

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Éducation
Ecole nationale des Cadres
Ruraux (ENCR) de Bambey

Institut Sénégalais de
Recherches Agricoles
Centre de Recherches Zootechniques
Kolda (ISRA/CRZ Kolda)



THEME :

Caractérisation et évaluation de cultivars locaux
de mil sanio (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.)
de la région de Kolda

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles

Présenté et soutenu par : Mohamadou Moustapha DIOP

40^{ème} promotion



Maitre de stage
M. Ibrahima MBODJ
Professeur à l'ENCR

Tuteur de stage
M. Amadou FOFANA
Chercheur au CRZ Kolda

Décembre 2006

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Éducation
Ecole Nationale des Cadres
Ruraux (ENCR) de Bambey



Institut Sénégalais de
Recherches Agricoles
Centre de Recherches Zootechniques
Kolda (ISRA/CRZ Kolda)



THEME :

**Caractérisation et évaluation de cultivars locaux
de mil sanio (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.)
de la région de Kolda**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux Agricoles

Présenté et soutenu par : Mohamadou Moustapha DIOP

40^{ème} promotion



Maître de stage
M. Ibrahima MBODJ
Professeur à l'ENCR

Tuteur de stage
M. Amadou FOFANA
Chercheur au CRZ Kolda

Décembre 2006

DEDICACES

Au nom de Dieu le clément, maître d'ici et d'ailleurs, le Miséricordieux.

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mon père Sidy Diop pour nous avoir bien éduqué et soutenu à chaque fois que de besoin. Ta vie durant, tu l'as passée à enseigner la parole de Dieu à l'Homme, à nous guider sur le droit chemin, la droiture, le bon comportement, la modestie.

Nul n'est éternel et ce mercredi 15 juin 2005, l'inévitable arriva.

Que la terre de Bargny te soit légère ! Qu'Allah t'accueille dans son paradis éternel ! Amen.

Je dédie ce travail également :

A ma mère Fatou Seck pour son amour, ses prières. Il ne nous reste que toi qu'Allah te donne plus de santé afin que tu continues à prier pour nous et pour notre cher papa.

A ma mère adoptive Nafi Diène pour son affection et ses prières.

A ma tante Yacine Gueye pour soutien et ses prières.

A mon oncle Alioune Diop, pour avoir accepté de continuer l'œuvre de son grand frère pour que toute la famille vive dans l'harmonie et la cohésion.

A tous mes frères et sœurs.

A mes amis de toujours Assane Diop, Moussa Sène, Laye Faye, Laye Diop, Moussa Samb, Tapha Seck, Moussa Pouye, Tapha Gaye, Tapha Sy Diop, Sonéne, Khalifa Diop,

A mes frères D.G.Ndiaye, M.G.Seck, Cira, Ndéné, Daouda et Djibril Ndoye.

A mes amis de la classe Boussira, Jules, Bass, Mamadou, Aliou, Eugénie, Lahat, Abdallah.

A tous les membres du TANGALMA : Diokou, Moussa Diémé, Matar Dione, Aliou Seydi, Tambédou, Mbara Fall, et notre marabout Ousseynou Bèye.

A A.K.Cissé, Badara Fall, Malko, Malang de la 38^{ème}.

A Alassane Sall, Youssou, Aïdara, de la 39^{ème}.

A tous mes amis de la 40^{ème} : Ousmane, Issa, Almamy, Niane, Lat Demba, Tapha Ba, Siricondy, Amadou ; Mandièré, Goudiaby Ndèlla, Fary, Imam khak, Idriss, Gilbert, Gora, Léon.

A S.O.Gueye, Ismîla Niang, Gorgui Gueye, Issa Thiaw, Habib, EL Hadji, Imam Touré, de la 41^{ème}.

A Thiam Ousmane, Cheikh, Macoura, Aw, Abdou, Youssoupha, Imam Diallo, Mbodji, Madame Traoré née Bintou Faye, Ndéye Ngoné 1 et 2, Ami, Miss Baldé, de la 42^{ème}.

A Diatou, Ndéye fally, Marie Guissé, Madame Mbodj née Astou Wone, M. Mbaye Ndiaye, M. Pouye, M.Baol Sarr

A Oustaz Dème, Imam Dièye, Birima, vous les piliers de notre Dahira.

A Madame Diouf née Khady Diallo la mère des étudiants, elle n'est que bonté, merci pour tout ce que vous faites sur le chemin de Dieu.

A mes amis de l'E.M.P. de Bargny : Moussa, Pathé, Astou, Maguette, André, Mariétou et Fatou Diagne.

A Mbaye Gueye, Ibrahima Niang, Galaye, Diaoula, Alibaba, Karé, Ousmane Ndiaye et Diallo.

A mes femmes Coumba et Ramatoulaye pour tout le soutien apporté durant cette longue période.

A mes belles mères Amsatou Seck et Salimata Dione.

A Alassane, Baye Omar, Moussa, Ismaïla, Serigne Modou, Doudou, Mame Moth, Assane Dieng, Ousseynou Sarr, Cheikhou, Momegui, Ami Samb et à mes fils Assane et ses frères.

A mes sœurs Seynabou, Kame, Khady, Adia et Aïssatou Diop.

A Wolly, Oumy et leurs enfants.

A mes frères Djibril Daouda Ndoye, Tidiane, Daouda Pouye, Ngouye, Moussa Ndoye.

REMERCIEMENTS

Gloire à Allah, le tout puissant, le miséricordieux.

Au terme de mon stage, je tiens à remercier Dieu de nous avoir accordé santé et paix qui nous ont permis de réaliser ce document.

Ce travail ne serait possible sans le concours de certaines personnes que je tiens à remercier très sincèrement :

Dr. Ahmed Tidjiane Diallo, Directeur de l'E.N.C.R. pour la qualité de la formation reçue et tous les efforts consentis pour la réussite de nos mémoires.

Dr. Abdoulaye Faye, Directeur des études.

Toute ma reconnaissance va également à l'endroit de l'ensemble des enseignants et du personnel administratif et de service de l'école et plus particulièrement à mon maître de stage M.Ibrahima Mbodji pour sa prompte disponibilité et son efficacité.

M. Fily Dembalé, M.Saliou Diouf, Dr. Mohamed Camara, M. Michel Diatta, M. Jérôme Tine, M. Kalidou Ba, M. Khadre Fall, M.Mor Seck, Dr. Diop, M. Saliou Bopp.

J'exprime ma profonde gratitude au Dr Demba Farba Mbaye ancien Directeur du C.R.Z.de Kolda et au Dr Mamadou Ndiaye nouveau Directeur de nous avoir accueilli dans sa structure et à travers eux tout le personnel du centre.

J'exprime ma profonde reconnaissance à M. Amadou Fofana mon tuteur de stage pour sa disponibilité, son assistance, son soutien et sa perspicacité à répondre à toutes mes sollicitations. Mes hommages aussi à Madame Fofana et à toute sa famille pour toute l'hospitalité pendant mon séjour.

Mes remerciements à tous les chercheurs du CRZ, plus particulièrement MM. A. Thiam, M. Sall, M. Guèye, M. Cissokho, S. Badiane, S. Djiba, D. Badiane, S. Doune Sow et A. Diatta.

Aux stagiaires Ousmane Kane, Diokou, Hamidou Tall.

Je remercie aussi mes proches collaborateurs que sont : MM. Malou, Sané et Babène,

M Camara, M. Mballo, M. Diedhiou, Camara, Jean, Moussa Diabang, Sabaly, Sambou, Kalla Badiane.

Toute ma reconnaissance à mes amis du Centre: Tapha Guèye, Moussa Sall, Aldo, Kader, Ibrahima, Macky. Pape Badiane

A Mlle Ndèye Facoumba Fall, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce document.

A l'Imam Bayo, Manga, Saïbane, Mamina, Boubacar, Papis, Betty, Coly ainsi qu'aux gardiens Doukouré, Sané, Etienne, Keita.

Mes hommages à Madame Sabina Diokou et à toute sa famille

A toutes les femmes du centre Ndèye Oulèye, Binta Aïdara, Diatou, Coura, Aïcha, Fanta, Mame Diop, Thiara, Madeleine et Mame Ndaw et Ami.

Mes remerciements à tous les membres du Dahira Tidjian.

Mention spéciale à mes épouses Coumba Niang et Ramatoulaye Seck.

A mes fils Assane, Moussa, Tapha, Pape Sidy et Coumba.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

- ANCAR : Agence National de Conseil Agricole et Rural
- ANOVA : Analyse of Variance
- CSO : Collection Sanio
- CNCR : Conseil National de Concertation des Ruraux
- CRZ : Centre de Recherches Zootechniques
- DISA : Direction de la Statistique Agricole
- FAO : Food and Agriculture Organisation of the United Nations
- FNRAA : Fonds National de Recherches Agricoles et Agroalimentaires
- ICRISAT : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics
- ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
- JAS : Jours Après Semis
- SODEFITEX : Société de Développement et des Fibres Textiles

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différentes formes de chandelles.....	10
Figure 2 : Diagramme d'identification des principaux stades du mil illustrées par les chiffres de 1 à 9	12
Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental.....	26
Figure 4 : Répartition décadaire de la pluviométrie 2006 au CRZ de Kolda.....	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales variétés de mil souna actuellement cultivées au Sénégal	15
Tableau 2 : Fertilisation minérale du mil.....	16
Tableau 3 : Collection de cultivars de mil Sanio (CSO) dans la région de Kolda.....	25
Tableau 4 : Hauteur plante, longueur épi, circonférence épi, circonférence tige, nombre total de talles et nombre de talles fertiles	31
Tableau 5 : Nombre de nœuds, longueur 3 ^{ème} entre nœud, longueur exsertion, incidence mildiou et délai 50% épiaison	33

RESUME

Le mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) est une céréale de subsistance dans les zones arides. Il est généralement cultivé de façon extensive avec des rendements très bas. Cette faible productivité est causée entre autres par l'utilisation de matériel végétal constitué de variétés traditionnelles adaptées à la zone mais peu productives. Une bonne utilisation de ce matériel traditionnel dans un programme de sélection, nécessite une étude de sa variabilité pour l'ensemble de ses caractères. Pour cela 26 accessions de mil sanio provenant de la région de Kolda ont été évaluées pour 11 caractères au CRZ (Centre de Recherches Zootechniques) de Kolda durant la période pluvieuse 2006. L'expérimentation est conduite selon un dispositif en blocs de Fisher avec 3 répétitions. L'analyse de variance indique une différence significative entre les accessions pour la longueur de l'épi, la circonférence tige la longueur de l'exsertion et le délai de 50% épiaison. Des groupes de composition différente ont été formés sur la base de comparaison des moyennes pour ces 4 caractères. Ces résultats pourraient être utilisés pour le développement de nouvelles variétés adaptées aux conditions agroécologiques de la zone.

Mots clés : Mil Sanio, *Pennisetum glaucum* (L) R. Br. accessions, caractérisation, évaluation, Kolda, Sénégal

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS.....	4
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	6
1. Origine.....	7
2. Distribution.....	7
3. Importance.....	7
4. Taxonomie.....	8
5. Les différentes sortes de mil pénicillaire cultivées au Sénégal.....	8
5.1. Les mils précoces.....	8
5.2. Les mils tardifs.....	9
6. Caractéristiques botaniques.....	11
7. Croissance et Développement.....	11
7.1. La phase végétative.....	12
7.2. La phase reproductive.....	13
7.3. La phase de maturation des graines.....	14
8. Exigences écologiques.....	14
8.1 Exigences climatiques.....	14
8.2. Exigences édaphiques.....	15
9. Techniques culturales.....	15
9.1. Choix des variétés.....	15
9.2. Semis.....	15
9.3. Fertilisation minérale.....	15
9.4. Entretien.....	16
10. Protection phytosanitaire.....	16
10.1. Maladies.....	16
10.2. Insectes.....	17
10.3. Striga.....	17
11. Récolte et Post-Récolte.....	17
11.1. Récolte et séchage.....	17
11.2. Battage.....	18
11.3. Stockage.....	18
12. Principales contraintes à la production du mil.....	18
12.1 Contraintes abiotiques.....	18
12.2. Contraintes biotiques.....	18
13. Principales composantes du rendement.....	19
14. Causes de la variabilité du rendement du mil.....	19
14.1. Variation des rendements et pluviométrie.....	19
14.2. Variation des rendements et système de culture.....	20
15. Variabilité des mils.....	21
16. Acquis de la recherche sur l'amélioration variétale.....	21
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION.....	23
1. Matériel et méthode.....	24
1.1. Milieu physique.....	24
1.2. Matériel végétal.....	25
1.3. Méthode d'étude.....	26
2. Résultats et discussions.....	29
2.1. Hauteur de la plante.....	29

2.2. Longueur de l'épi	29
2.3. Circonférence de l'épi	29
2.4. Circonférence de la tige.....	30
2.5. Nombre total de talles	30
2.6. Nombre de talles fertiles	30
2.7. Nombre de nœuds.....	32
2.8. Longueur du 3ème entre-nœud.....	32
2.9. Longueur de l'exsertion épi principal	32
2.10. Incidence du mildiou.....	32
2.11. Délai de 50% épiaison.....	33
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36

INTRODUCTION

Introduction

Le mil pénicillaire (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) est une céréale cultivée en Afrique et en Asie dans les zones tropicales semi-arides où la pluviométrie se situe entre 200 et 900 mm.

La production milicole mondiale est estimée à 28 millions de tonnes dont la presque totalité (95%) provient d'Afrique et d'Asie. Le mil pénicillaire représente plus de la moitié de la production. En Asie, le mil est presque exclusivement cultivé par l'Inde avec une production de 11 millions de tonnes sur une superficie de 14 millions d'hectares. Il représente moins de 30% de la production céréalière mondiale contre 25% pour le maïs, 26% pour le riz, 29% pour le blé (Arnould *et al.*, 1971 et Annuaire FAO, 1988). Culture de subsistance, sa part avec le sorgho dans les échanges internationaux représente moins de 1% (Arnould *et al.*, 1971).

En Afrique, le mil est cultivé essentiellement dans la zone sub-saharienne qui regroupe le Sahel et la partie septentrionale des pays côtiers à l'Ouest du continent mais il est aussi cultivé dans les régions arides australes et orientales. Environ 18 millions d'hectares sont annuellement consacrés au mil en Afrique avec une production de 11 millions de tonnes. L'Afrique de l'Ouest fournit à elle seule 80% de la production du continent qui représente 30% de la production céréalière totale.

Le mil, céréale de subsistance des zones arides et pauvres, est généralement cultivé de façon extensive avec des rendements très bas, compris entre 200 et 500 kg par hectare (FAO, 1997). Cette faible productivité fait qu'on lui préfère le maïs et le sorgho dès lors que la pluviométrie et le niveau de fertilité des sols sont satisfaisants.

Au Sénégal (situé entre 12° et 17° latitudes Nord), le mil constitue avec le sorgho la base de l'alimentation des populations rurales et la principale culture céréalière. Deux types de mil sont cultivés au Sénégal : le mil précoce ou Souna et le mil tardif ou Sanio. Le Souna occupe 85% des surfaces cultivées en mil. Il est essentiellement localisé dans les zones Nord et Centre du pays alors que le Sanio est cultivé dans les zones plus pluvieuses du Sud.

Le mil, dont la culture se pratique dans toutes les régions du pays couvre environ 865 540 hectares avec une production d'environ 575 024 tonnes (DSA/DAPS/MAHRSA, 2005). Les rendements obtenus en milieu paysan sont généralement faibles (400-700kg/ha) et variables en fonction de l'année et de la région. Cette situation est la résultante de plusieurs facteurs parmi lesquels la faible productivité des variétés cultivées constituées en grande partie d'écotypes locaux.

C'est pourquoi, l'ISRA en partenariat avec la SODEFITEX, l'ANCAR et le CNCR a conduit un programme intitulé « Amélioration de la productivité du mil et du sorgho au Sénégal Oriental et en Casamance » pour rehausser le niveau de productivité de ces cultures dans ces zones. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude dont l'objectif est de caractériser et d'évaluer les cultivars locaux de la région de Kolda dans la perspective de leur utilisation dans le programme de sélection variétale.

Le présent document comporte trois parties :

- une première partie qui présente une synthèse bibliographique portant sur la connaissance du mil ;
- une deuxième partie traitant de l'expérimentation proprement dite (le matériel et les méthodes, les résultats) ;
- une troisième partie renfermant la conclusion et les perspectives.

PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

Problématique et objectifs

Dans la zone agroécologique Sénégal Oriental/Haute et moyenne Casamance où se situe la région de Kolda, les systèmes de production sont dominés par les cultures céréalières notamment les mils (souna et sanio), le sorgho, le maïs, le riz et le fonio qui occupent 55% des superficies cultivées (ISRA, 1998). Parmi ces cultures, le mil avec le sorgho occupent une place prépondérante avec environ 60% des terres emblavées en céréales (DISA, 2001).

En dépit d'une situation à priori favorable pour la culture céréalière dans la zone de Kolda (disponibilité en terres arables et pluviométrie assez favorable), les populations rurales sont globalement soumises à un déficit alimentaire chronique en période de soudure (taux de couverture des besoins de 60%) et à un fort taux de pauvreté. Les 53% des ménages de la région de Kolda vivent en dessous du seuil de pauvreté (Ministère de l'Agriculture, 1999).

Ce déficit est imputable, en grande partie, aux faibles niveaux des rendements actuellement observés sur les productions céréalières. Pour les mils, le rendement moyen est de 600 kg/ha alors que l'objectif du Plan Céréalière de 1984 est de 900 kg/ha.

Les faibles niveaux de productivité qui caractérisent les systèmes de production céréalière de cette zone sont la résultante de plusieurs contraintes qui sont, entre autres, la diminution tendancielle de la pluviométrie, la baisse de la fertilité des sols, la pression parasitaire, les pratiques culturales inadéquates, l'insuffisance de matériels agricoles, le faible niveau d'organisation des filières mais aussi le faible potentiel de production des variétés actuellement cultivées. En effet, le matériel végétal utilisé par les producteurs de la zone est totalement constitué de variétés traditionnelles (souna et sanio) qui sont certes adaptées aux conditions mais peu productives.

La mise à la disposition des producteurs de la zone de variétés améliorées performantes pourrait permettre d'augmenter la production céréalière et par conséquent d'accroître le taux de satisfaction des besoins alimentaires.

C'est dans cette optique que cette étude est réalisée. Elle s'inscrit dans le cadre global d'un projet financé par le FNRAA (Fonds National de Recherches Agricoles et Agroalimentaires) avec pour principal objectif une meilleure connaissance du matériel traditionnel en vue de faciliter son utilisation dans le programme de sélection variétale. Les objectifs spécifiques consistent à :

- évaluer et caractériser les accessions de mil sanio collectées dans la région de Kolda,
- identifier des variétés potentiellement rentables pour une utilisation ultérieure dans les programmes de d'amélioration variétale.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Origine

Le mil à chandelle, millet ou petit mil est la principale culture vivrière dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest où il est cultivé depuis des temps immémoriaux. (Ndoye *et al.*, 1989). Selon Werth (1927), le mil a été acclimaté d'abord en Inde puis en Afrique. Pour Krishnaswamy (1962), il a en fait été introduit en Inde à partir de l'Afrique. De l'avis de Vavilov (1951), l'Afrique est le principal centre d'origine du mil, en particulier l'Abyssinie et le Soudan.

Burton et Powell (1968) ont découvert la plus grande diversité des types morphologiques introduits à partir de l'Afrique centrale et ont estimé que le mil provenait de cette dernière région. Tostain (1998) croit à une origine africaine de l'Ouest plus particulièrement dans la zone Nord Nord-Est du fleuve Sénégal.

Murty *et al.* (1967) ont également observé une grande variabilité en Afrique, nettement plus importante qu'en Inde. L'origine africaine du mil est en outre étayée par la multiplicité des espèces sauvages voisines, rencontrées sur ce continent, mais absentes en Inde jusqu'à présent.

2. Distribution

Du fait de son adaptation aux conditions difficiles, le mil se retrouve dans toutes les régions du monde.

En Afrique, le mil est largement cultivé au Sud du Sahara (dans les pays sahéliens et les régions septentrionales des pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest), ainsi que dans les régions sèches de l'Afrique orientale et australe. Le Nigéria est le plus grand producteur en Afrique de l'Ouest avec 40% de la production régionale (FAO, 1997)

En Asie, la culture du mil se limite presque à deux pays, l'Inde et la Chine. L'Inde est le premier producteur de mil au monde avec environ 11 millions de tonnes par an soit presque 40% de la production mondiale.

En Europe de l'Est, la culture du mil est essentiellement concentrée dans la Communauté des Etats Indépendants (le Kazhakastan et l'Ukraine).

Le mil est présent en Australie, en Europe de l'Ouest et aux Etats Unis mais la production est infime.

3. Importance

Le mil représente la base de l'alimentation des populations en Afrique et en Inde. C'est une importante source d'énergie (100 grammes de graines fournissent 360 kcal). Il est plus riche

que les autres céréales comme le sorgho, le maïs et le riz en protéines, calcium, en phosphore, en fer.

On y trouve aussi plus de carotène, de riboflavine, de tryptophane et de lysine (Faujdar et Nainawatee, 1999).

En Afrique de l'Ouest, le grain est transformé en farine et celle-ci est consommée sous forme de bouillie, de couscous ou de galettes. Il peut également servir à la fabrication de boissons alcoolisées (bière de mil). Les tiges servent dans la construction des habitations et des enclos et les feuilles sèches sont utilisées comme fourrage.

4. Taxonomie

Les mils cultivés pour leurs grains en Afrique de l'Ouest appartiennent tous au genre *Pennisetum*, à la section *Penicillaria* et à la famille des Poacées. Les plantes de cette section sont caractérisées par une touffe de poils facilement remarquable qui surplombe les anthères. Ils possèdent un nombre chromosomique de base $X=7$ ou un multiple de 7 bien qu'on puisse trouver un nombre de base variant de 5 à 9 chez les mils des autres sections (Bilquez et Leconte, 1969 ; Lourd *et al.*, 1984). La plupart des espèces de mil sont diploïdes (Pernes et Lourd, 1984). Le nombre de chromosomes du mil perlé est $2n=14$.

Le nom scientifique du mil pénicillaire a subi plusieurs changements : *Pennisetum typhoides* (Burm.) Stapf et Hubbard, *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.), *Pennisetum spicatum* Roem et Schult et *Pennisetum americanum* Leeke K.Schum selon De Wet (1987) mais le nom actuellement admis par les scientifiques est *Pennisetum glaucum* (L.)R.Br.

5. Les différentes sortes de mil pénicillaire cultivées au Sénégal

5.1. Les mils précoces

L'intervalle moyen semis-récolte se situe entre 80 et 100 jours. Parmi ces mils, trois formes (Figure 1) sont présentes (Clément, 1985) :

- une forme à chandelle longue (échantillon 20), 70 à 80 cm de long, de forme cylindrique ;
- une forme à chandelle plus ou moins cylindrique (échelle 21), 60 à 70 cm de long ;
- une forme à chandelle plus trapue (échantillon 22), nettement plus courte et plus trapue que les deux précédentes mais dont les caractéristiques des grains sont semblables.

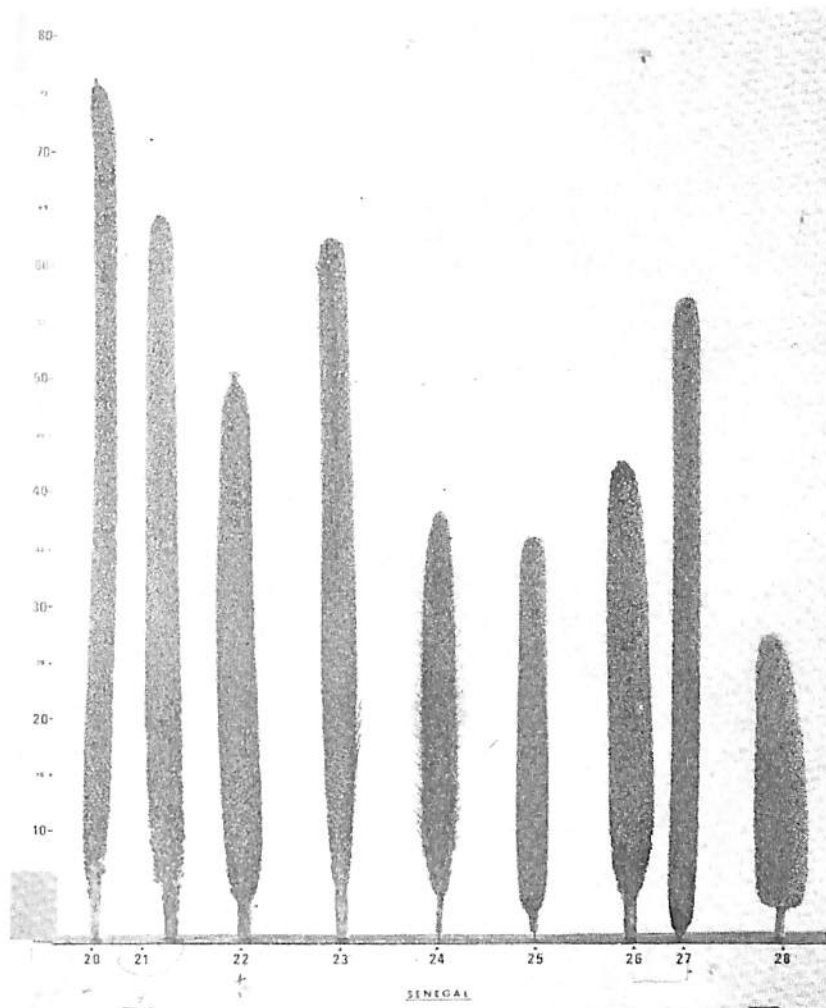
En plus de ces mils, on note le Thiotandé (échantillon 28) qui est un mil très précoce qui a aujourd'hui presque disparu de son aire de culture traditionnelle de la Vallée du Fleuve Sénégal. Il est de taille peu élevée (1,80 à 2 m) avec un faux épi assez court (25 à 35 cm) de forme trapue, plus ou moins conique.

5.2. Les mils tardifs

L'évolution climatique des dernières décennies, caractérisée par des déficits pluviométriques annuels répétés et une irrégularité des précipitations qui ne permet plus aux formes tardives photosensibles d'atteindre leur développement végétatif normal et de boucler leur cycle. Ainsi, au Nord de l'isohyète 900 mm, la culture des formes tardives s'est progressivement effacée au profit des formes précoces.

Chez les sanios, la variabilité des caractères morphologiques du faux épi apparaît plus importante que celle observée chez les sounas (Clément, 1985). Par ailleurs, l'aristation généralement associée à l'appellation sanio, n'est pas pour autant commune à l'ensemble des formes tardives rencontrées dans le pays. Il existe deux formes nettement différenciées chez les mils tardifs :

- les formes aristées composées du sanio du Sine Saloum (échantillon 23), ayant une chandelle longue (70 à 80 cm) et la forme légèrement conique et effilée et du sanio de la Casamance (échantillon 24) possédant une chandelle nettement plus courte (30 à 40 cm) et une forme conique,
- les formes mutiques composées de trois groupes :
 - le groupe à chandelle longue de 60 à 70 cm (échantillon 27) et à forme nettement conique ;
 - le groupe à chandelle plus large, de longueur variant entre 40 à 45 cm (échantillon 26) et d'aspect fusiforme (Clément, 1985) ;
 - le groupe possédant une chandelle courte de 30 à 55 cm (échantillon 25) de forme cylindrique.



Source : Clément J.C. (1985)

Figure 1 : Les différentes formes de chandelles

6. Caractéristiques botaniques

Le mil a un système racinaire constitué de racines relativement fines (Caron et Granés, 1993). Dans les sols de Bambey, le système racinaire peut atteindre 150 à 200 cm (Chopart, 1980). Selon Ferraris (1973), l'enracinement peut atteindre 350 cm de profondeur.

Le mil est une plante annuelle à port érigé, à hauteur variant entre 1,5 à 2,5 m (Caron et Granés, 1993) et parfois même 6m (Siband, 1981). Il a une capacité de tallage élevée jusqu'à 40 tiges par plante (Ramond, 1968). Toutefois, seules quelques unes sont fertiles, généralement 1 à 7 (Siband, 1981).

Les feuilles sont engainantes, parallélinerves et alternes avec une longueur variant de 20 à 100 cm pour une largeur mesurant entre 5 et 50 mm. Le limbe lancéolé, peut mesurer plus de 80 cm. La gaine foliaire assez longue, fendue longitudinalement, peut couvrir 1 à 2 entrenœuds. Les feuilles supérieures ralentissent les pertes en eau (Winkel et Do, 1992 ; Winkel *et al.*, 1997), permettant ainsi une bonne adaptation à la sécheresse.

L'inflorescence, appelée chandelle, est un faux épi situé à l'extrémité de la tige. Elle est formée d'involucres, ensemble de bractées formant une collerette de protection composée de 2 à 3 épillets qui portent chacune deux types de fleurs : des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles. La chandelle a une longueur moyenne de 10 à 40 cm qui peut atteindre 1 m avec un diamètre pouvant varier entre 1,5 et 3 cm.

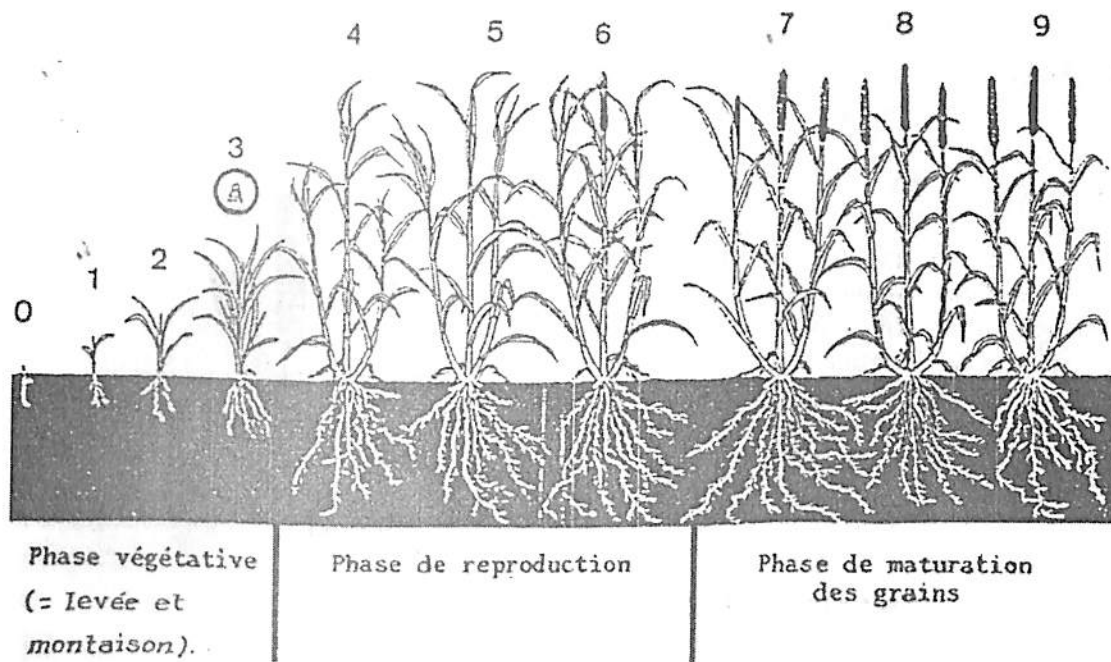
Les graines (caryopses) ont une enveloppe dure et lisse, de couleur grise, crème verdâtre, rougeâtre ou noire. La couleur du grain est associée à celle de l'endosperme et du péricarpe (Beninga, 1993).

Les graines de mil sont de petite taille avec un poids compris entre 3 à 15 mg, de couleur variable (blanche, jaune, gris-bleuté ou marron). La couleur du grain est associée à celle de l'endosperme et du péricarpe (Beninga, 1993).

7. Croissance et Développement

Le cycle de développement peut être divisé en trois phases (Figure 2) :

- la phase végétative (de la levée à l'initiation florale),
- la phase reproductive (de l'initiation à la floraison (fécondation)),
- la phase de maturation des graines (de la fécondation à la maturité physiologique).



- Stades :
- 0 = levée
 - 1 = 3 feuilles
 - 2 = 5 feuilles
 - 3 = initiation florale
 - 4 = apparition dernière feuille
 - 5 = gonflement
 - 6 = 50 % floraison
 - 7 = grain litéux
 - 8 = grain pâteux
 - 9 = maturité physiologique (apparition tache noire)

Note : Le cercle au stade 3 correspond à l'initiation florale (transformation de l'apex végétatif en bourgeon floral).

Source : MAITI et BIDINGER (1981)

Figure 2 : Diagramme d'identification des principaux stades du mil illustrés par les chiffres de 1 à 9

7.1. La phase végétative

Germination et levée

Après le semis, la germination débute dès que la graine absorbe environ le tiers de son poids en eau. Généralement, une pluie de 10 à 15 mm est suffisante pour assurer une bonne germination (Caron et Granés, 1993). Le mil germe plus rapidement que d'autres céréales telles que le maïs et le sorgho, ceci grâce à la faible dimension de sa graine qui permet un meilleur contact terre-graine et une plus grande facilité d'imbibition (Gardner, 1980 ; Lawan *et al.*, 1985).

La germination est hypogée et dans de bonnes conditions, elle a lieu 24 h après le semis. En conditions optimales, la levée a lieu 3 à 5 jours après semis (JAS). Au fur et à mesure de l'apparition des feuilles, le plateau de tallage se forme à la base du brin-maître.

Le tallage

Il dure du 10^{ème} au 35^{ème} jour après semis (jas). La première talle émerge en même temps que la 6^{ème} ou la 7^{ème} feuille (ONG et Monteith, 1985). Elle serait issue du bourgeon situé à l'aisselle de la 2^{ème} ou de la 3^{ème} feuille (Lambert, 1983). Des tiges secondaires puis tertiaires apparaissent après la levée. A chacune des tiges sont associées des racines secondaires.

La montaison

Elle s'étale du 35^{ème} au 60^{ème} JAS. C'est une période de croissance rapide des tiges due à l'allongement des entre-nœuds. Les besoins nutritifs sont élevés pendant cette phase.

7.2. La phase reproductive

La phase reproductive (épiaison, floraison et fécondation) va généralement du 60^{ème} au 75^{ème} JAS.

L'initiation florale se produit à la fin du tallage. Les pièces florales se forment au cours de la montaison. On observe une forte corrélation entre la longueur de la chandelle et la longueur du cycle (Lambert, 1983).

Le mil est une plante protogyne. Les organes femelles sortent et mûrissent avant les organes mâles. Par conséquent, l'anthèse débute après que la plupart ou la totalité des stigmates sont sortis. L'émergence des stigmates se fait de haut en bas ou de bas en haut selon les variétés. Tous les stigmates peuvent sortir quelquefois alors que l'épi est toujours dans la gaine foliaire. Les stigmates restent réceptifs pendant 3 jours.

Un jour après l'émergence complète des stigmates, les anthèses commencent leur apparition à partir du haut de l'épi. La première vague d'anthèses commence avec les fleurs bisexuées des régions sommitales et progresse vers le bas. Un à trois jours après l'initiation de la première vague, les fleurs mâles émettent les anthèses pour achever la pollinisation des stigmates encore réceptifs. Le processus d'émission du pollen dure ainsi de 4 à 7 jours. Le pollen une fois émis, reste viable environ 7 heures (Beninga, 1993).

7.3. La phase de maturation des graines

La croissance de la graine comprend deux phases : une phase de latence, qui correspond à la division et à la multiplication des cellules de l'endosperme, et une phase de remplissage proprement dite qui correspond à l'accumulation des réserves (Maiti et Bidinger, 1981 ; Siband, 1981).

Le remplissage de la plupart des graines (entre 75 à 80% au moins pour le mil souna) est assuré par l'activité photosynthétique des 3 à 4 dernières feuilles (Jaquinot, 1970 ; Egharerba, 1981). Le remplissage et sa dessiccation se font sur 20 à 30 jours après la fécondation en fonction des conditions climatiques.

La maturité physiologique est marquée par la formation d'une tâche noire dans le hile de la graine. La graine est petite, de poids pouvant aller de 3 à 15 mg. Les graines de mil sont de couleur variable (blanche, jaune, gris-bleuté ou marron). La couleur du grain est associée à celle de l'endosperme et du péricarpe (Béninga, 1993).

8. Exigences écologiques

Le mil est une plante rustique, peu exigeante du point de vue de la fertilité mais sensible au type de sol. Les conditions hydriques, de température, de lumière et de nutrition minérale jouent un rôle important dans toutes les phases de développement du mil.

8.1 Exigences climatiques

Le mil est une plante de région chaude; la température moyenne optimale pour son développement est de 28°C. Le nombre de talles diminue quand la température augmente (ONG et Monteith, 1985). Le tallage diminue aussi quand la densité de plantes augmente et au delà de 25 pieds par m² certaines plantes meurent (Pouzet, 1974 ; Carberry *et al.*, 1985a). La nutrition carbonée joue un rôle dans l'émission des talles (ONG et Monteith, 1985).

Les besoins en eau sont proportionnels à la longueur du cycle, mais 200 mm de pluie suffisent parfois pour que le mil produise des graines avec un optimum de 400 mm répartis sur 70 jours pour le souna et 600 mm répartis sur 80 jours pour le sanio. Au delà de 1200 mm, le risque de développement des maladies surtout le charbon est très élevé. Les périodes de sensibilité du mil à la sécheresse sont la phase d'installation et celle de la formation des organes floraux (début montaison-épiaison) (Caron et Granés 1993).

8.2. Exigences édaphiques

Le mil est une céréale très souvent cultivée sur des sols sableux, acides, pauvres en argile. Mais il est plus adapté aux sols sablo-argileux, bien drainés qui facilitent la croissance du système racinaire.

9. Techniques culturales

9.1. Choix des variétés

Pour l'agriculteur, le premier critère de choix d'une variété est l'adéquation de son cycle de développement avec la pluviométrie. Les autres critères concernent la productivité, la rusticité, la tolérance aux maladies et les qualités organoleptiques.

Les principales variétés améliorées recommandées au Sénégal sont dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principales variétés de mil souna actuellement cultivées au Sénégal

Variétés	Cycle	Zone de recommandation	Potentiel de rendement (t/ha)
Souna III	90-95 jours	Centre-Sud, Sud et Est	2-2,5
IBV 8001	75-85 jours	Centre- sud	2,5-3
IBV 8004	75 jours	Centre-Nord	2-2,5
IBV 8402	75-85 jours	Centre-Nord, Nord	2-2,5

Source : Diangar (1999)

9.2. Semis

Il se fait en poquet, à raison de 10 000 à 20 000 pieds/ha avec 8 à 10 graines par poquet enfouies superficiellement (1-2 cm). Le semis en ligne facilite l'entretien, ce qui est un facteur important de rendement ; dans ce cas, la dose de semis est d'environ 4-5 kg/ha. . Le semis est manuel ou mécanique (disque de 8 trous avec cache 1 trou sur 2).

9.3. Fertilisation minérale

La réduction de la durée de la jachère, voire sa disparition, la non restitution des résidus de récolte et l'accentuation du déséquilibre minéral résultant de l'augmentation des rendements ont impulsé la recherche d'une fertilisation minérale du mil. Les recherches sur la fertilisation ont abouti à la définition de trois niveaux d'intensification (ISRA, 1980 ; Ndiaye, 1988).

Tableau 2 : Fertilisation minérale du mil

Système de culture	Formule	Dose (kg/ha)
1-Extensif non mécanisé, sans rotation. Variété non sélectionnée, travail léger du sol	14-7-7	150 kg au semis
2-Semis intensif : mécanisation faible, rotation culturale, variété améliorée. Brûlis ou exportation des résidus de récolte.	Tricalcique	400
	10-21-21	100 au semis.
	Urée	50 au démariage 50 en fin de montaison
3-Intensif : mécanisation, labour profond en fin ou début de cycle, rotation culturale, variétés améliorées. Bon entretien des cultures, protection phytosanitaire, enfouissement des résidus de récolte	Tricalcique.	400
	10-21-21.	150 au semis
	Urée	75 au démariage 75 en montaison

Source : Diangar (1999)

9.4. Entretien

Durant la phase de germination-levée, le mil est très sensible à la concurrence des adventices. Par conséquent, un premier sarclage précoce (8 à 12 jours) après levée, est recommandé. Le 2^{ème} sarclage se situe 15 jours plus tard. D'autres sarclages se feront en cas de besoin en fonction du niveau d'infestation. Un démariage à 2-3 plants/poquet doit se faire 10 à 15 jours après la levée, à la suite d'une pluie. Le démariage tardif entraîne une baisse notable du rendement.

10. Protection phytosanitaire

10.1. Maladies

Les plus importantes maladies identifiées sont le mildiou (*Sclerospora graminicola*, Schroet), le charbon (*Tolyposporium penicillariae* Bref) et l'ergot (*Claviceps fusiformis* Loc.) (Mbaye, 1992).

10.1.1. Mildiou

Pour lutter contre cette maladie, il est recommandé :

- d'éviter la succession mil sur mil ;
- de traiter les semences à l'Apron plus et Apron Star avant semis à raison de 10 g/0,75 kg de semences ;
- d'utiliser des variétés tolérantes (IBV 8004 – IBV 8001) ;
- d'arracher les pieds précocement malades jusqu'à deux mois après semis et les brûler.

10.1.2. Ergot et charbon

Pour ces deux maladies, les moyens de lutte reposent sur la pratique du semis précoce, la destruction des épis atteints et la rotation culturale.

10.2. Insectes

Les principaux insectes ravageurs du mil au Sénégal sont le foreur des tiges (*Coniesta igneifusalis*) et la mineuse de l'épi (*Heliocheilus albipuntelle*). Différents moyens de lutte sont préconisés contre ces ravageurs.

10.2.1. Foreur des tiges

Les recommandations pour lutter contre cet insecte reposent sur le semis précoce, le respect de la rotation culturale, l'arrachage et le brûlage des tiges atteintes, la bonne préparation du terrain par la destruction des résidus de la culture précédente, l'application de carbofuran et le traitement des semences à l'Apron Star.

10.2.2. Mineuse de l'épi

Contre cet insecte qui cause le plus de dégâts sur les cultures de mil, il est préconisé l'utilisation de Thimul 35 (endosulfan, 800 g m.a/ha) ou de Thiodan (endosulfan, 1,2 kg m.a/ha), le labour de fin de cycle pour détruire les chrysalides et les larves en diapause et le lâcher de *Bracon hebetor* (lutte biologique).

10.3. Striga

Le striga est une plante parasite du mil qui cause d'énormes pertes. Les moyens de lutte contre le striga sont : l'arrachage avant floraison des plantes et le brûlage après séchage, le respect de la rotation culturale et l'utilisation de la combinaison fumure organique-rotation mil/arachide -sarclo-binage complémentaire à la houe sine 60-65 jours après le semis.

11. Récolte et Post-Récolte

11.1. Récolte et séchage

Le mil est une culture à maturité échelonnée qui doit se récolter à maturité complète. La maturité physiologique est atteinte quand :

- les 2/3 au moins des feuilles de la plante prennent une couleur jaune ;
- une tâche noire apparaît dans la région hilaire de la graine.

La récolte se fait manuellement. Les épis doivent être séchés au soleil pendant 2-4 jours à même le sol ou sur un lit de pailles. L'ISRA recommande un séchage sur des claies surélevées où les bottes sont entrecroisées.

11.2. Battage

La séparation du grain de la chandelle se fait soit mécaniquement par une batteuse soit manuellement au mortier.

11.3. Stockage

La conservation se fait sous forme de chandelle, dans des greniers biens aérés et nettoyés (désinsectisés) avant chargement ou sous forme de graines après battage dans des sacs. Les graines se conservent mieux sous atmosphère confinée.

12. Principales contraintes à la production du mil

Il est très difficile de répertorier toutes les contraintes qui affectent la production du mil tant elles sont complexes. Les contraintes les plus importantes rencontrées au Sénégal peuvent être classées en contraintes biotiques et abiotiques.

12.1 Contraintes abiotiques

12.1.1. Edaphiques

Les sols destinés à la culture du mil sont en général sableux, pauvres en matière organique et en éléments fertilisants (phosphate et azote) (Charreau et Nicou, 1971 ; Siband, 1981 ; Badiane, 1993).

12.1.2. Techniques culturales

Les paysans sont généralement sous-équipés et appliquent très rarement les techniques améliorées (démariage, respect des dates de sarclages, faible utilisation des engrais minéraux, etc.). Il est à noter que le respect des techniques culturales peut permettre d'accroître les rendements de 40% (Siband, 1983).

12.1.3. Climatiques

La saison des pluies au Sénégal est caractérisée par une pluviométrie généralement faible et mal répartie dans le temps et dans l'espace.

12.2. Contraintes biotiques

12.2.1. Matériel végétal

Il est largement constitué de variétés traditionnelles qui sont d'adaptation locale et de faible potentiel de rendement. La plupart de ces variétés ont un cycle qui ne s'adapte plus aux conditions pluviométriques actuelles.

12.2.2. Insectes

Le mil est sujet aux attaques de plusieurs insectes durant son cycle de développement dont les plus importants sont le foreur des tiges (*Coniesta ignefusalis*), la mineuse de l'épi (*Heliocheilus albipuntella*) et les cantharides (*Psalydolyta fusca* et *P vestita*). Leur incidence varie chaque année d'un site à l'autre (Ndoye et Gahukar, 1987 ; Nwanze, 1988).

12-2-3. Maladies

Les maladies qui causent d'importantes pertes de rendement sont le mildiou (*Sclerospora graminicola*), le charbon (*Tolyposporium penicillaria*) et l'ergot (*Claviceps fusiformis*). Au Sénégal, les pertes de rendements du mil varient de 0,2 à 21 % (Mbaye, 1988).

12.2.4. Striga

En zone sahélienne le striga (*Striga hermonthica*) constitue un des plus importants facteurs responsables de la baisse du rendement. Les pertes sont accentuées par la sécheresse (Ramaiah *et al.*, 1983). En Afrique de l'Ouest, les pertes de production engendrées par le striga varient de 3 à 25% suivant les pays et les cultures parasitées (Andrianaivo *et al.*, 1998).

13. Principales composantes du rendement.

Les principales composantes du rendement du mil sont le nombre d'épis /ha, le nombre de grain par épi et le poids d'un grain. Ces composantes sont sous la dépendance de plusieurs facteurs

- *Nombre d'épis/ha*

Il dépend du pourcentage de levée, du démariage, du coefficient de tallage et de la concurrence intra-poquet.

- *Nombre de grains par épi*

Il est influencé par l'alimentation, le pourcentage de fécondation et le pourcentage d'avortement.

- *Poids d'un grain*

Il est sous la dépendance de la photosynthèse et du transfert des produits de la photosynthèse vers la graine.

14. Causes de la variabilité du rendement du mil.

14.1. Variation des rendements et pluviométrie

Le parallélisme entre les variations de la pluviométrie et celle des rendements, a été maintes fois souligné par les bio climatologues et agronomes. Ainsi Dancette (1978) explique la

variabilité des rendements moyens du mil et du sorgho du Département de Bambey entre 1964 et 1974 par l'importance des écarts de pluviométrie par rapport à la normale et la quantité de pluie utile pour la culture.

L'accroissement, du Nord au Sud, des rendements du mil de 345kg/ha à Louga, 500kg/ha au Sine Saloum, 800kg/ha en Casamance (Statistiques du Ministère du Développement Rural, 1999) s'explique aussi par l'augmentation de la pluviométrie suivant un gradient Nord-Sud.

Siband (1981) considère que, pendant la phase d'installation de la culture, l'alimentation hydrique est souvent un facteur limitant en raison de l'irrégularité des pluies en début de saison. Un déficit hydrique à cette époque a pour effet un arrêt ou une réduction de la croissance, voire une mort des plants, ce qui oblige les agriculteurs à ressemer leurs champs.

Dans ces conditions, le mil, étant une culture pluviale soumise aux aléas de la pluviométrie, il est normal que l'alimentation hydrique soit considérée comme le premier facteur limitant de la production.

14.2. Variation des rendements et système de culture

Les études portant sur les effets des systèmes de culture sur les rendements en conditions paysannes sont rares. Les résultats rapportés par la bibliographie, relatifs à l'influence des techniques culturales, ont été obtenus en station.

(Charreau *et al.*, 1971) ; Poulain *et al.*, 1969) rapportent qu'un travail du sol de 10 à 15 cm en début de saison des pluies améliore l'enracinement du mil, augmente ses capacités d'extraction de l'eau et des éléments minéraux, ce qui entraîne des augmentations significatives de rendements.

Ferraris (1973) indique, par ailleurs, que la compétition avec les mauvaises herbes réduit à la fois la disponibilité de l'eau et des éléments minéraux, la hauteur des tiges du mil, le potentiel de tallage, le nombre d'épis et le rendement en grains.

Concernant la fertilisation, Ganry *et al.*, (1974) ont obtenu avec 120 kg/ha d'urée fractionnés en trois apports (1/5 au semis, 2/5 au démariage et 2/5 à la montaison), un rendement de plus de 3tonnes/ha.

De même, Poulain (1970) a montré dans une rotation mil/arachide qu'un apport de 400 à 800 kg de phosphate naturel soluble améliore le rendement de 20%.

Beaucoup de travaux ont été effectués sur les effets de la matière organique sur la production du mil. Ganry *et al.* (1974, 1978) ont constaté sur sol Dior à Bambey un effet positif de l'enfouissement de pailles compostées sur le rendement.

Feller *et al.* (1987), puis Cissé *et al.* (1988) ont montré que les effets de l'incorporation de pailles compostées ou de fumier se manifestent par une amélioration sensible des stocks organiques et de la richesse minérale du sol, ainsi qu'un développement racinaire important et une meilleure alimentation hydrique et minérale.

15. Variabilité des mils

Le mil est avant tout une céréale des régions chaudes, pauvres et semi-arides comme l'Afrique occidentale et Orientale et l'Asie du sud (Inde).

L'Afrique de l'Ouest, zone d'origine et de domestication du mil, présente une immense diversité de mil (Tostain et Marchais, 1983). Des études ont été menées pour la caractérisation de cette diversité.

A travers une description de la diversité morphologique des mils cultivés de l'Afrique de l'Ouest, Bono (1973) a identifié deux groupes et quatre sous-groupes de mil ainsi que leur répartition dans chaque pays. La grande variabilité présente semble être due à l'action humaine qui a façonné divers types adaptés à des zones écologiques. Les grandes migrations ethniques ont aussi contribué à l'accroissement de cette variabilité (Marchais, 1982).

Tostain *et al.* (1987) ont identifié trois groupes enzymatiques en Afrique de l'Ouest : le groupe des mils sauvages, le groupe des mils précoces, le groupe des mils tardifs.

Selon Ouendeba *et al.* (1995), les principaux caractères qui permettent de discriminer les cultivars traditionnels sont la date de floraison, la hauteur des plantes, le diamètre des tiges, la longueur du 1^{er} épi et la production d'épis et de grains. Sur la base de ces critères, il a été conclu que le mil du Niger se rapproche de ceux du Nigeria et du Sénégal.

Les cultivars traditionnels correspondent cependant à une réalité paysanne et au choix délibéré d'un type plutôt que d'un autre en fonction des conditions climatiques. Au Sénégal, les formes tardives ne sont plus cultivées dans les zones centrales (Dancette, 1980) où elles sont remplacées par les sounas plus précoces. En bonnes conditions pluviométriques, les mils précoces donnent généralement des rendements inférieurs à ceux des mils tardifs.

16. Acquis de la recherche sur l'amélioration variétale

Les premiers travaux ont débuté en 1931 et concernaient l'amélioration des mils traditionnels (Souna et Sanio). La sélection récurrente appliquée par Etasse (1965) sur trois populations locales de mil Souna à partir 1961 a abouti successivement à la création de la variété synthétique Souna-2, en 1965, puis Souna-3, en 1969, vulgarisée dans la zone Centre-Sud et Est en 1972. Cette variété de 90-95 jours, de structure traditionnelle, se caractérise par des

épis cylindriques et compacts, un assez bon tallage, une résistance au charbon, une tolérance au mildiou et un rendement de l'ordre de 2,5 à 3 tonnes/ha en station mais seulement 0,77 tonnes/ha en milieu réel.

A partir de 1968, le programme d'amélioration variétale s'est orienté vers l'amélioration du rapport grain/paille par un raccourcissement de la tige, parfois très grande chez les mils traditionnels. Cette sélection a produit des populations naines 1/2 et 3/4 Souna (90-95 jours) avec une nette amélioration des caractères de l'épi et du grain et de la résistance aux maladies. A partir de 1970, les travaux sur la création de variétés naines par le GAM (Groupe d'amélioration du mil) ont abouti à deux synthétiques expérimentales, GAM-73 et GAM-75, de taille courte et d'architecture fine, qui donnent de bons résultats sous conditions d'irrigation et de forte fertilisation, mais qui sont moins performantes que les variétés traditionnelles en conditions paysannes (Bilquez, 1975).

La seconde phase du programme GAM a mis en évidence l'intérêt des tests génétiques entre les structures parentales et de l'élargissement du matériel végétal existant à d'autres constituants exogènes pour la création de variétés. Sept nouvelles variétés ont été ainsi créées et proposées à la vulgarisation. Ces variétés n'ont cependant pas été adoptées par les paysans pour diverses raisons.

Parallèlement, les travaux conduits par l'ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) en collaboration avec l'ISRA à partir de 1970 ont abouti à la création des variétés IBV-8001 (75-85 jours), IBV-8004 (75 jours) et IBMV-8402 (75-85 jours), qui sont vulgarisées respectivement dans les zones Centre Sud, Nord et Centre-Nord du pays. Ces trois variétés possèdent une résistance ou une tolérance au mildiou (Gupta, 1986 ; Gupta *et al.*, 1991 ; Gupta et Ndoye, 1991).

La création d'hybrides a été reprise en 1982 par l'ICRISAT avec l'introduction de lignées mâles stériles (81A et 111A). Le meilleur hybride résistant au mildiou et au charbon est ICMH-8413 (81A x IBMI-8207), avec une production de grains de 31 à 52% supérieure à Souna-3 (Ndoye et Gupta, 1987a, 1987b).

De nouvelles obtentions plus productives que les variétés actuellement vulgarisées (13 à 22% de plus-value de rendement) sont au stade de test en milieu paysan. Il s'agit de ICTP-8203 et GB-8735, pour la zone nord, de ISMI-9301 et ISMI-9305, pour la zone centre-nord, et de SOSAT-C88 et ICMV-IS-88305, pour la zone centre-sud (Fofana, 1999).

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

1. Matériel et méthode.

1.1. Milieu physique

a) Situation géographique

Le Centre de Recherches Zootechniques (C.R.Z.) de Kolda (12° 55 Nord et 14° 55 Ouest) où est localisée l'expérimentation était une ancienne sisaleraie. Il est situé à 4 km de la ville de Kolda. Il s'étend sur une superficie de 1925 ha.

b) Climat

La région de Kolda se situe à la limite Nord-Ouest du sous-climat Guinéen qui peut être considérée comme une variante maritime du climat Sahélo-Soudanais. La zone est située entre les isohyètes 1 200 et 1 500 mm. Deux grandes saisons y sont rencontrées : une saison des pluies et une saison sèche. La saison des pluies est unique et dure environ cinq mois, de juin en octobre. La pluviométrie se caractérise par une grande variabilité annuelle voire mensuelle particulièrement en début et en fin de saison. Les mois d'août et de septembre reçoivent plus de 50% de la quantité d'eau enregistrée. Le reste de l'année (de novembre à mai) est couvert par la saison sèche qui peut être subdivisée en saison sèche froide (Novembre à Février) et saison sèche chaude (mars à mai). Deux grandes périodes de régimes thermiques peuvent être distinguées :

- La première, allant de juillet à février, où on rencontre les températures les plus basses aux mois de décembre et janvier, avec des écarts de 30,36°C (maxima) et 20,26°C (minima).
- La deuxième période qui va de mars à juin, caractérisée par une forte chaleur, une forte insolation et une évaporation élevée. Les écarts sont de 35,40°C (maxima) et 21,26°C (minima). (Service Météorologie de Kolda, 2005).

c) Sols

L'essai est installé sur un sol appartenant à la classe des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pH acide caractérisés par le lessivage de l'argile qui entraîne en profondeur la formation d'un horizon plus ou moins colmaté. La grande majorité des sols provient d'une couche gréseuse, le continental terminal des hauts bassins de la Gambie et du Sénégal (PFRK, 1990). Le continental terminal est perméable, provoquant la formation d'une nappe continue dont la côte supérieure domine un grand nombre de marigots et assure ainsi en permanence leur alimentation pendant la totalité ou une partie de la saison sèche (Boudet, 1970).

1.2. Matériel végétal

L'expérimentation a été réalisée avec 26 accessions de mil sanio collectés entre Mai et Juin 2006 suivant un pas de 20 km dans la région de Kolda par une équipe constituée du stagiaire et des agents des Services Départementaux de Développement Rural (SDDR). Les informations sur ces accessions sont reportées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Collection de cultivars de mil Sanio (CSO) dans la région de Kolda

Département	Village	Communauté Rurale	Nom paysan	Dénomination accession
SEDHIOU	Boughary	Bona	Moussa Badji	CSO 1
	Ndiama	Diaroumé	Diané Dabo	CSO 2
	Niagha	Niagha	Mamadou Baldé	CSO 3
	Sothoto	Tanaff	Opa Dioukou	CSO 4
	Diéndé	Diéndé	Ismaila Camara	CSO 6
	Boukar Kounda	Simbadi Brassou	Tombou Camara	CSO 7
	Souma Kounda	Samine Escale	Yaya Biaye	CSO 8
	Niafor	Diattacounda	Babou Mané	CSO 9
	Djibanar	Djibanar	Babacar Mané	CSO 10
	Bama Kounda	Bambaly	Idrissa Manga	CSO 11
	Daka Banta	Djirédji	Karim Mansaly	CSO 12
	Benin Wouly	Bemel Bidjine	Malamine Dabo	CSO 13
	Djibabouya	Djibabouya	cheikhou faty	CSO 14
	Kamoya	Sansamba	Mamadou.Y.Sagna	CSO 15
	Sakar	Sakar	Landing Dramé	CSO 16
	KOLDA	Konadji	Fafacourou	Dimando Baldé
Coumbacara		Coumbacara	Sambel Baldé	CSO 18
Saré Dembayel		Mampatim	Awdi Baldé	CSO 19
Mampatim		Mampatim	Nguéssa Sadio	CSO 20
Saré Omar		Dioulacolon	Ibrahima Baldé	CSO 21
Darou Salam Thierno		Dioulacolon	Abdoulaye Baldé	CSO 22
VELINGARA	Saré Wonja	Ouassoudou	Tobo Baldé	CSO 23
	Payougou	Ouassoudou	Malang Sané	CSO 24
	Kael Bassel	Kandia	Boydo Sabaly	CSO 25
	Boy Nguel	Sinthian	Boyi Sow	CSO 26

Les accessions sont identifiées par le sigle CSO (Collection Sanio) suivi par le numéro de collecte.

1.3. Méthode d'étude

1.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé est en blocs de Fisher avec 3 répétitions. Chaque répétition est constituée de 26 parcelles élémentaires composées chacune de 3 lignes de 6,3 m de long. Les écartements sont de 0,90 m entre les lignes et 0,90 m entre les poquets. Une allée de 1,5 m a été laissée entre les blocs (répétitions).

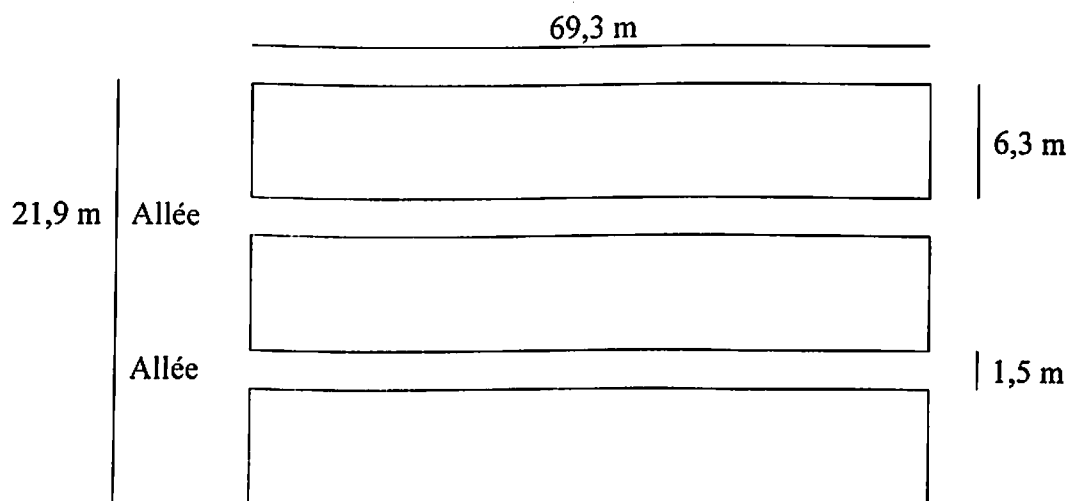


Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

1.3.2. Conduite de la culture

L'essai a été installé sur un précédent cotonnier. Pour assurer un bon lit de semis, un labour croisé suivi d'un nivellement a été réalisé. L'engrais de fond (15-15-15) a été appliqué avant semis à la dose de 150 kg/ha alors que l'urée a été appliquée en deux tranches (50 kg/ha au démarrage et 50 kg/ha à la montaison) soit 100 kg/ha. Le semis a été effectué le 12 Juillet après une pluie de 19 mm (Figure 3).

L'hivernage 2006 est marqué par un début normal des pluies (3^{ème} décade du mois de mai). Cependant, le mois de juillet a connu une baisse pluviométrique. La saison des pluies a été bonne dans l'ensemble avec un cumul de 1147 mm en 65 jours de pluies. Les mois d'août et septembre sont restés pluvieux avec respectivement 306 et 358 mm.

Une protection des semences a été assurée au semis en mettant une pincée de Carbofuran dans chaque poquet. Un démarrage à 1 plant par poquet a été effectué au 15^{ème} jour après la levée. Deux sarclo - binages (8 jours après la levée et 15 jours après le premier) ont été effectués durant le cycle de développement de la culture.

Un gardiennage a été assuré à la levée et à partir du stade de remplissage des graines jusqu'à la récolte pour éviter les dégâts éventuels d'oiseaux causés par les attaques d'oiseaux. Deux traitements phytosanitaires ont été effectués pour lutter contre les insectes. Les produits utilisés sont la deltaméthrine à la dose de 40 cm³/15 litres d'eau et la cyperméthrine à la dose 75cm³/15 litres d'eau.

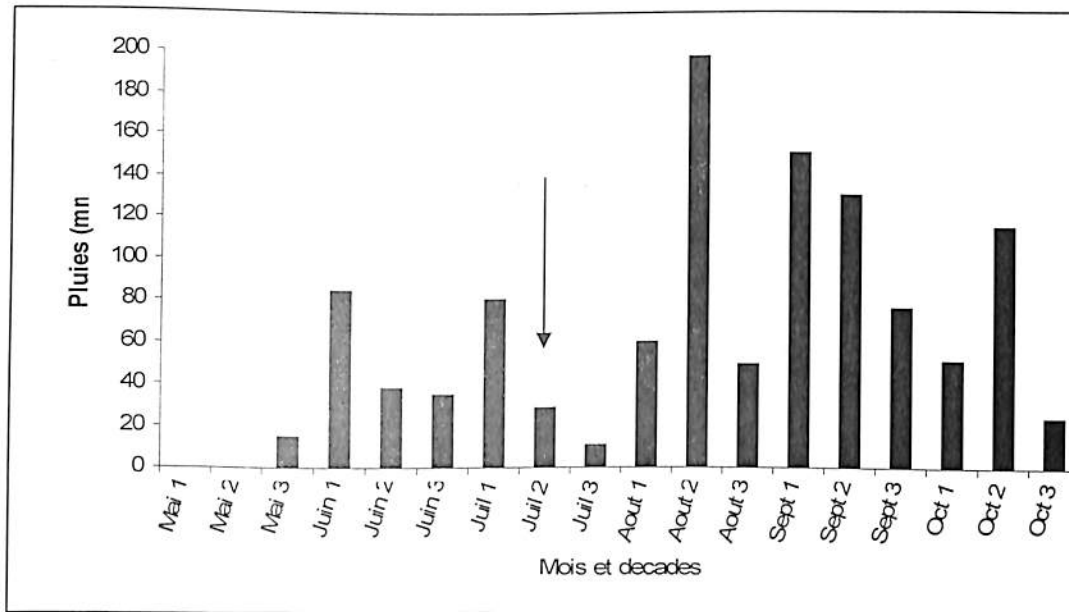


Figure 4 : Répartition décadaire de la pluviométrie 2006 au CRZ de Kolda
La flèche indique la période de semis

1.3.3. Observations et mesures

Les observations ont porté sur :

⇒ Hauteur de la plante

Les plantes sont mesurées depuis le niveau du sol jusqu'au sommet de l'épi principal.

Chaque mesure a été faite sur 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Longueur de l'épi principal

L'épi principal est mesuré de la base jusqu'au sommet sur 3 plantes choisies au hasard.

⇒ Circonférence de l'épi principal

La mesure a été faite au milieu de l'épi principal de 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Circonférence de la tige

Elle a été prise entre le 3^{ème} et le 4^{ème} nœud de la tige principale sur 3 plantes prises au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Nombre total de talles par plante

Le comptage du nombre total de talles a été fait sur 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Nombre de talles fertiles

C'est le nombre de talles ayant produit des épis. Il a été déterminé sur 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Nombre de nœuds par plante

Le comptage des nœuds est fait au niveau de la tige principale de 3 plantes prises au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Longueur 3^{ème} entre-nœud

C'est la distance comprise entre le 3^{ème} et le 4^{ème} nœud. Elle a été mesurée sur 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Longueur exsertion

Nous avons mesuré la distance entre la ligule de la feuille paniculaire jusqu'à la base de l'épi principal sur 3 plantes choisies au hasard dans chaque parcelle.

⇒ Incidence du mildiou

Elle représente le pourcentage de plantes attaquées par le mildiou dans chaque parcelle (Nombre de plantes attaquées x 100/Nombre total de plantes observées).

⇒ Date de 50% épiaison

C'est le nombre de jours qui s'est écoulé du semis jusqu'à l'épiaison de 50% des plantes qui est compté dans chaque parcelle.

1.3.4. Analyse des données

Les données recueillies ont été soumises à une analyse de variance à deux critères de classification à l'aide du logiciel MSTAT. La comparaison des moyennes a été réalisée par le test de Student Newman – Keuls au seuil de 5%.

2. Résultats et discussions

Les résultats de l'analyse de variance et de la comparaison des moyennes des caractères étudiés sont rapportés dans les tableaux 4 et 5.

2.1. Hauteur de la plante

Les accessions ne sont pas significativement différentes entre elles pour la hauteur de la plante (Tableau 4). Elles sont caractérisées par une très grande taille généralement supérieure à celle du mil Souna qui varie entre 200 et 300 cm (Chopart, 1980 ; Siband, 1981 ; Lambert, 1983). La hauteur de la plante varie de 370,3 cm (CSO 18) à 508,3 cm (CSO 26) avec une moyenne générale de 405,8 cm.

Du fait de la grande taille des plantes, les accessions ont montré une très grande sensibilité à la verse. En effet, il a été enregistré beaucoup de verse suite aux vents très forts intervenus durant la phase de maturation.

2.2. Longueur de l'épi

Les résultats obtenus sur ce caractère sont indiqués dans le tableau 4. L'analyse de variance montre qu'il y a une différence significative entre les accessions pour la longueur de l'épi qui est un caractère positivement corrélé au rendement (Bono, 1973). La longueur moyenne de l'épi principal pour l'ensemble des accessions est de 38,8 cm. Ces résultats montrent que les sanios de la Casamance n'ont pas subi d'influence extérieure quant à la longueur de l'épi.

L'accession CSO 5, avec une longueur d'épi de 44,7 cm s'écarte du lot et pourrait servir de géniteur pour l'amélioration de ce caractère dans la population de sanio de la zone. Elle possède des épis significativement plus longs que ceux de CSO 1.

Les accessions peuvent être réparties en trois groupes : un groupe renfermant CSO 5, un groupe avec CSO 1 et un groupe constitué du reste des accessions.

2.3. Circonférence de l'épi

Les accessions ne sont pas différentes significativement pour la circonférence de l'épi (Tableau 4), celle-ci varie de 6,4 à 8,3 cm avec une moyenne générale de 7,5 cm.

L'accession CSO 24 possède les épis les plus gros avec une circonférence de 8,3 cm.

Il faut noter que les accessions sont toutes aristées. L'aristation permet une protection partielle contre les oiseaux.

2.4. Circonférence de la tige

L'analyse de variance a montré une différence significative entre les accessions pour la circonférence de la tige (Tableau 4). Les accessions CSO 5 et CSO 23 avec une circonférence de 4,3 cm, ont des tiges significativement plus grosses que celles des autres.

Sur la base des moyennes, on peut distinguer les trois groupes suivants : un groupe renfermant CSO 5 et CSO 23, un groupe avec une accession CSO 12 et un groupe constitué des 23 accessions restantes.

2.5. Nombre total de talles

Le nombre de talles est une des composantes qui est d'une grande importance dans l'élaboration de rendement. Les résultats obtenus ont montré un tallage relativement important des accessions avec une moyenne de 19 talles par plante.

L'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre les accessions pour ce caractère (Tableau 4). Les accessions qui ont produit le plus de talles sont CSO 11, CSO 15 et CSO 22 avec une moyenne de 21 talles par plante.

2.6. Nombre de talles fertiles

Il n'y a pas de différence significative entre les accessions pour le nombre de talles fertiles par plantes (Tableau 4). Le nombre de talles fertiles est inférieur au nombre total de talles produit par la plante. Cela est dû au fait que chez le mil, toutes les talles qui ne donnent pas de grains. L'évolution d'une talle vers la fructification dépend du rang sur le pied et des conditions climatiques (Lambert, 1983).

L'accession CSO 22 a produit le nombre de talles fertiles le plus élevé avec 14.

Tableau 4 : Hauteur plante, longueur épi, circonférence épi, circonférence tige, nombre total de talles et nombre de talles fertiles

Accessions	Hauteur plante (cm)	Longueur épi principal (cm)	Circonférence (cm)		Nombre de talles par plante	
			Epi principal	Tige	Total	Fertiles
1- CSO 1	386.3	34,4 ^b	7,5	3,9 ^{ab}	20	12
2- CSO 2	402.7	42,7 ^{ab}	7,8	4,1 ^{ab}	16	10
3- CSO 3	384.0	40,8 ^{ab}	7,7	3,9 ^{ab}	17	9
4- CSO 4	417,3	39,2 ^{ab}	6,7	3,4 ^{ab}	16	12
5- CSO 5	445.7	44,7 ^a	8,1	4,3 ^a	19	9
6- CSO 6	407.7	40,1 ^{ab}	7,2	4,0 ^{ab}	19	12
7- CSO 7	401.3	40,5 ^{ab}	7,5	4,1 ^{ab}	18	12
8- CSO 8	405.7	40,3 ^{ab}	7,5	3,9 ^{ab}	19	12
9- CSO 9	397.0	35,5 ^{ab}	7,6	3,7 ^{ab}	19	13
10- CSO 10	392.7	36,6 ^{ab}	7,4	3,7 ^{ab}	16	11
11- CSO 11	402.3	39,0 ^{ab}	7,7	3,8 ^{ab}	21	10
12- CSO 12	418.0	37,1 ^{ab}	7,1	3,4 ^b	17	12
13- CSO 13	403.7	36,1 ^{ab}	8,1	3,8 ^{ab}	20	12
14- CSO 14	404,3	37,0 ^{ab}	7,8	3,6 ^{ab}	20	11
15- CSO 15	429.0	40,6 ^{ab}	7,6	3,8 ^{ab}	21	13
16- CSO 16	404,0	42,1 ^{ab}	7,6	4,1 ^{ab}	18	11
17- CSO 17	398.0	38,4 ^{ab}	7,6	3,7 ^{ab}	17	10
18- CSO 18	370,3	37,3 ^{ab}	7,0	3,7 ^{ab}	16	10
19- CSO 19	423.0	40,6 ^{ab}	7,3	4,2 ^{ab}	16	9
20- CSO 20	420.7	35,4 ^{ab}	7,8	4,1 ^{ab}	20	12
21- CSO 21	369.0	37,7 ^{ab}	7,8	3,9 ^{ab}	20	12
22- CSO 22	379.0	37,6 ^{ab}	7,7	3,8 ^{ab}	21	14
23- CSO 23	416.0	37,7 ^{ab}	8,2	4,3 ^a	19	10
24- CSO 24	398.0	39,8 ^{ab}	8,3	4,2 ^{ab}	19	10
25- CSO 25	372.3	36,8 ^{ab}	7,6	3,8 ^{ab}	19	11
26- CSO 26	508.3	41,4 ^{ab}	6,4	3,8 ^{ab}	18	10
Moyenne	405.8	38.8	7,5	3,9	19 ^{2,28}	12
CV (%)	12,3	7,6	9,9	6,5	11,15	14
Signification	NS	S	NS	HS	NS	NS

Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au Test de Newman et Keuls à ppds 0,05

CV : Coefficient de variation. NS : Non significatif. S : Significatif. HS : Hautement significatif

2.7. Nombre de nœuds

Les accessions ne sont pas significativement différentes pour ce caractère (Tableau 5). Le nombre de nœuds sur la tige principale varie de 18 à 23 avec une moyenne de 17. L'accession CSO 26 possède le plus grand nombre de nœuds sur la tige principale.

2.8. Longueur du 3^{ème} entre-nœud

L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les accessions pour la longueur du 3^{ème} entre-nœud (Tableau 5). Par conséquent, il n'est pas possible de différencier les accessions pour ce caractère.

La longueur du 3^{ème} entre-nœud va de 17,8 cm à 22,9 cm. La CSO 26 a le 3^{ème} entre-nœud le plus long tandis que CSO 11 est caractérisé par le 3^{ème} entre-nœuds le plus court.

2.9. Longueur de l'exsertion épi principal

L'analyse de variance montre une différence entre les accessions pour la longueur de l'exsertion (Tableau 5). La longueur moyenne du pédoncule de l'épi principal est de 1,1 cm.

L'accession CSO 1 possède l'exsertion la plus longue avec 4,2 cm. Ce qui permet un bon dégagement de l'épi contrairement à CSO 5 et CSO 20 qui ont une exsertion nulle. Le fort coefficient de variation enregistré (CV=100,3%) montre que la collection est très hétérogène pour ce caractère.

Les accessions peuvent être regroupées en trois groupes sur la base de ce caractère : un premier groupe constitué de CSO 1, un deuxième comprenant CSO 2, CSO 5 et CSO 20 et un troisième groupe composé du reste des accessions.

2.10. Incidence du mildiou

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les accessions pour le comportement vis-à-vis du mildiou (Tableau 5). Ce résultat doit être interprété avec précaution du fait de la valeur élevée du coefficient de variation (75,5%) qui montre une hétérogénéité de la réaction au mildiou des accessions.

L'incidence au mildiou varie de 0 à 41,7%. L'accession la plus sensible au mildiou a été CSO 20 avec 41,7% de plantes infectées. L'accession CSO 4 a été la seule indemne de mildiou. Ce résultat doit être considéré avec précaution pour toutes utilisations dans un programme de sélection. En effet l'absence de la maladie peut être le résultat d'une esquive et non d'une résistance réelle.

2.11. Délai de 50% épiaison

Les accessions montrent une différence significative entre elles pour le délai de 50% épiaison. (Tableau 5). Le délai moyen de 50% épiaison de l'essai est de 86 jours. L'accession la plus précoce a été CSO 3 avec un cycle semis - 50% épiaison de 77 jours. Cette accession peut jouer un rôle très important dans la zone qui commence à enregistrer des déficits pluviométriques. La comparaison des moyennes laisse apparaître 3 groupes : un groupe précoce constitué de CSO 3, un groupe tardif constitué de deux accessions (CSO 2 et CSO 14) et un groupe intermédiaire renfermant le reste des accessions.

Tableau 5 : Nombre de nœuds, longueur 3^{ème} entre nœud, longueur exsertion, incidence mildiou et délai 50% épiaison

Accessions	Nombre de nœuds	Longueur 3 ^{ème} entre-nœud (cm)	Longueur exsertion épi principal (cm)	Incidence mildiou (%)	Délai 50% épiaison (j)
1- CSO 1	20	19,1	4,2 ^a	37,5	84 ^{ab}
2- CSO 2	18	18,3	0,1 ^b	08,3	91 ^a
3- CSO 3	19	19,3	0,5 ^{ab}	25,0	77 ^b
4- CSO 4	20	20,0	1,1 ^{ab}	0,0	87 ^{ab}
5- CSO 5	19	18,7	0,0 ^b	28,3	86 ^{ab}
6- CSO 6	21	20,6	2,9 ^{ab}	16,7	90 ^{ab}
7- CSO 7	20	19,9	0,3 ^b	12,5	87 ^{ab}
8- CSO 8	19	19,2	0,5 ^{ab}	4,2	79 ^{ab}
9- CSO 9	20	19,7	2,7 ^{ab}	25	86 ^{ab}
10- CSO 10	20	20,4	2,3 ^{ab}	8,3	87 ^{ab}
11- CSO 11	18	17,8	0,1 ^b	20,8	87 ^{ab}
12- CSO 12	20	20,3	0,3 ^{ab}	16,7	84 ^{ab}
13- CSO 13	19	18,8	0,7 ^{ab}	8,3	84 ^{ab}
14- CSO 14	20	19,7	1,3 ^{ab}	20,8	90 ^a
15- CSO 15	19	19,2	0,6 ^{ab}	29,2	81 ^{ab}
16- CSO 16	20	20,0	1,6 ^{ab}	4,2	86 ^{ab}
17- CSO 17	21	20,6	0,8 ^{ab}	12,5	88 ^{ab}
18- CSO 18	22	21,9	0,2 ^{ab}	33,3	86 ^{ab}
19- CSO 19	19	19,4	1,0 ^{ab}	16,7	83 ^{ab}
20- CSO 20	20	19,4	0,0 ^b	41,7	88 ^{ab}
21- CSO 21	19	19,1	0,2 ^b	04,2	84 ^{ab}
22- CSO 22	22	20,9	0,3 ^{ab}	29,2	87 ^{ab}
23- CSO 23	21	20,6	1,0 ^{ab}	12,5	89 ^{ab}
24- CSO 24	20	19,9	0,3 ^b	25	86 ^{ab}
25- CSO 25	20	20,0	1,5 ^{ab}	29,2	89 ^{ab}
26- CSO 26	23	22,9	2,8 ^{ab}	41,7	86 ^{ab}
Moyenne	20	19,8	1,1	19,7	86
CV (%)	9,1	9,4	100,2	75,5	4,6
Signification	NS	NS	HS	NS	S

Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman et Keuls à pps 0,05

CV : Coefficient de variation, NS : Non significatif, S : Significatif, HS : Hautement significatif

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion et Perspectives

L'existence d'une variabilité dans une collection détermine le potentiel et l'adaptation de nouvelles variétés. L'évaluation des ressources génétiques et leur regroupement pourraient aider dans la diversification et l'amélioration variétale d'une espèce.

Les résultats de notre étude montrent qu'il existe une différence significative entre les accessions pour la longueur de l'épi, le délai 50% épiaison, la circonférence de la tige la longueur de l'exsertion.

Sur tous les autres caractères étudiés, il n'y a pas eu de différence significative entre les accessions. Nous constatons aussi qu'aucune accession ne domine les autres sur plusieurs paramètres.

Des regroupements des accessions ont été effectués sur la base des caractères où une différence significative a été observée. La composition des groupes est variable en fonction du caractère.

Ces résultats qui sont d'un grand apport pour une meilleure utilisation des mils sanio de la zone devraient être complétés par la prise en compte du rendement afin d'identifier des variétés potentielles. Ces variétés potentielles seront améliorées par des méthodes de sélection intra-population avant d'être mises à la disposition des populations.

Pour une meilleure compréhension de la nature et du degré de divergence des accessions, une analyse en composante principale et une classification hiérarchique seront entreprises sur l'ensemble des données.

La collecte sera poursuivie dans les régions de Ziguinchor et de Tambacounda pour rassembler toute la variabilité disponible afin de bâtir un programme cohérent d'amélioration génétique du mil sanio.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrianaivo, A.P., S. Kacheriess, J. Kroschel, et W. Zehrer, 1998.** Biologie et gestion du striga à Madagascar. Direction de la protection des végétaux, BP 1042 Antannarivo, Madagascar
- Arnold, J.P. et Miche, J.C., 1971.** Aperçu sur l'économie et l'utilisation des mil et sorgho dans le monde. *Agron. Trop.* 26(8), 865-887
- Badiane, A.N., 1993.** Le statut organique d'un sol sableux de la zone centre nord du Sénégal. Thèse à l'Institut National Polytechnique de Lorraine. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, 200 p.
- Beninga, M.B., 1993.** Bilan des travaux d'amélioration variétale en Côte d'Ivoire, 21-32. In : « Le mil en Afrique, Diversité génétique et agro physiologique : potentialités et contraintes pour l'amélioration génétique et l'agriculture », Ed. Hamon S. Actes séminaire de la réunion thématique sur le mil, Montpellier 24-26 novembre 1992. Colloques et séminaire, ORSTOM, 283 p.
- Bilquez, A.F. and Leconte, J., 1966.** Relations entre mils sauvages et mils cultivés : étude de l'hybride *Pennisetum typhoides* Staf Hubb, *Pennisetum violaceum* L. (Rich). (The relationship wild and cultivated millets: Study of hybrid *P. typhoides* staf and Hubb, *P. violaceum* L. (Rich). *Agron. Trop.* 24: 249-257
- Bilquez, A.F., 1975.** Amélioration des mils au Sénégal : synthèse des résultats obtenus au cours des quatre années de travail et conclusions générales. ISRA , CNRA/Bambey , 52p.
- Bono, M., 1973.** Contribution à la morpho-systématique des *Pennisetum* annuels cultivés pour leurs grains en Afrique Occidentale Francophone. *Agron. Trop.* 28 (3) : 229-355.
- Boudet G., 1970.** Pâturages naturels de la haute et Moyenne Casamance (République du Sénégal). Etude agrostologique, n° 27 IEMVT , 52 pp.
- Burton, G.W. and Nainawatee, H.S., 1999.** Grain quality traits. PAGES 157-183 in pearl millet breeding. Edited by: I.S, Rai, K.W, Andrews, D. J. et Harinarayana, G. New Delhi 110 001, India.
- Burton, G.W. and Powel, J.B., 1968.** Pearl millet breeding and cytogenetics. *Adr. Agro.* 20: 50-87
- Carberry, P.S. and Campbell, L.C., 1985.** The growth and development of Pearl Millet as affected by photoperiod. *Field Crop Res.* 11: 207-217
- Caron, H. et Granes, D., 1993.** Cours d'agriculture spéciale ENCR – Bambey Sénégal, 168 pp.
- Charreau, C. et Nicou, R., 1971.** L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo – argileux de la zone tropicale sèche Ouest- Africaine et ses incidences agronomiques. *Agron. Trop.* N° 23
- Chopart, J.L., 1980.** : Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil, sorgho, riz pluvial). Thèse d'université N ; 10, INP, Toulouse, p 204
- Cissé, L. et Vachud, G., 1988.** Influence d'apports de matières organiques sur la culture du mil et d'arachide sur un sol sableux de Nord Sénégal. Développement des plantes et mobilisation minérales. *Agronomie*, 8 (5), 411-417.
- Clément J.C., 1985.** Les mils Penicillaires de l'Afrique de l'Ouest. Prospections et collectes IBPGR – ORSTOM 231 p.

- Dancette, C., 1978.** Besoins en eau et adaptations du mil à la saison de pluies au Sénégal. In. «Proc. Agroclimatological Res. Needs of the Semi-Arid Tropics ». ICRISAT, Nov. 1978, 211-226
- Dancette, C., 1980.** Besoins en eau et adaptations du mil à la saison des pluies au Sénégal. Pages 211-236. In proceeding of the International Workshop on the Agroclimatological Research needs of the Semi Arid Tropics.22-24. Nov 1978, Hyderabad, Inde. Patancheru, AP.502324, International Crops Research Institute for Semi Arid Tropics.
- Dewet, J.M.J., 1987.** Moderator's Overview: Pearl millet in Africa and India. Page 3 in proceeding of the International Pearl millet Workshop, April 7-11 1986, ICRISAT Center, Patancheru, A. P. 502324, India
- Diangar, S., 1997.** Amélioration de la productivité des systèmes culturaux à base de mil. Options Technologiques pour une agriculture durable en Afrique Sud Saharienne. Ed . Taye Bezuneh et al OUA/ STRC- SAFGRAD. Ouagadougou, Burkina Faso : 125/136
- Diangar, S., 1999.** Agronomie du mil et des systèmes de cultures à base de mil dans le bassin arachidier. Acquis et perspectives, CNRA- Bambey. 48p
- DISA, 2001.** Résultats définitifs de la campagne agricole
- DSA/ DAPS/MAHSRA, 2005.** Résultats définitifs de la campagne agricole 2004 :2005
- Egharevba, P.N., 1981.** Contribution of assimilate from different leaf zones to developing Millet grain. *Samaru J. Agric. Res.* 1 (1): 27-36.
- Etasse, C., 1965.** Amélioration du mil. Pennisetum, au Sénégal. *Agron Tropicale* 20 : 976-980.
- FAO, 1986.** Annuaire productive.1995 Rome Italie, FAO, 235p
- FAO, 1997.** L'économie mondiale du sorgho et du mil. 68 p
- Faujdar, S. and Naimawatee, H.S., 1999.** Grains traits. pages 157-183 in pearl millet breeding. Edited by :I.S. Khairwal, K. N. Ray. D. J.Andrews, G. Harinarayana. New Delhi 110001, India
- Feller, Y.L., Chopart, F. et Dancette, C., 1987.** Effet de divers modes de restitutions de pailles de mil sur le niveau et la nature du stock organique dans deux sols tropicaux (Sénégal). Cah. ORSTOM, Serv. Pédol., 23 (3). 237-252
- Ferraris, R., 1973.** Pearl millet (P. Typhoides) commonwealth Agric. Bureau.
- Fofana, A. et Mbaye, D.F., 1990.** Production du mil au Sénégal, contraintes et perspectives de recherches. ISRA/CNRA – Sénégal
- Fofana, A., 1986.** Amélioration du mil. Synthèse des résultats et perspectives. CNRA- BAMBEY- 29p.
- Fofana, A., 1999.** Synthèse des résultats de recherches en amélioration variétale du mil au Sénégal. ISRA/ CRZ.11p
- Ganry F., Guiraud G. Dommergues Y., 1978.** Effect of strow incorporation on the yield and nitrogen balance in sandy soil pearl millet cropping system of Senegal. *Plant soil*, 50 (3), 647-662. In Analyse

de l'Elaboration du Rendement du Mil. (*Pennisetum typhoides* stapf et hubb.) Mise au point d'une méthode de diagnostic en parcelles paysannes, 1990. 227

- Ganry, F., Bideau, J. et Nicou, 1974.** Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique sur le rendement et la valeur nutritionnelle du mil Souna III *Agron. Trop.*, 29p (10), 1006-1015.
- Gaye, M., 1991.** Les commerçants privés et l'approvisionnement du monde rural. Cas des facteurs de production agricole au Sénégal ISRA. Etudes et documents. V 4 N°4
- Guillaume J L. ET Pernes J., 1984.** Stratégie et prospection en gestion des ressources génétiques des plantes, J. Pernes. Tome 2, p 136-109.
- Gupta, S.C. et Ndoye, A.T., 1991.** Yield stability analysis of promising pearl millet genotypes in Sénégal, *Maydica* 38:83-86
- Gupta, S.C., 1986.** The pearl millet improvement program in Sénégal
- Gupta, S.C., Lambert, A., Ndoye, A.T., 1991.** Registration of IBV8001 pearl millet. *Crop science*.31: 1382.
- ICRISAT/ISRA/UNDP cooperation program, 1977.** 1985, 43p.
- ISRA CRZ, 1998.** Plan stratégique, Zone Sénégal Oriental- Haute Casamance, 170p
- ISRA/ MSU.** Etudes et Documents. Vol 4, N°10
- Jacquilot, L., 1970.** La nutrition carbonée du mil. In – Migrations des assimilats carbonés durant la formation des grains. *Agron. Trop.* 25 : 1088-1095
- Kelly, V.A., 1991.** Demande d'engrais de la part des exploitants dans le contexte de la nouvelle politique agricole du Sénégal. Une étude des facteurs influençant les décisions d'achat d'engrais prises par les paysans.
- Krishnaswamy, N., 1962.** Bajra. *Pennisetum typhoides* S. and H. ICAR. *Cereal Crops Series*. N°. 11, 1-94.
- Lambert, C., 1982.** L'IRAT et l'amélioration du mil. *Agronomie tropicale*. 38 : 78-88.
- Lambert, C., 1983.** Influence de la précocité sur le développement du mil (*P. typhoides* S. et H en conditions naturelles. I- Élaboration de la touffe. *Agronomie Tropicale* 38(1) : 9-15
- Lourd, M., Pernes, J. et Second, P., 1984.** Evaluation. In : Gestion des ressources génétiques des plantes. Tome2 : 137-237. Edit. J. Pes. Agence de coopération culturelle et technique. Paris
- Maïti, R.K., Bidenger F.R., 1981.** Growth and development of the Pearl Millet plant. ICRISAT Res., n°6, 14p.
- Marchais, I., 1982.** La densité phénotypique des mils penicillaires cultivés au Sénégal et au Mali. *Agronomie Tropicale* 37: 68-80
- Mbaye, D.F. et Fofana, A., 1990.** Production du mil au Sénégal: contraintes et perspectives de recherches, CNRA de Bambey

- Mbaye, D.F., 1988.** Le mildiou du mil (*Sclerospora graminicola*) (sacc.) Schoroet. In : Sahel, PV: / Info. (UCTR/PV), 1 : 12-19
- Mbaye, D.F., 1992.** Les maladies du mil au Sahel : état des connaissances et propositions de lutte. In Lutte Intégrée Contre l'Ennemi des Cultures Vivrières dans le Sahel, John Libbey, p 63-42
- Mbaye, D.F., 1994.** Une étude du pathosystème *Pennisétum glaucum Sclérospora graminicola*. Application à la gestion du mil au Sénégal. Thèse de doctorat. ENSA, Montpellier, France 291p.
- MEPN, 1997.** Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature: Plan régional d'action pour l'environnement : Région de Kolda. *Rapport*, 56 p.
- Ministère de l'agriculture (MA), 1999.** Stratégie nationale de sécurité alimentaire au Sénégal. Vol II.95p+ann.
- Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, 1984.** Plan céréalier de la République du Sénégal. Etudes des filières céréalières, 45p.
- Murty, B. R., Upachyay, M. K. and Manchada, P. L., 1967.** Classification and cataloguing of a word collection et etic stocks of *Pennisetum*. *Ind. J. Genet*: 27: 313-394.
- Ndiaye, J.P., 1988.** Note succincte sur la fertilisation des cultures au Sénégal. CNRA de Bambey
- Ndoye, A.T. and Gupta, S.C. 1987b.** Research of pearl millet hybrids in Senegal page 285 In pearl millet workshop, 7-11 Avril 1986. ICRISAT, PANTACHERU, 285p.
- Ndoye, A.T. et Gupta, S.C. 1987a.** La culture du mil face à l'agriculture intensive au Sénégal In International pearl millet workshop, 7-11 Avril 1986 : ICRISAT, PATANCHERU, 285p.
- Ndoye, M. and Guhubar, R. 1987.** Insect's pests' pearl millet in West Africa and their control. pages 195-205 In Proceedings of international Pearl Millet Workshops, 7-11 April 1986, ICRISAT Center, Patancheru, A.P502-324. India.
- Ndoye, M., 1989.** Revue Africaine de la Protection des Plantes Volume 4 N° 1. Mai 1989. 123p.
- Niangodo, O., et Ouendeba, B., 1987.** Amélioration variétale du mil en Afrique de l'Ouest. In Caractérisation des cultivars locaux du Niger. Siaka . S. B., OUendeba. K., Anand Kumar. 10P plus annexes
- Nwanze, K.F., 1988.** Pearl millet cytoplasmic male sterility nd hybrids in Nigeria. Pages 188 – 189 In Proceeding of international pearl millet workshop, April 7 -11 1986, ICRISAT Center. Patancherru, 502324, India: ICRISAT
- ONG, C.K., Monteith J.L., 1985.** Response of pearl millet to light and temperature. *Field Crops Res.* 11(2-3) : 141-160.
- PAEFK, 1990.** Plan d'aménagement forestier de la zone d'intervention du PAEFK Kolda : Ministère du développement rural et de l'hydraulique / Direction des eaux, forêts, chasses et de la conservation des sols. 361 pp.
- Pernes J. et Lourd M., 1984.** Organisation des complexes d'espèces. In Gestion des ressources génétiques des plantes, J Pernes. Tome 2 : P 7-108

- Poulain, J.F. et Tourte, R., 1969.** Influence de la préparation profonde du sol en sol sec sur la réponse des mils et sorgho à la fumure azotée (sols sableux de la zone tropicale sèche). Com. à la conf. « Céréales de Zaria (Nigeria) 13-16/10/69, 20 p
- Poulain, J.F., 1970.** La fumure minérale de l'arachide au Sénégal. Bilan et perspectives. Séminaire IFTA (Légumineuses à graines). Ibadan 22-26/06/70, Doc. mult 10p
- Pouzet, D., 1974.** Influence sur la formation du grain et celle de l'épi sur le mil (*P. typhoïdes*). ISRA/CNRA, doc.mult.20p.
- Rachie, K.O., 1974.** The millets and minor cereals. A bibliography of the world literature on other minor cereals the Scarecrow Press. Inc. Metnchen, N J. In. Thèse croissance nutrition et production du mil par P. Siband, 1981. 302p
- Ramahiah, K.V., C.Parker, M.J. Vasudeva et Mj Musselma, 1983.** Manuel d'identification contre le striga. Bulletin d'information n° 15, ICRISAT Center, India.
- Ramond. C, 1968.** Pour une meilleure connaissance de la croissance et du développement des mils *Pennisetum*. *Agron. Trop*, 23 : 844-863
- Siaka, S.B. Ouendeba K. Anand Kumar, 1996.** Enzyme diversity in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.). 1. West Africa .*Theor..Appl. Genet.* 10 p :74 : 188-193. In Caractérisation des cultivars locaux du Niger,
- Siband, P. 1983.** Essai d'analyse du fonctionnement du mil (*Pennisetum typhoïdes*) en zone sahelien. *Agronomie Tropicale* 38(1): 27-36
- Siband, P., 1981.** Croissance nutrition et protection du mil (*Pennisetum typhoïdes* Hubb et Stap). Essai d'analyse du fonctionnement du mil en zone sahélienne. Thèse de doctorat d'état en sciences. Univ. des sciences et techniques du Languedoc Montpellier. 302 p.
- Tostain, and Marchais, L., 1989.** Enzyme diversty in pearl in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.) .2. Africa and India. *Theor Appl Genet.*77. 634-640.
- Tostain, S., 1998.** Le Mil, une longue histoire :hypothèses sur sa domestication et ses migrations. In. Bulletin de Ressources Phytogénétiques.N°. 133, 2003.
- Tostain, S., Riandry, M.F and Marchais, L., 1987.** Enzyme diversity in pearl millet (*Pennisetum glaucum*(L)R.BR) 1 West Africa . *Theor. Appl Genet.*74: 188-193
- Vavilov, N.I., 1951.** Origin, variation, immuntyb and breeding of cultivated plants.*Chron. Botanica*, 13: 1-6
- Werth, E., 1927.** Sur Geographie und Geschichte der Hissen (Zur Geographien und Geschichte der Kulturprt Lanzen und Haustiere. XIII). *Angerzdt. Botanik*, 19: 48-83. (Original not seen).