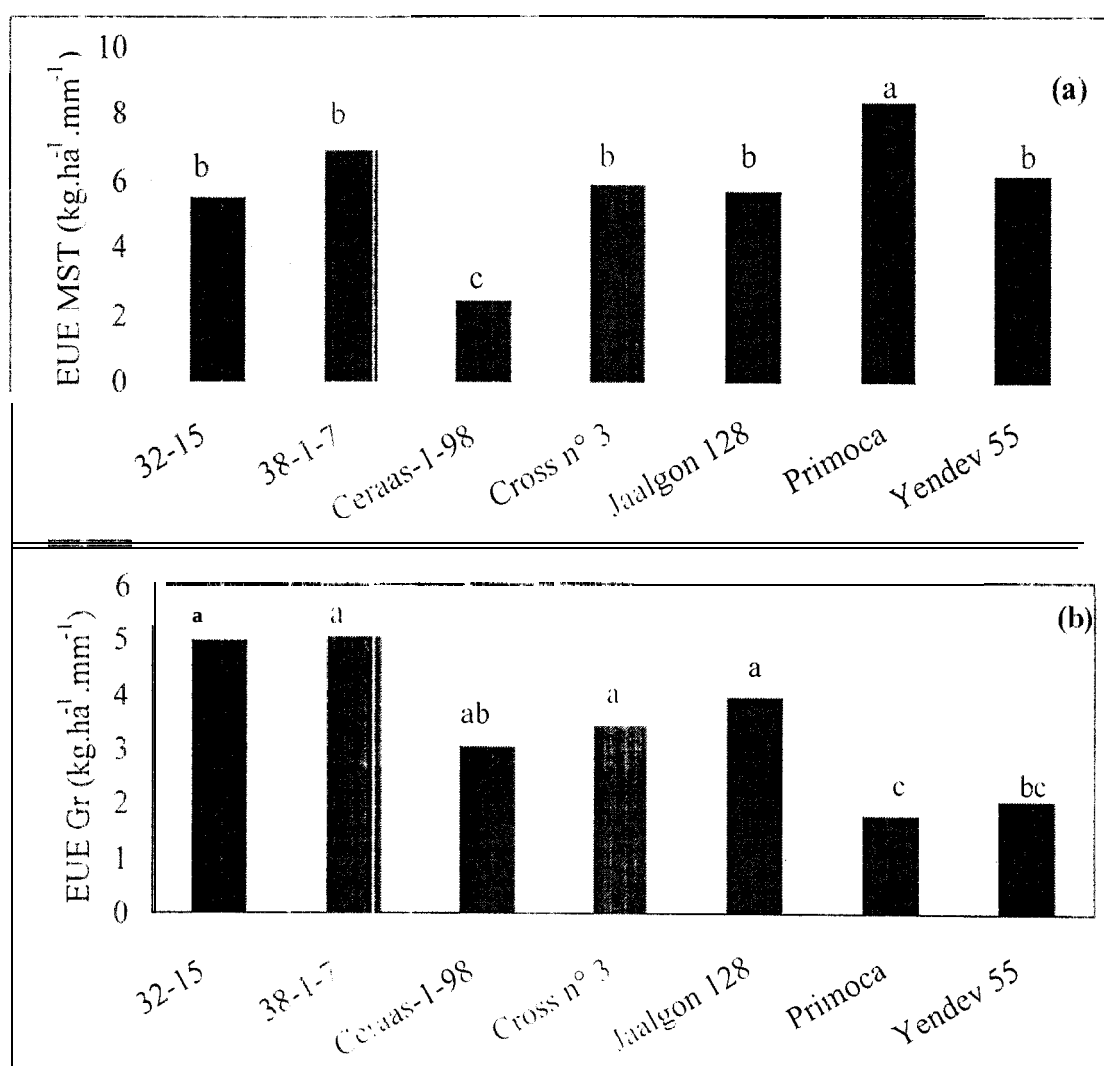


Figure 24 : Efficience d'utilisation de l'eau pour la production de matière sèche des tiges (EUEMST) (a) et pour les grains (EUEGr) (b).

Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0,1% pour EUEGr et 1% pour EUEMST (Test de SNK).

Il ressort que pour la production de matière sèche des tiges, Ceraas-1-98 montre une EUE statistiquement inférieure à celle des 6 autres variétés. Par contre, la variété Primoca, même si par rapport aux 6 autres variétés elle produit une quantité de matière sèche significativement plus importante (Figure 22), son EUE reste similaire à celle de ces dernières

Pour ce qui est du rendement en grains. Primoca utilise moins efficacement l'eau par rapport à 32-1 5, 38-1-7. Jaalgon 1 28 et Cross n°3 qui ont été les variétés les plus efficaces. Yendev 55 et Ceraas- 1-98 ont des efficacités intermédiaires mais statistiquement différentes respectivement de celle de Primoca et du groupe des 4 autres variétés.

3. 1.7.4. Poids de mille grains (P1000G)

La figure 25 présente les moyennes des poids de mille grains (P1 000G) des variétés étudiées. L'analyse statistique, après transformation logarithmique, montre un effet variétal sur ce paramètre. Le test de SNK permet de distinguer les variétés : 32-1 5, Cross n°3 et Ceraas-1-98

avec des P1000G respectifs de 2,97, 2,44 et 2,08 g.. Les variétés Jaalgon 128, Primoca et Yendev 55 montrent des P1000G similaires et intermédiaires entre 32-15 et Cross n°3, alors que 38-1-7 présente un P1 000G intermédiaire entre Cross n°3 et Ceraas-l-98.

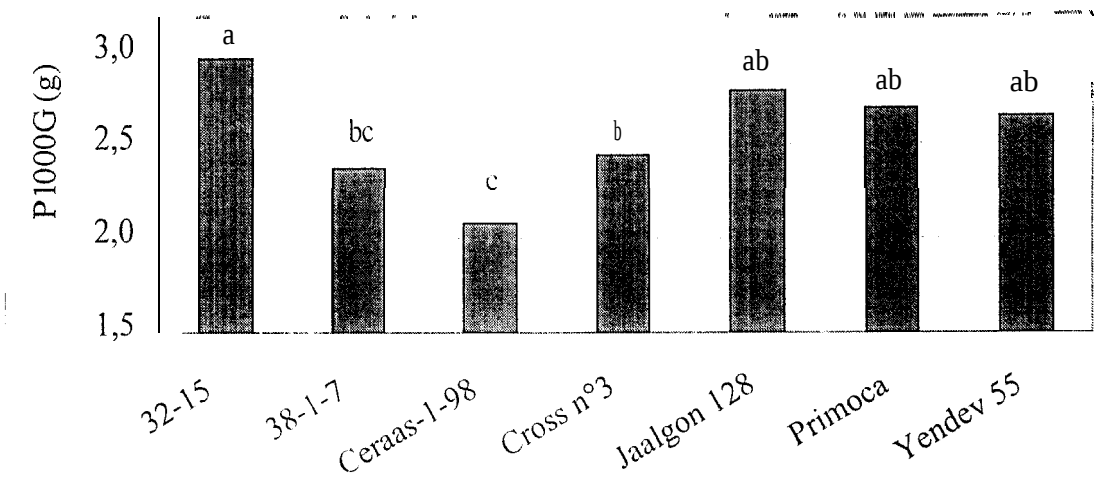


Figure 25 : Poids de mille graines (P1 000G) des 7 variétés étudiées.
Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0.1% (Test de SNK)

3.1.7.5. Composantes du rendement

Après la détermination des rendements en graines et en matière sèche, une analyse plus poussée de ces résultats à travers des composantes caractéristiques des variétés étudiées a été réalisée.

Ainsi, pour caractériser les variétés, des paramètres ont été déterminés respectivement à l'échelle de l'individu ou pied (NCP) et de la capsule (LCAP, NLOC, NMGL et NGC). Pour NCP, les résultats indiquent une valeur moyenne similaire de 72 chez toutes les variétés. Par ailleurs, le tableau 6 présente les caractéristiques des capsules des variétés étudiées.

Tableau 6 : Caractéristiques des capsules des variétés étudiées.
Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont significativement différentes au seuil de 0.1% (Test de SNK)

	LCAP	NGC	NLOC	NMGL
32-15	2,99 ^a	65,19 ^b	4,00 ^b	16,30 ^b
38-1-7	3,01 ^a	72,52 ^b	4,00 ^b	18,05 ^b
Ceraas- l-98	2,72 ^{abc}	72,84 ^b	4,28 ^a	17,25 ^b
Cross n°3	2,92 ^a	82,92 ^a	4,00 ^b	20,73 ^a
Jaalgon 128	2,61 ^{bc}	67,81 ^b	4,00 ^b	16,95 ^b
Primoca	2,53 ^c	67,49 ^b	4,00 ^b	16,87 ^b
Yendev 55	2,86 ^{ab}	67,37 ^b	4,00 ^b	16,84 ^b
Moyenne	2,81	70,88	4,04	17,57

Les variétés 32-1 5. 38- 1-7 et Cross n°3 ont des capsules similaires et plus longues (LCAP) que celles de Primoca alors que celles de Jaalgon 128, Ceraas- 1-98 et de Yendev 55 ont des longueurs intermédiaires.

Le nombre de graines par capsules (NGC) est en moyenne égal à 70. Toutefois, les capsules de Cross n°3 renferment un NGC statistiquement plus élevé (82) que chez les autres variétés dont la moyenne est de 68 graines par capsule.

Le nombre de loges par capsule (NLOC) semble très peu dépendant de la variété. Ceraas-1 -98 indique un NLOC légèrement supérieur à celui des autres variétés. Ceci peut expliquer par le fait qu'on rencontre plus fréquemment chez cette variété des capsules avec un nombre de loges supérieur à 4 (5 ou ci).

Les observations sur le nombre moyen de graines par loge (NMGL) sont similaires à celles sur le nombre de graines par capsule (NGC) C'est ainsi que, le plus grand NMGL a été noté chez Cross n°3 (20 graines par loge), alors que les capsules des 6 autres variétés comptent en moyenne 4 loges de 17 graines.

3.1.7.6. Analyses multivariées

Après la caractérisation des variétés par les différents paramètres susmentionnés, des analyses en composantes principales (ACP) ont été effectuées. Les résultats de ces ACP ont été validés par une analyse factorielle discriminante (AFD). Par la suite, des régressions ont été établies entre le rendement et certains de ces paramètres.

L'analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée en considérant des paramètres de croissance (LAI_{max}, NRTOT, HP et PMSTP), le rendement (RGV) et ses composantes. Le tableau 7 donne les valeurs des coefficients de corrélation des variables considérées avec les axes ou composantes principales.

Tableau 7 : Corrélation des variables avec les axes ou composantes principales de l'ACP.

Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3
LAI _{max}	0,3874	0.2544	0,3253
NRTOT	0,4418	0.0684	0,2983
RGV	-0,0103	0,6730	-0,1911
HP	0,4889	-0,0199	0,0064
LCAP	-0,1517	0,5748	0.2256
P 1000G	0.2861	0.3172	-0,4898
PMSTP	0,4503	-0.1933	-0,0623
NCP	-0,3120	0,0719	-0,0339
NGC	-0.1032	0,0605	0,6876

D’une manière générale les paramètres végétatifs (LAI_{max}, NRTOT, PMSTP et HP) sont relativement bien corrélés à l’axe 1 (LAI_{max} = valeur maximale du LAI). Par contre, l’axe 2 est plutôt corrélé aux paramètres reproductifs (RGV, LCAP, P1 000G), alors que l’axe 3 est négativement et positivement corrélé respectivement au P1000G et au NGC.

Les plans principaux (1-2) et (1-3) représentent pratiquement les mêmes proportions de l’information, 65,7% et 64,8% (Tableau 8).

Tableau 8 : Valeurs propres des axes principaux de l’ACP.

	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Valeurs propres	4,1110	1,8029	1,7211
Différence	2,3081	0,0818	0,8299
Proportion	0,4568	0,2003	0,1912
Cumul des axes	0,4568	0,6571	0,8483

En considérant le plan principal formé par les axes 1 et 2 (65.71% de l’information), l’ACP montre que la variété Ceraas-l-98 s’écarte très nettement des 6 autres variétés. Compte tenu de sa nette différence avec les autres variétés, l’analyse aurait tendance à mettre ces dernières dans un même groupe (Figure 26 j).

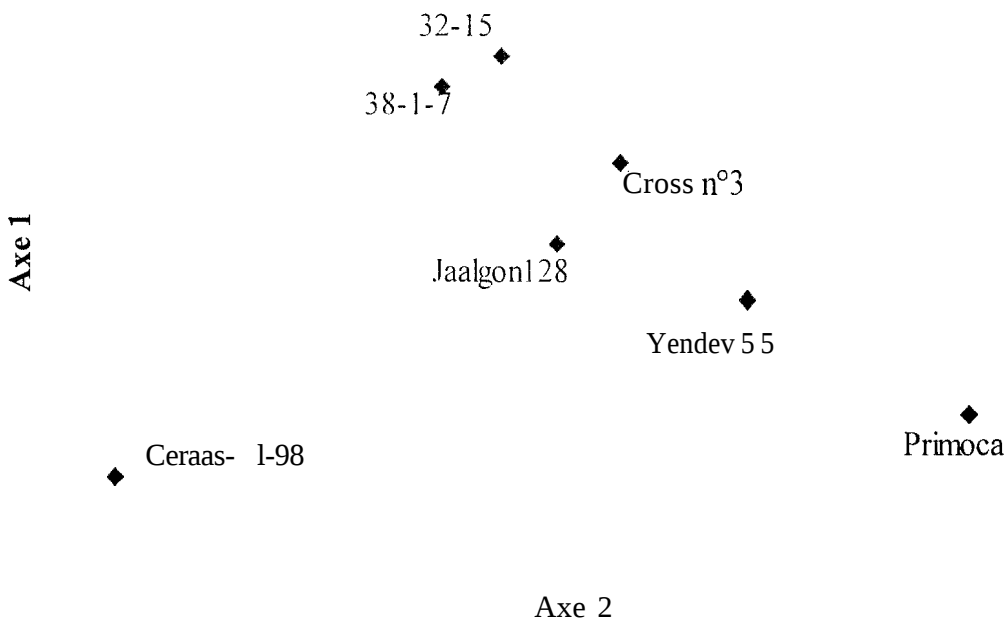


Figure 26 : Résultats de l’analyse en composantes principales sur les 7 variétés étudiées.

C’est dans ce sens que l’ACP a été repris en ne considérant que les 6 variétés de ce groupe. La figure 27 présente une nouvelle classification. En effet, deux sous-groupe peuvent être distingués :

- Pri moca, Yendev 55 et Cross n°3 situées à droite de l'axe 1 donc caractérisées par un développement végétatif plus important et un rendement en graines plus faible ;
- 32- 15, 38-1-7 et Jaalgon 128 situées du coté à gauche de l'axe 1 et du coté des axes 2 (Figure 27a) et 3 (Figure 27b). Ces variétés constituent un sous-groupe qui se montre particulièrement plus productif.

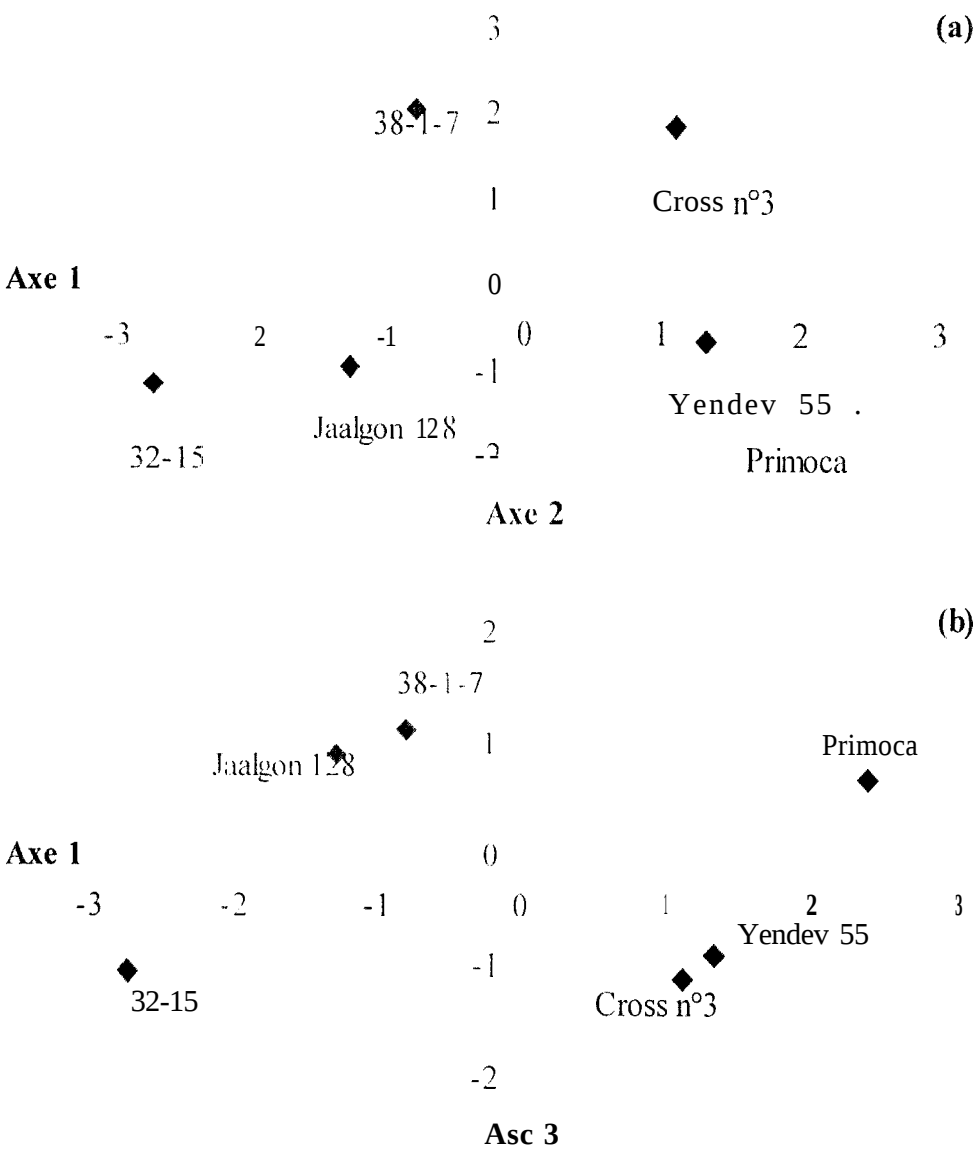


Figure 27 : Résultats de l'ACP sur les 6 variétés selon le plan 1-2 (a) et le plan 1-3 (b).

Une analyse factorielle discriminante (AFD) a été effectuée pour valider cette classification. Les résultats de cette AFD ont permis de confirmer par la distance de Mahalanobis d'une part, et par le pourcentage de bien classés (83.3%) d'autre part, les groupes dégagés par l'ACP réalisée sur les 6 variétés. En effet, le tableau 9 montre que les groupes sont assez distincts avec une distance de Mahalanobis de 1.55. En outre, l'AFD révèle qu'il y a 83 chances sur 100 pour qu'une variété retrouve le même groupe originel entre l'ACP et l'AFD.

Tableau 9 : Distances (D) de Mahalanobis entre les groupes.

	Groupe 1	Groupe 2
Groupe 1	0,0000	
Groupe 2	1,5528	0,0000

Ainsi, après cette méthode inférentielle de classement, les groupes définis par l’ACP peuvent être valablement maintenus avec les caractéristiques susmentionnées.

La régression multiple entre le rendement en graines d’une part, et le rendement en matière sèche et les autres paramètres utilisés dans l’ACP d’autre part, a été effectuée dans les 2 groupes. L’analyse de la variance montre que cette régression n’est pas significative. En outre, la méthode de régression pas à pas (*Stepwise*) qui ne prend en compte que les descripteurs qui interviennent réellement dans l’élaboration de la variable à expliquer n’a également pas donné des résultats satisfaisants. C’est ainsi qu’on a pu retenir les corrélations deux à deux présentées dans la matrice de corrélation (Tableau 10).

Tableau 10 : Matrice de corrélation totale entre les variables.

	Variété	LAImax	LCAP	NCP	NGC	NRTOT	P1000G	RGV
Variété	1,000							
LAImax	-0,314	1,000						
LCAP	0,690	-0,134	1,000					
NCP	0,561	-0,002	0,166	1,000				
NGC	-0,163	0,606	0,305	-0,021	1,000			
NRTOT	-0,637	0,774	-0,253	-0,566	0,334	1,000		
P1000G	-0,037	-0,851	-0,278	-0,353	-0,740	-0,440	1,000	
RGV	0,724	-0,556	0,458	0,557	0,028	-0,913	0,168	1,000

Il ressort que les variétés présentant des valeurs d’indice foliaire et de nombre de graines par de capsule les plus élevées produisent des graines plus petites. Par ailleurs, on peut constater que les variétés qui indiquent des indices foliaires les plus élevés sont celles dont le degré de ramification est le plus important. Enfin, on peut noter que les variétés les plus ramifiées présentent toujours les rendements en graines les plus faibles.

3.2. DISCUSSION

Au cours de l’expérimentation, les conditions climatiques ont été satisfaisantes. En effet, la pluviométrie pendant la période d’étude a montré une bonne répartition dans le temps, et les températures qui sont comprises dans une gamme de 23 à 33,6°C ont certainement favorisé un développement optimal des plantes. D’ailleurs, cette gamme coïncide bien avec celle définie par Weiss (1971) comme favorisant un développement optimal au cours du cycle. Cependant

comme évoqué en 3.1.5.1., deux fortes averses ont provoqué un ruissellement important qui a quelque peu perturbé le bilan hydrique.

Les conditions optimales d'alimentation hydrique des variétés étudiées sont confirmées par l'étude de la dynamique de l'eau (profils hydriques) et les stocks d'eau (300 à 350 mm) dans le sol au cours du cycle de développement. Par ailleurs, le suivi de l'état hydrique des plantes, à travers le contenu relatif en eau, a également révélé l'absence de contrainte hydrique durant l'expérimentation. En outre, le suivi de l'état phytosanitaire et la bonne conduite de la culture (entretien rigoureux, fertilisation) ont contribué à assurer des conditions optimales de développement au cours de l'essai.

La consommation en eau des variétés étudiées varie entre 200 et 500 mm, même pour celle tardive (120 jours). Ces valeurs correspondent à celles indiquées par OMM (1991). Elles permettent de confirmer les besoins eau relativement modestes de cette culture (Weiss, 1971 ; Purseglove, 1984). Enfin, ces résultats montrent que le sésame est une culture qui s'adapte bien aux conditions éco-climatiques qui prévalent au Sénégal, et plus particulièrement dans le centre nord du bassin arachidier.

Il semble exister une forte relation entre la consommation en eau, le degré de ramification et la longueur du cycle des variétés. Des besoins en eau de 486 et 360 mm ont été estimés chez les variétés ramifiées Primoca (120 jours) et Yendev 55 (90 jours) respectivement. 32-15 et 38-1-7 (peu ramifiées, 90 jours) d'une part et Ceraas-1-98 (non ramifiée, 70 jours) d'autre part indiquent des consommations nettement inférieures de 314 et 205 mm respectivement. En effet, les variétés à ramification dense présentent une phase de sénescence plus longue, et donc retiennent plus longtemps leurs feuilles (Narayanan et Balakrishna Reddy, 1982). Par conséquent, la transpiration se poursuivant probablement durant une bonne partie de la phase de maturation chez ces dernières expliquerait cette consommation en eau plus importante. Ceci peut constituer également une explication de la préférence accordée aux variétés monotiges ou à architecture peu ramifiée dans le cadre des programmes d'amélioration variétale comme le soulignent Schilling et Cattani (1991).

La floraison a été atteinte entre 30 et 45 jas en moyenne pour les variétés 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128, Cross n°3 et Yendev 55. Par contre, la variété Ceraas-1-98 a montré une émission précoce de ses boutons floraux dès le 20^e jas, alors que la floraison a été ultra tardive chez Primoca (57 jas). Ainsi, on a pu remarquer que la floraison intervient en général, chez toutes les variétés étudiées, au tiers du cycle de développement : la différence entre les dates d'occurrence étant essentiellement due à celle entre les durées de cycle. Ce fait peut être d'une grande importance dans le cadre du calage des dates de semis et de récolte, même si la photopériode pourrait relativement le modifier. Il permettra d'une part de pallier les effets d'un déficit hydrique particulièrement lors de la floraison qui est une phase critique, et d'autre part de mettre les plantes à l'abri des pluies tardives au cours de la maturation. D'ailleurs,

comme évoquée par Schilling et Cattan (1991), cette dernière est essentielle pour la qualité du produit. En outre, ce fait peut constituer une caractéristique appréciable dans l'élaboration d'une carte variétale du sésame au Sénégal.

Les résultats obtenus montrent que les variétés étudiées présentent la même cinétique de croissance, au moins pendant les 38 premiers jours après le semis. En effet, l'évolution de l'indice foliaire et du taux de couverture du sol en donne une parfaite illustration.

Par ailleurs, la taux de couverture du sol, excepté pour Ceraas-1-98, montrent que la densité de 167 000 plants.ha⁻¹ adoptée dans ce présent travail est satisfaisante pour les variétés étudiées. D'ailleurs, Gerakis et Tsangarakis (1969b) ont proposé des densités optimales similaires. Il est à noter également, que cette densité est celle proposée par Schilling et Cattan (1991) comme densité optimale, pour les variétés à bon potentiel de production vulgarisées au Burkina Faso. Cependant, compte tenu de son port, pour obtenir un rendement plus élevé, une densité relativement plus forte pourrait être appliquée pour la variété Ceraas-1-98 en particulier. D'ailleurs, Mazzani (1963) recommande, pour les cultivars non ramifiés, des densités très élevées compatibles avec les travaux d'entretien pour obtenir des rendements satisfaisants. Cette densité relativement faible de Ceraas-1-98 s'est d'ailleurs reflétée au niveau de la couverture du sol comprise entre 85 et 00%. Il serait tout à fait indiquer de conduire un essai de densités afin de déterminer éventuellement celle optimale permettant à Ceraas-1-98 d'exprimer son potentiel de production maximal.

Pour ce qui est des paramètres de croissance, il s'est particulièrement dégagé un rapport entre la hauteur plante (HP), le nombre de rameaux total (NRTOT) et la longueur du cycle de développement des différentes variétés. En effet, Primoca (120 jours) présente une HP de 228 cm avec un NRTOT de 24. Par contre, les variétés 32-15 (90 jours) et Ceraas-1-98 (70 jours) ont respectivement une HP de 42 et 57 cm et un NRTOT de 31 et 0.

Les variétés à cycle plus long produisent plus de matière sèche des tiges (4 tonnes.ha⁻¹ pour Primoca, 1,8 pour 32-15 et 0,5 pour Ceraas-1-98). Ces résultats corroborent ceux de Narayanan et Balakrishna Reddy (1982). En effet, selon ces auteurs, la remobilisation des assimilats des organes végétatifs (tige, feuilles et rameaux) vers les parties reproductives (capsules) est faible, et l'est davantage chez les cultivars tardifs.

Au cours de cette expérimentation, les rendements exprimés par les variétés étudiées correspondent à leur potentiel de production. Ceci confirme également les conditions optimales dans lesquelles les variétés ont été cultivées. En outre, ces rendements obtenus ont doublé ou triplé par rapport à la moyenne mondiale 342 kg.ha⁻¹ et à celle de l'Amérique du sud 625 kg.ha⁻¹ (meilleure moyenne par continent) données par FAO (1999a). Cependant, on a pu remarquer que les variétés à ramification importante ont été moins productives. Compte tenu de la faible translocation des assimilats en fin de cycle, le sésame ne favorise pas les rendements élevés chez les variétés tardives. En effet, ces dernières sont plus efficaces pour

la production de matière sèche que pour la production de graines. D'ailleurs, un antagonisme entre la fonction végétative (Primoca, 870 kg.ha⁻¹) et celle reproductrice (32-15, 1590 kg.ha⁻¹) s'est dégagée de cette étude, et les variétés Primoca et Yendev 55 à faible rendement en graines présentent les productions de matière sèche les plus importantes.

L'analyse de la récolte, en montrant que le rendement en graines est significativement et positivement corrélé au nombre de capsules par plante, confirme les résultats de Djigma (1985) puis de Osmankhidir et Elgizou (1970) cités par Sarafi et Fayze (1982). Par contre, la corrélation entre le rendement et le poids de 1000 graines soulignée par ces auteurs ne s'accorde pas avec nos résultats. Par ailleurs, les poids de 1000 graines obtenus dans cette étude sont dans la gamme de 2 à 5 g déjà définie par Weiss (1971) et Purseglove (1984). Cependant, on constate une diminution de ce poids pour 32-15, 38-1-7, Jaalgon 128 et Cross n°3 comparés à celui déterminé antérieurement par Djigma (1985) et Zagre *et al.* (1999), pour ces mêmes variétés. Ceci pourrait s'expliquer par l'interaction génotype-environnement, ou alors plus simplement par l'effet d'*inbreeding* ou de consanguinité. En fait, au delà de la 6-8^e génération, l'homogozygotie redevient importante et partant, les caractères récessifs parentaux non intéressants se retrouvent dans la descendance. Néanmoins, le manque d'information sur la génération des semences utilisées ne permet pas de pousser l'analyse sur cette dernière hypothèse. En plus, les différences possibles entre les conditions de séchage, et par conséquent entre les taux d'humidité des graines à la pesée pourraient expliquer celles entre les résultats de ces auteurs et ceux présentés ici.

Nonobstant cela, les variétés 32-15 et Jaalgon 128 donnent les plus grosses graines, ce qui est en parfaite adéquation avec les résultats de Zagre *et al.* (1999). Pour Yendev 55, nos observations divergent pour ce même paramètre. Les résultats obtenus dans ce travail montrent une augmentation du P1000G de l'ordre de 157%. En effet, la variété Yendev 55 posséderait un gène favorisant l'obtention de graines de petite taille. Cependant, l'héritabilité de ce caractère a une forte variance propre ce qui, selon ces auteurs, favorise ainsi un large éventail du P1000G chez Yendev 55.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a permis, de faire une évaluation agronomique de 7 variétés de sésame par le biais d'une caractérisation de la croissance et du développement, et d'une évaluation des besoins en eau, et de la productivité. Les résultats obtenus permettent de classer les variétés étudiées en trois groupes :

- Ceraas-l-98, variété très précoce de 66 jours, à port nain et non ramifié avec un nombre important de capsules insérées en grappe. une biomasse aérienne peu importante et des besoins en eau faibles de l'ordre de 205 mm ;
- 32-15, 38-l-7, Jaalgon 128 et Cross n°3, variétés de cycle de 90 jours environ, à port moyennement ramifié avec une biomasse aérienne assez importante et des besoins en eau estimés entre 300 et 400 mm ;
- Yendev 55 et Primoca, variétés respectivement de cycle de 90 et 120 jours, à port très ramifié avec une biomasse aérienne très élevée et des besoins en eau de l'ordre de 400 et 500 mm, respectivement.

En ce qui concerne la phénologie, on a notamment constaté que la floraison a lieu lorsque un tiers du cycle est bouclé, et ceci quelle que soit la variété.

Par rapport à la production de graines, les variétés du deuxième groupe, et particulièrement les variétés 32-15, 38-l-7 et Jaalgon 128, sont les plus productives avec un rendement moyen de 1470 kg.ha⁻¹ et un nombre important de 80 capsules.plante⁻¹. Elles présentent beaucoup d'atouts pour la vulgarisation dans la zone soudano-sahélienne caractérisée par une pluviométrie entre 500 et 800 mm. Par ailleurs, elles satisfont à des exigences de sélection (rendement élevé, architecture peu ramifiée) et du marché (graines de calibre supérieur et de couleur blanche).

Les variétés du troisième groupe, malgré qu'elles soient de productivité inférieure ne sont pour autant pas à écarter. En effet, pour les régions plus humides caractérisées par une forte occurrence des pluies tardives, elles seraient particulièrement indiquées. En outre, elles peuvent faire l'objet d'une intégration réussie et durable entre l'agriculture et l'élevage. Ainsi, en plus de l'utilisation du tourteau, la quantité importante de matière sèche aérienne produite pourrait se révéler intéressante avec des possibilités d'utilisation en alimentation animale et/ou en compostage. Enfin, dans un long terme, elles peuvent être travaillées par la sélection en vue d'une amélioration génétique.

Néanmoins, les variétés très productives du deuxième groupe et à cycle plus court pourraient être également utilisées dans cette zone méridionale du Sénégal. Pour cela, un bon calage du cycle (date de semis) devra être opéré pour conserver une bonne qualité du produit (maturation coïncidant avec l'arrêt des pluies).

Quant à la variété Ceraas-l-98, elle a été remarquable pour sa précocité, ses besoins en eau relativement faibles, et sa tige naine mais présentant autant de capsules que les autres variétés plus ou moins ramifiées. Des études sur la densité optimale de semis permettraient de se fixer

sur la possibilité éventuelle d'accroître sa productivité. Ceci se justifierait si l'on considère la forte corrélation positive obtenue entre le rendement et le nombre de capsules par plante. Néanmoins, elle apparaît d'emblée très indiquée pour les systèmes de culture de la région nord du Sénégal.

Cette expérimentation qui constitue le premier travail de recherche sur le sésame au Sénégal a abouti à une avancée significative dans la connaissance de cette culture. Elle aura permis de fournir également des informations nécessaires pour un choix variétal raisonné en fonction des zones agro-climatiques du pays et des objectifs de production.

Cependant, cette étude ayant été conduite en station et en conditions optimales, les résultats devront être validés en milieu réel. Ceci est à envisager dans le cadre d'essais variétaux multilocaux en milieu paysan pour intégrer les conditions éco-climatiques du milieu et leur variabilité inter-annuelle. En effet, cette étape est essentielle comme préalable à la vulgarisation afin d'assurer une adoption durable par les populations rurales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 1989.**- Arachide et autres plantes annuelles. *Oléagineux*, 44 (4), 9-26.
- Anonyme, 1999.**- Actes du forum des acteurs de la filière sésame du 15 au 18 juin. Faoune, région de Kolda. *sine loco*, 53 p.
- Ashri A. & Ladijinski G., 1963.**- Anatomical effects of the capsule dehiscence alleles in sesame. *Crop Sci.* 4 (2), 136-138.
- Bapoyo M., 1960.**- Les oléagineux en République Centrafricaine. *Oléagineux* 15 (5), 383-388.
- Bharti N. & Singh R. P., 1993** - Growth and nitrate reduction by *Sesamum indicum* cv PH-1 respond differentially to load. *Phytochemistry*, 33 (3), 531-534.
- Bharti N. & Singh R. P., 1994** - Antagonistic effect of sodium chloride to differential heavy metal toxicity regarding biomass accumulation and nitrate assimilation in *Sesamum indicum* seedlings. *Phytochemistry*, 35 (5), 1157-1161.
- Bharti N., Singh R. P., Sinha S. K., 1996.**- Effect of calcium chloride on heavy metal induced alteration in growth and nitrate assimilation of *Sesamum indicum* seedlings. *Phytochemistry*, 41 (1), 105-109.
- Bretonneau A., 1998.**- Les effets de différentes dates de semis de deux variétés de sésame dans l'association arachide-sésame. 295-304. In « *Les légumineuses à graines* », Démarly Y. ed., Actes de séminaire, Madagascar 22 - 27 Février, FIS', Stockholm.
- Cerda A. , Bingham F. T., Hoffman G.J., 1977.**- Interactive effect of salinity and phosphorus on sesame *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41 (5), 915-918.
- Cristini B. J. C., Aquarone E., Brazzachi M. L., 1962.**- Obtention de l'huile de sésame par pression- influence du matériel utilisé. *Oléagineux*, 17 (5), 463-467.
- Culp T. W., 1960.**- Inheritance of plant height and capsule length in sesame, *Sesamum indicum* L. *Agron. J.* 52 (7), 101-103.
- Damagnez J., 1962.**- Conditions d'utilisation de la sonde à neutrons pour les déterminations d'humidité dans le sol - Influence de la densité apparente et de la salure, 7 p. in : *Colloque sur l'emploi des radioisotopes dans les recherches sur la nutrition des plantes par le sol*. Bombay 26 février - 2 mars. IEA/FAO.
- Dancette C., 1976.**- Mesures d'évapotranspiration potentielle et d'évaporation d'une nappe d'eau libre au Sénégal, Orientation des travaux pot-tant sur les besoins en eau des cultures. *Agron. Trop.*, 31 (4), 321-338.
- Diouf M., 1999a.**- Programme d'activités de recherches : Evaluation agronomique et caractérisation du comportement morpho-physiologique du sésame (*Sesamum indicum* L.) en zone semi-aride du Sénégal, CERAAS, Thiès. 8 p.
- Diouf M., 1999b.**- Synthèse sur la culture du sésame (*Sesamum indicum* L.), CERAAS. Thiès. 7 p.
- Diouf M., 1999c.**- Evaluation de la résistance au déficit hydrique pendant la germination et la croissance des plantules de sept génotypes de sésame (*Sesamum indicum* L.), 12 p (article en préparation).

Diouf M., 1996.- Etude du fonctionnement hydrique et des réponses à l'aridité des ligneux sahéliens : Cas de *Acacia tortilis* (ForssK.) Hayne subsp. *Raddiana* (Savi) Brenan en zone soudano-sahélienne du Sénégal. Thèse de doctorat de 3^e cycle, UCAD, Dakar, 172 p.

DISA, 1995.- Résultats définitifs de la campagne agricole 1994/95, DA/DISA, Dakar, 42 p.

DISA, 1996.- Résultats définitifs de la campagne agricole 1995/96, DA/DISA, Dakar, 19 p. + annexes.

DISA, 1997.- Résultats définitifs de la campagne agricole 1996/97, DA/DISA, Dakar, 51 p. + questionnaire.

DISA, 1998.- Résultats définitifs de la campagne agricole 1997/98, DA/DISA, Dakar, 19 p. + annexes.

Djigma A., 1984.- Conditionnement génétique de caractères liés au rendement chez le sésame (*Sesamum indicum*). *Oléagineux*, 39 (4), 217-225.

Djigma A., 1985.- Synthèse des résultats acquis en matière de recherches sur le sésame au Burkina Faso. *Oléagineux*, 40 (8-9), 443-449.

FAO, 1986.- Annuaire FAO du commerce 1985. FAO, *Collection: Statistiques*, 39 (72), Rome, 360 p.

FAO, 1993.- Annuaire FAO de la production 1992. FAO, *Collection: Statistiques*, 46 (112), Rome, 281 p.

FAO, 1994a.- Annuaire FAO de la production 1993. FAO, *Collection: Statistiques*, 47 (117), Rome, 254 p.

FAO, 1994b.- Annuaire FAO du commerce 1993. FAO, *Collection: Statistiques*, 47 (121), Rome, 351 p.

FAO, 1995.- Annuaire FAO de la production 1994. FAO, *Collection: Statistiques*, 48 (125), Rome, 243 p.

FAO, 1996a.- Annuaire FAO de la production 1995. FAO, *Collection: Statistiques*, 49 (130), Rome, 235 p.

FAO, 1996b.- Annuaire FAO du commerce 1995. FAO, *Collection: Statistiques*, 49 (132), Rome, 378 p.

FAO, 1997a.- Annuaire FAO de la production 1996. FAO, *Collection: Statistiques*, 50 (135), Rome, 235 p.

FAO, 1997b.- Bulletin trimestriel FAO de statistique. FAO, *Collection: Statistiques*, 10 (3/4), Rome, 152 p.

FAO, 1998a.- Annuaire FAO de la production 1997. FAO, *Collection: Statistiques*, 51 (142), Rome, 239 p.

FAO, 1998b.- Annuaire FAO du commerce 1996. FAO, *Collection: Statistiques*, 50 (138), Rome, 398 p.

FAO, 1999a.- Annuaire FAO de la production 1998. FAO, *Collection: Statistiques*, 52 (148), Rome, 233 p.

FAO, 1999b.- Bulletin trimestriel FAO de statistique. FAO, *Collection: Statistiques*, 12 (1/2), Rome, 107 p.

- Gautreau J., 1966.-** Recherches variétales sur la résistance de l'arachide à la sécheresse : Les tests de germination à pression osmotique élevée. *Oléagineux*, 21 (7), 441-444.
- Gerakis P. A. & Tsangarakis C. Z., 1969a.-** Sesame variety comparisons and breeding objectives in the sandy soils of the Central Sudan. *Crop Sci.*, 9 (4), 487-489.
- Gerakis P. A. & Tsangarakis C. Z., 1969b.-** Response of sorghum, sesame and groundnuts to plant population density in the Central Sudan. *Agron. J.*, 61 (6), 872-875.
- Godfrey-Sam-Aggrey W., Francis B. J., Kamara C. S., 1976.-** The protein evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata*) and benniseed (*Sesamum indicum*) from Sierra Leone. *Trop. Sci.*, 18 (3), 147-154.
- Göhl B., 1982.-** Les aliments du bétail sous les tropiques : Données sommaires et valeurs nutritives. FAO. *Collection : Production et santé animales* n°12, Rome, 543 p.
- Grouzis M., 1988.-** Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso). *Collection : Etudes et thèses, ORSTOM* éd., Paris, 337 p.
- Hall A. E. & Kaufmann M. R., 1975.-** Stomatal response to environment with *Sesamum indicum* L. *Plant Physiol* 55, 455-459.
- Hall A. E. & Yermanos D. M., 1975.-** Leaf conductance and leaf water status of sesame strains in hot, dry climates. *Crop Sci.*, 15 (6), 789-793.
- Henin S., Gras R., Monnier G., 1969.-** Le profil cultural, *Masson et Cie* éd., Paris, 320 p.
- INERA, 1998.-** Fiche technique sésame (38-1-7; 32-15: S-42). INERA, Ouagadougou, 2 p.
- IRHO/DOA, 1984.-** Le sésame. Note technique, *sine loco*, 6p. + annexes.
- Jacob K. T. et al., sine die.-** Studies on the X-ray irradiated sesame seeds. I. O. S. C.
- Johnson R. H. & Raymond W. D., 1964.-** The chemical composition of some tropical food plants - III. Sesame seed ii. *Trop. Sci.*, 6 (4), 173-179.
- Langham D. G. & Rodriguez M., 1949.-** Improvement of sesame in Venezuela. Proc. First Int. Sesame Conf. Clemson Univ., Clemson, S. C., 74-79.
- Le Houérou H.-N., 1989.-** The grazing land ecosystems of the African Sahel. *Ecological Studies* 75, Springer-Verlag, Berlin, 282 p.
- Little D. A., Van Der Grinten J., Dwingen R. H., Agyemang K., Kora S., 1991.-** Comparison of sesame cake and cottonseed as supplementary sources of protein to weaned N'dama bull calves in the Gambia. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 23, 126-132.
- Mazzani B., 1964.-** Aspectos del mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. *Oléagineux*, 19 (12), 775-782.
- Mémento de l'agronome, 1991.** Mémento de l'agronome 4^e édition. Ministère de la Coopération et du Développement. *Collection : Techniques rurales en Afrique*, France, 1635 p.
- Mitchell G. A., Bingham F. T., Labanauskas C. K., Yermanos D. M., 1976.-** Protein and free amino-acid composition of sesame meal as affected by nitrogen, phosphorous and potassium nutrition. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40 (1), 64-68.
- Mulkey J. R., Jr., Drawe H. J., Elledge R. E., Jr., 1987.-** Planting date effects on plant growth and development in sesame. *Agron. J.* 79, 701-703.

- Narayanan A. & Balakrishna Reddy K., 1982.-** Growth, development and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. *Field Crops Research*, 5 (3), 2 17-224.
- Nassery H., Ogata G., Maas E. V., 1979.-** Sensitivity of sesame to various salts. *Agron. J.*, 71 (4), 595-597.
- Nyeck P., 1997.-** Les plantes médicinales et leurs vertus. *Le guide la famille* 200. 3 1 p.
- OMM, 1991.-** Agrométéorologie opérationnelle: Recueil de notices phénologiques, OMM, Genève, 258 p. + annexes.
- Osman H. E. & Yermanos D. M., 1982.-** Genetic male sterility in sesame: Reproductive characteristics and possible use in hybrid seed production. *Crop Sci.*, 22 (3). 492-498.
- Pfahler P. L., Pereira M. J., Barnett R. D., 1997.-** Genetic variation for *in vitro* sesame pollen germination and tube growth. *Theor. Appl. Genet.* 95, 12 18- 1222.
- Poliakoff J., 1956.-** Les oléagineux au Mexique. *Oléagineux*, 1 1 (1), 35-39.
- PRIMOCA, 1994.-** La culture du sésame: Situation actuelle et perspectives. Rapport PRIMOCA, Kolda, 12 p. + annexes.
- Purseglove J. W., 1984.-** Tropical crops : Dicotyledons. *Longman group ftd. cd.*, Singapour, 719 p.
- Ramirez R. et Ovalles C. A., 1991.-** Rapport entre le pH du sol et la croissance, la nutrition et la production de graines du sésame (*Sesamum indicum* L.). *Oléagineux*, 46 (1 0), 375-383.
- Ryu S.N., Ho C.-T. and Osawa T., 1998.-** High performance liquid chromatographic determination of antioxidant lignan glycosides in some varieties of sesame. *Journal of Food Lipid* 5, 17-28.
- Sarafi A. et Fayz A. M., 1976.-** Étude de quelques caractères de 5 variétés de sésame et comparaison des effets de trois méthodes de récolte sur leur rendement et leur pourcentage en huile. *CETIOM* 56, 18-22.
- Sarr B., Ndjendole S., Diouf O., Diouf M., Roy-Macauley H., 1999.-** Suivi de l'état hydrique du sol et de la température du couvert de maïs au Sénégal. *Sécheresse*, 10 (2), 129-135.
- Schilling R. et Cattani Ph., 1991.-** La culture du sésame en Afrique Tropicale. *Oléagineux*, 46 (3), 125-133.
- Schmidt, Diwald, Stocker, 1940.-** Plasmatische untersuchungen an dürrempfindlichen und dürreresistenten sorten landwirtschaflicher kulturpflanzen. *Planta* 31, 559-596.
- Seck M., 1999.-** Le sésame s'ouvre aux femmes. *SYFIA* 126, 34-36.
- Sekhon K. S. & Bhatia I. S., 1972.-** Fatty acid changes during ripening of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Oléagineux*, 27 (7). 371-373.
- Sen N. K. & Pain S. K., 1947.-** Photoperiodic effect on sesamum in relation to the variations of the environmental factors of the different seasons. *Proc. Natl. Sci. Indin* 14. 407-420.
- Singh R. P., Bharti N., Kumar G., 1994.-** Differential toxicity of heavy metals to growth and nitrate reductase activity of *Sesamum indicum* seedlings. *Phytochemistry*, 35 (5), 1153-1156.
- Slatyer R. O., 1967.-** Plant-water relationships. *Academic Press inc. ed.*, New York, London, 366 p.

- Smilde K. W., 1960.-** The influence of some environmental factors on growth and development of *Sesamum indicum*. *Meded. Landbouwhogeschool Wageningen*, 60 (5), 1-70.
- SOFIVAR, sine die.-** Fiche technique Sésame. SOFIVAR, Ouagadougou. 2 p.
- Srinivas T., Raghunatham G., Ranganatha A. R. G., 1992.-** Evaluation of bulk and single capsule descent breeding procedures in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Oléagineux*, 47 (11), 645-648.
- Stanwood P. C., 1987.-** Survival of sesame seeds at the temperature (-196°C) of liquid nitrogen. *Crop Sci.*, 27 (2), 327-331.
- Su-Noh Ryu & Bong-Ho Lee, 1998.-** Antitumor activity of crude sesaminol in sesame seed. *Korean J. Crop Sci.*, 43 (3), 168-171.
- Su-Noh Ryu, Kwan-Su Kim, Jin-Ki Bang, Bong-Ho Lee, 1998.-** Quantitative determination of sesaminol glucosides in sesame seed. *Korean J. Crop Sci.*, 43 (4), 209-213.
- Suzuki N., Miyase P., Ueno A., 1993.-** Phenylethanoid glycosides of *Sesamum indicum*. *Phytochemistry*, 34 (3), 729-732.
- Umeda-Sawada H., Ogawa M., Igarashi O., 1999.-** The metabolism and distribution of sesame lignans (sesamin and episesamin) in rats. *Lipids*, 34 (6), 633-637.
- Van Den Abeele M. et Vandepuut R., 1956.-** Les principales cultures du Congo Belge, 3^e édition, Royaume de Belgique, Ministère des Colonies, Bruxelles, 932 p.
- Varma K. R., 1958.-** L'huile de sésame. *Oléagineux*, 13 (11), 793-801.
- Weatherley P. E., 1950 -** Studies in the water relations of the cotton plant. 1. The field measurements of water deficits in leaves. *New Phytol.* 49, 81-87.
- Weatherley P. E., 1951.-** Studies in the water relations of the cotton plant. II. Diurnal and seasonal fluctuations and environmental factors. *New Phytol.* 50, 36-51.
- Weiss E. A., 1971.-** Castor, sesame and safflower. *Leonard Hill Books* ed., London, 901 p.
- Zagre B., Balma D., Cattani Ph., 1999.-** Analyse diallele du poids de mille graines chez le sésame. *Cahiers Agricultures*. 8 (2), 118-122.

ANNEXES

Annexe I : Production mondiale de sésame (graines, huile, tourteau).

RENDEMENT EN GRAINES (en kg/ha)

Année	78-81	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Monde	306	376	346	375	342	358	376	394	400	342
Afrique	317	335	341	284	257	245	293	297	273	222
Am. nord et centrale	594	565	521	576	768	426	603	609	519	543
Amérique du sud	637	542	532	556	564	574	611	615	625	625
Asie	274	374	337	410	364	409	410	442	464	401

Source : FAO, 1993, 1994a, 1995, 1996a, 1997a, 1998a, 1999a

PRODUCTION MONDIALE DE GRAINES (en 1000 MT)

Année	78-81	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Monde	1990	2383	2248	2553	2324	2313	2552	2825	2775	2292
Afrique	493	427	448	600	527	513	679	798	667	538
Am. nord et centrale	183	119	91	74	101	69	84	114	86	78
Amérique du sud	66	7	58	37	37	38	37	46	48	48
Asie	1246	1765	1650	1842	1659	1693	1752	1867	1974	1628

Source : FAO, 1993, 1994a, 1995, 1996a, 1997a, 1998a, 1999a

HUILE DE SESAME (en 1000 MT)

Année	89-91	96	97	98
Monde	633	770	754	721
Afrique	60	65	70	69
Am. nord et centrale	5	5	6	6
Amérique du sud	22	12	8	5
Asie	528	666	643	614

Source : FAO, 1999b

TOURTEAU DE SESAME (en 1000 MT)

Année	89-91	96	97	98
Monde	749	901	869	829
Afrique	67	74	79	83
Am. nord et centre	4	5	5	5
Amérique du sud	23	12	8	5
Asie	633	783	746	704

Source : FAO, 1999b

IMPORTATIONS MONDIALES DE GRAINES DE SESAME (MT)

Année	83	84	85	91	92	93	94	95	96
Monde	293377	297287	301749	505881	472509	497049	535705	561470	620939
Afrique	12564	35798	11343	17941	24775	23812	18692	43768	47998
Am. nord et centrale	43231	36759	37330	50413	45873	53809	52852	55067	69697
Am. sud	18	150		3659	2534	795	1065	1364	2975
Asie	200778	184708	207608	354024	340958	361055	394815	380753	405864
Europe	28975	30270	32811	68074	50858	49857	61595	74164	87150
Océanie	2554	2929	3218	5070	5911	5121	6686	6354	7255

Source : FAO, 1986, 1994b, 1996b, 1997b

EXPORTATIONS MONDIALES DE GRAINES SESAME (MT)

Année	83	84	85	91	92	93	94	95	96
Monde	285208	308431	296856	490761	465896	455657	527659	507144	638551
Afrique	70174	90132	56395	69272	82465	44645	119919	91925	203626
Am. nord et centrale	41341	90282	61564	102431	66936	70758	64402	66437	66787
Am. sud	511	4080	3500	18945	15328	7028	6213	5947	11079
Asie	1646121	1218511	1725051	2933871	293341	2860481	3236141	3258631	3400511
Europe	8559	2084	2596	6702	7798	14175	13496	16957	16997
Océanie	11	2	296	24	21	3	15	10	11

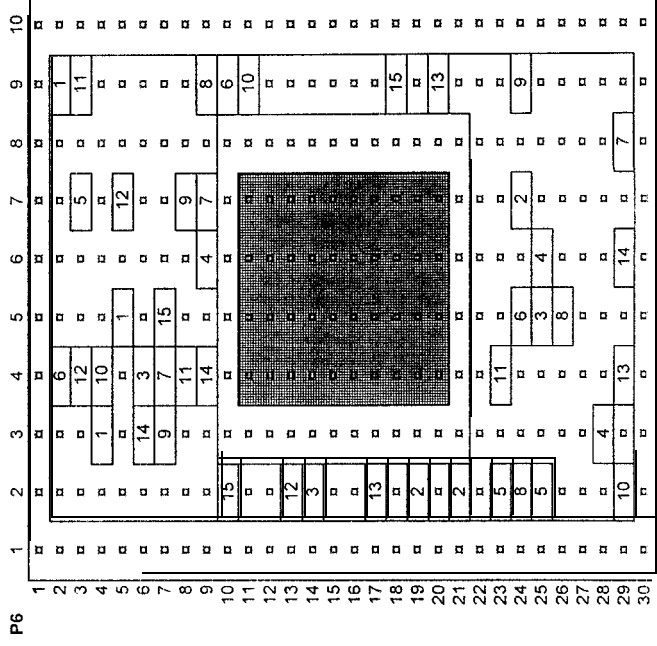
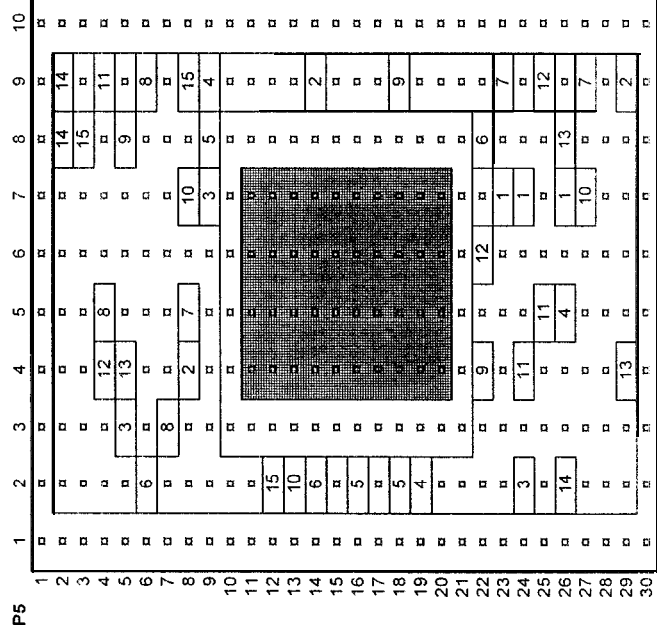
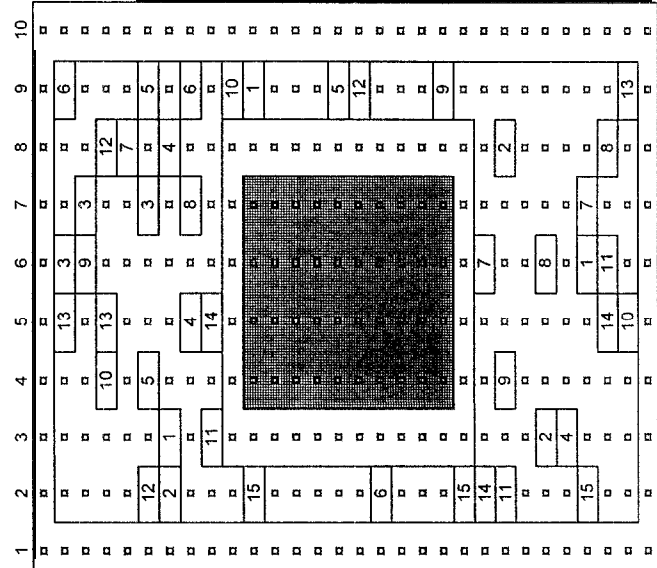
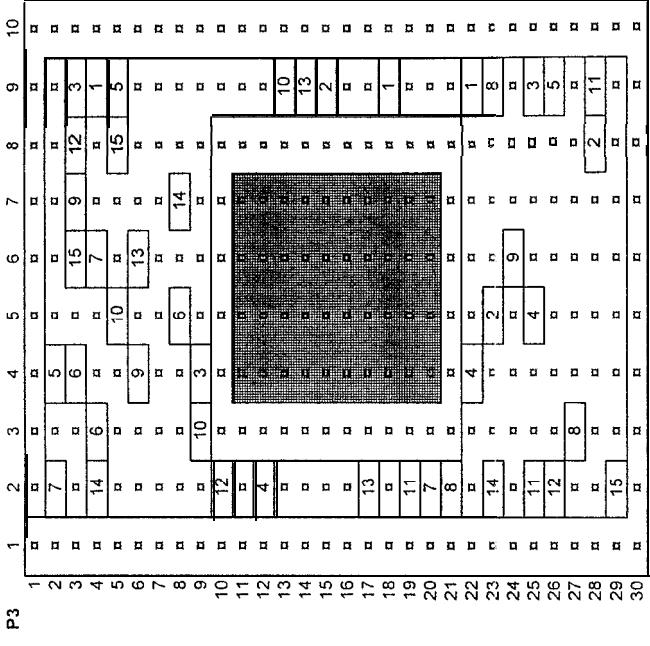
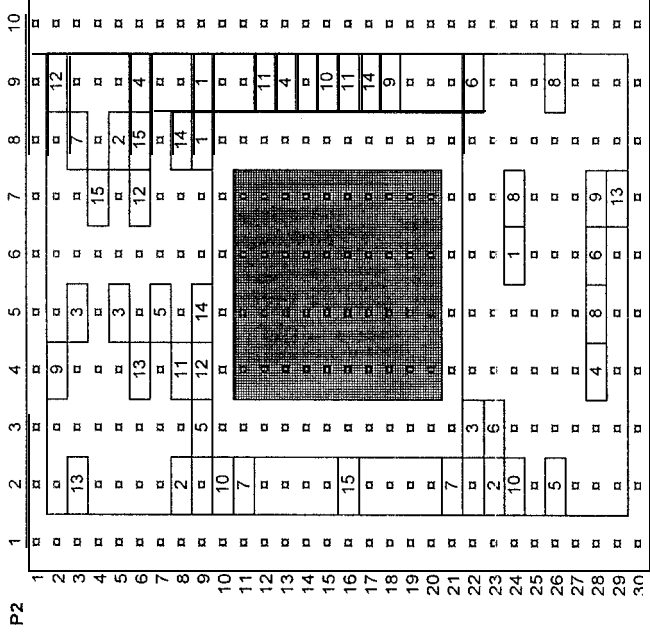
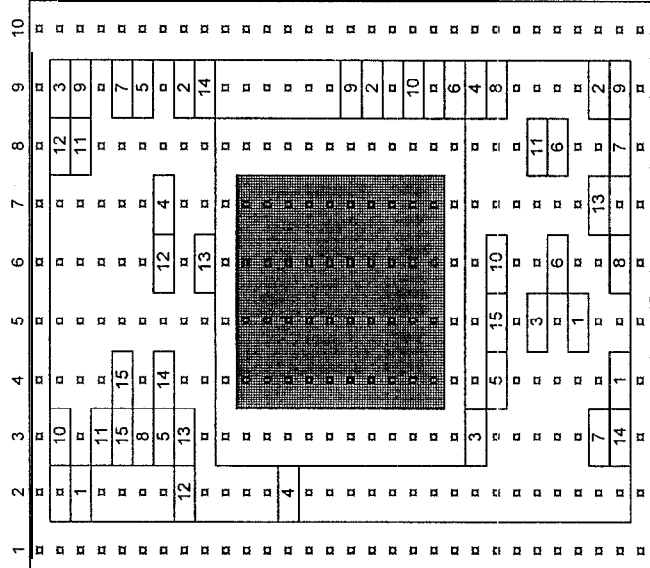
Source : FAO, 1986, 1994b, 1996b, 1997b

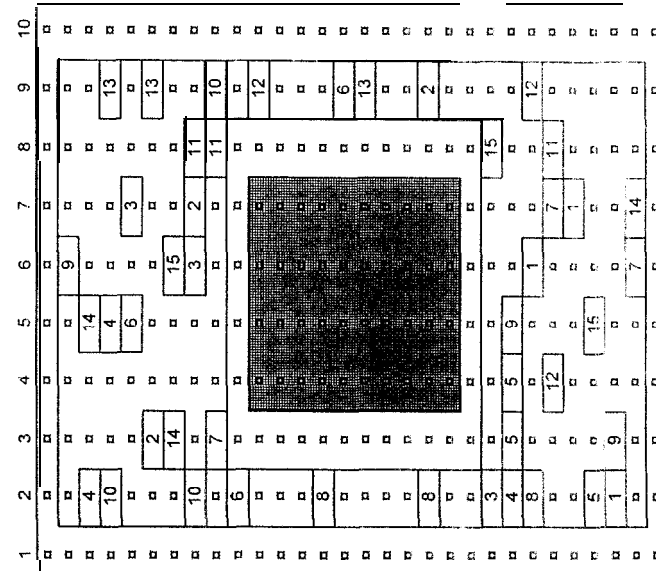
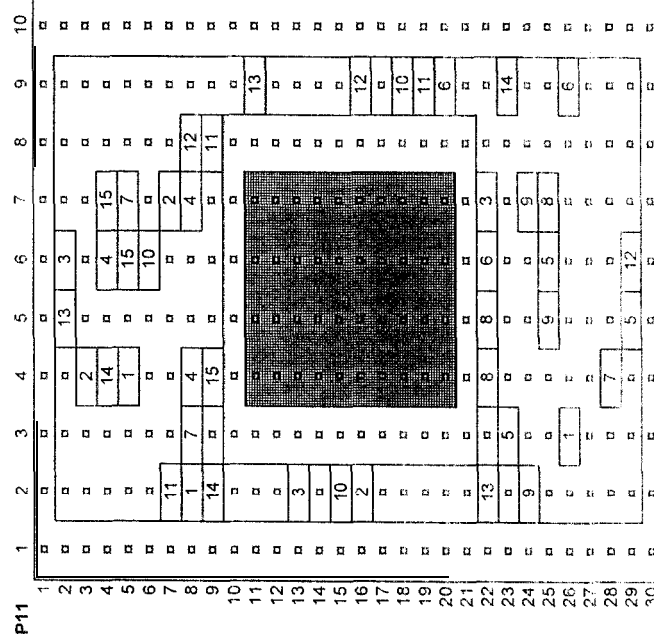
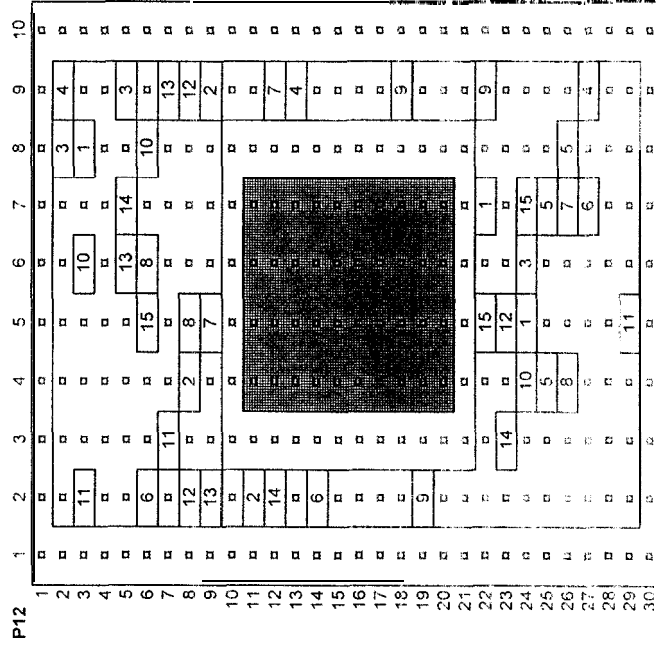
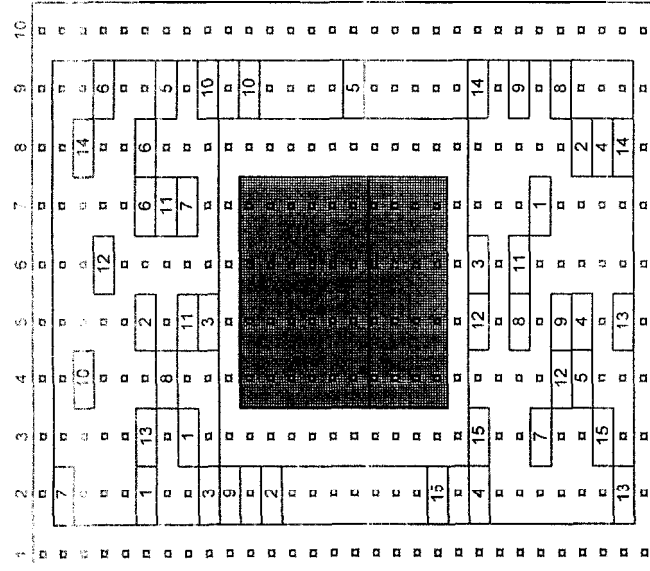
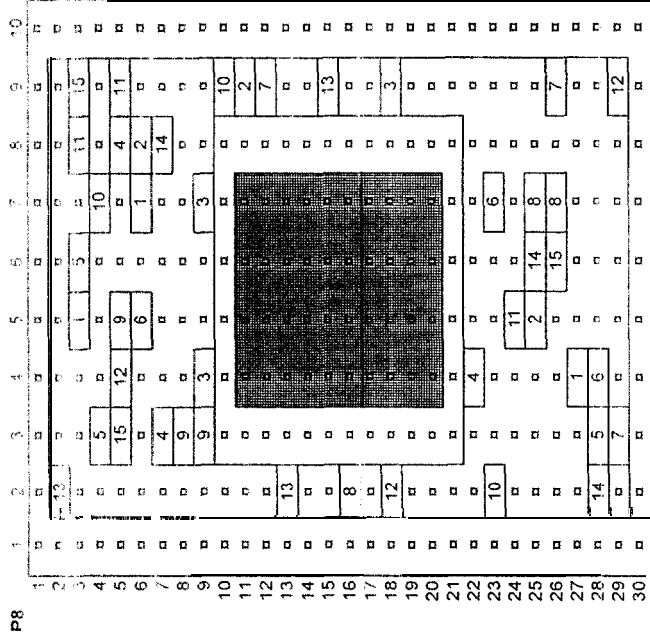
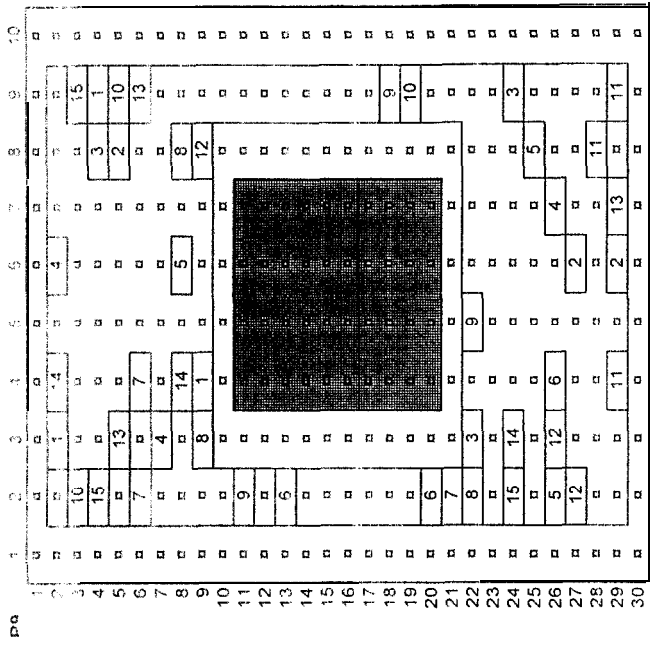
Annexe II : Teneurs en acides aminés (%PB) du tourteau de sésame et d'autres oléagineux. Source : Göhl (1982).

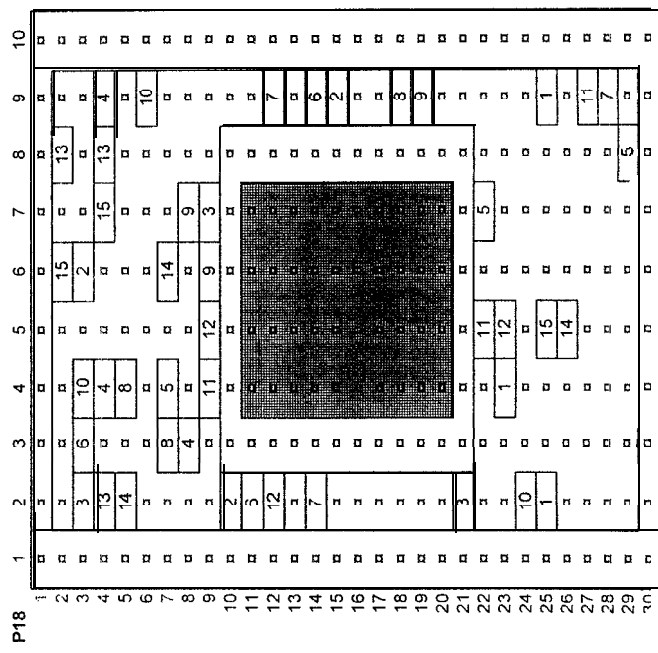
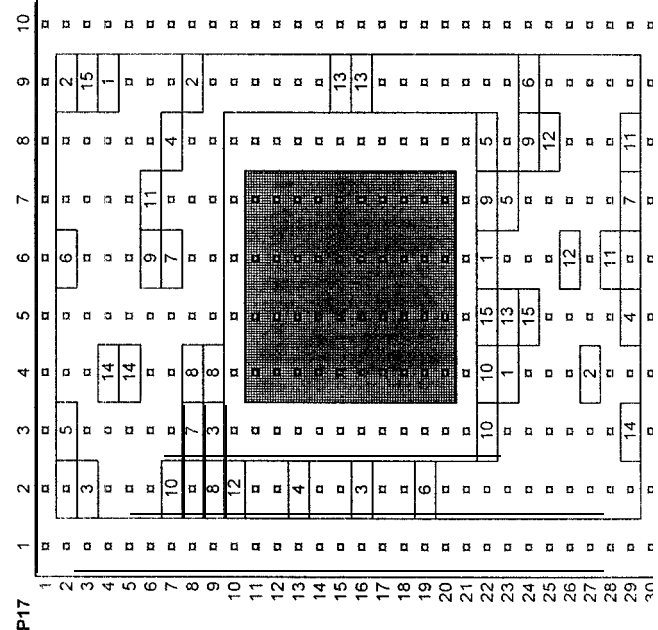
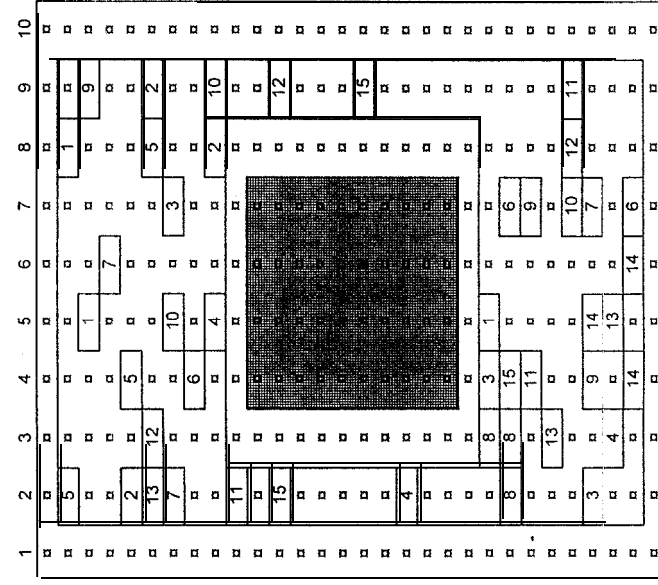
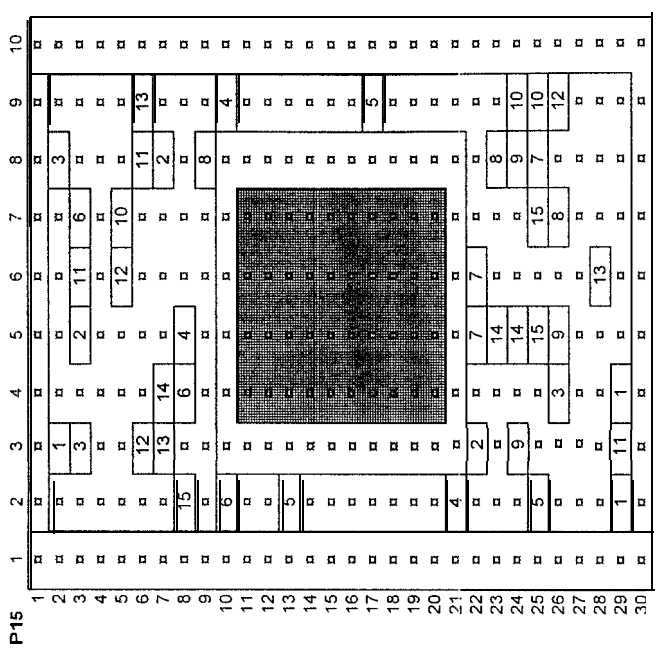
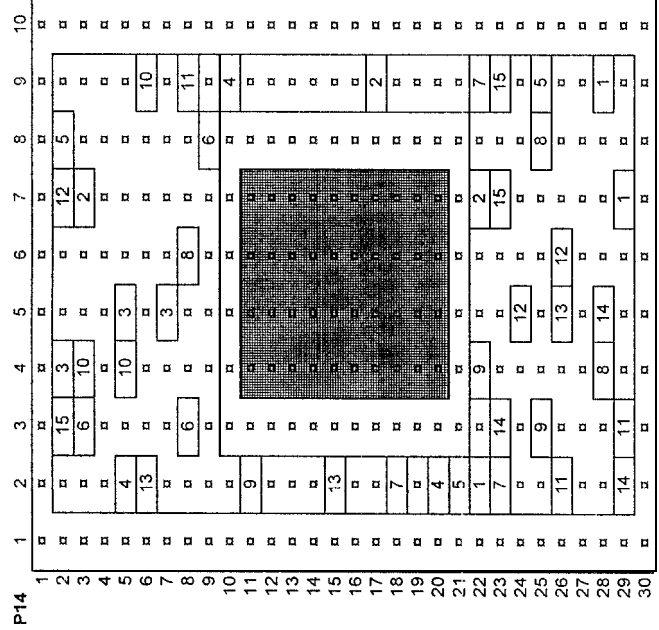
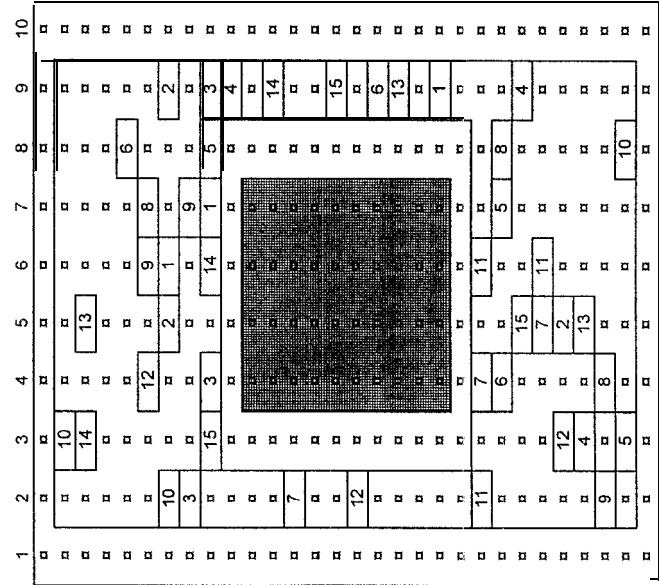
	Arg	Cys	Gly	His	Ils	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Try	Tyr	Val
Arachide	11,0	0,9	6,0	2,5	3,0	6,1	3,6	0,4	4,9	2,8		3,7	3,7
Coprah	11,0	0,9	4,2	2,1	3,0	6,0	2,5	1,0	4,1	3,0		2,2	4,7
Coton	11,1	1,5	4,1	2,6	3,2	5,9	4,1	1,3	5,4	3,2	1,1	2,7	4,5
Palmiste	13,9	1,9	4,8	2,5	3,8	6,4	3,7	2,7	3,6	3,5	2,8	2,7	5,7
Sésame	12,8	2,1	5,3	2,9	3,6	7,5	2,9	3,1	4,3	3,2	1,4	3,9	4,9

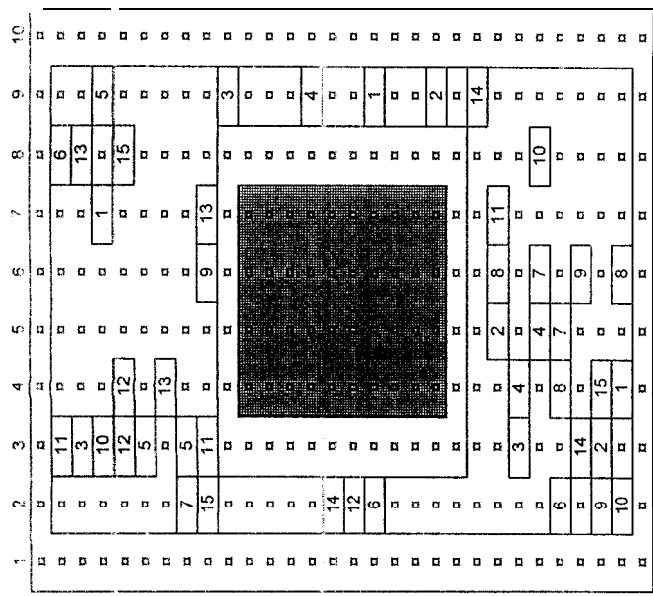
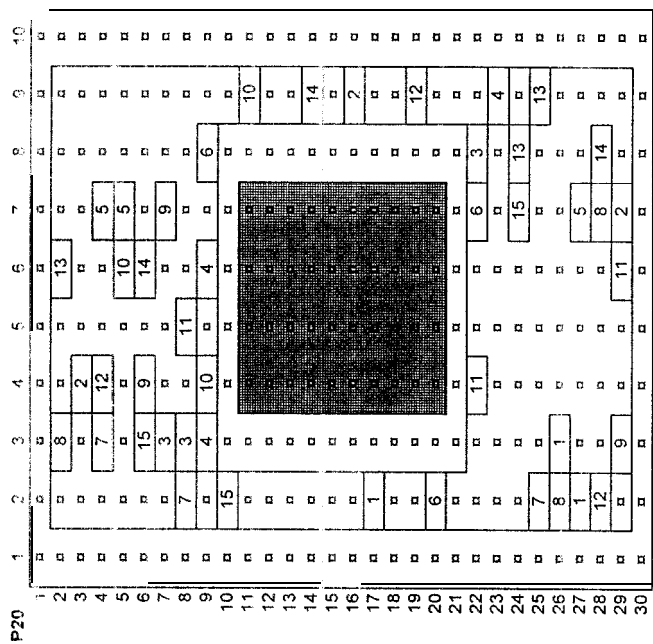
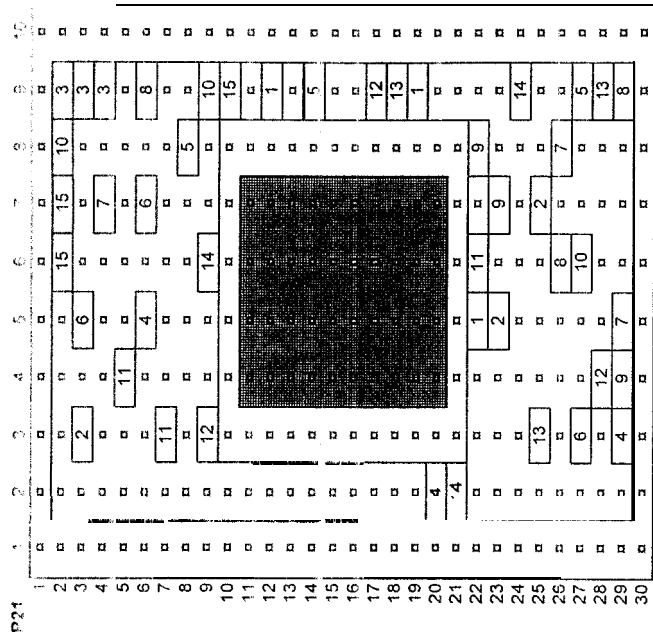
Annexe III : Résultats de l'analyse de sol du site expérimental.

N° Parcelle	Horizon (cm)	Sables (%)	Limons grossiers (%)	Limons fins (%)	Argiles (%)	pH _{cau}	CE à 20°C (μS)	N (‰)	C (%)	MO (%)	C/N	P _{total} (‰)	P _{ass} (‰)
0	0- 0	88,75	2,25	3,75	5,25	6,63	69,7	0,28	0,61	1,06	21,9	0,152	0,015
1	10-20	85,00	1,50	3,25	10,25	6,69	78,6	0,31	0,92	1,59	29,9	0,277	0,008
1	20-30	83,00	3,00	1,00	13,00	6,58	62,6	0,22	0,61	1,06	27,4	0,177	0,005
11	0- 0	87,50	2,25	4,75	5,50	6,32	73,3	0,38	1,23	2,11	32,5	0,222	0,036
11	10-20	82,00	2,00	4,75	11,25	6,10	68,8	0,25	0,92	1,59	36,6	0,195	0,009
11	20-30	83,75	2,25	5,50	8,50	6,54	86,7	0,24	1,54	2,64	64,6	0,132	0,007
21	0- 0	90,50	1,50	3,25	4,75	6,65	74,2	0,27	0,31	0,53	11,5	0,515	0,026
21	10-20	88,50	2,25	4,00	5,25	6,23	59,9	0,14	0,31	0,53	21,9	0,240	0,044
21	20-30	83,50	2,25	4,47	9,50	5,10	38,0	0,06	0,61	1,06	109,8	0,115	0,006
Moyenne		85,83	2,14	3,89	8,14	6,32	68,0	0,24	0,79	1,35	39,6	0,225	0,017









Annexe V: Test de germination des semences fournies par l'INERA (Burkina Faso). Dates de mise en boîte : 25 09 1998, et d'observation : 27 09 1998.

Variétés	Pourcentage de levée
32-15	88
38-1-7	100
Cross n°3	98
Jaalgon 128	99
Yendev 55	88