

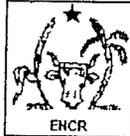
CN0101585  
F612  
HOU

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
(M.E.S.R.S.)

MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ELEVAGE  
INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES  
AGRICOLES (I.S.R.A.)

ECOLE NATIONALE DES CADRES RURAUX  
(E.N.C.R.)  
DE BAMBEY



CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES  
AGRONOMIQUES (C.N.R.A.)  
DE BAMBEY



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR DES TRAVAUX AGRICOLES

**THEME : DEVELOPPEMENT ET DIFFUSION  
DES VARIETES DE MAÏS TOLERANTES  
A LA SECHERESSE  
*CAS DES VARIETES PRECOCES***

Présenté et soutenu

Par :

MOUBAMBA MIHINDOU HILAIRE  
35<sup>ème</sup> Promotion

Maître de Stage

Mr. Michel DIATTA  
Ingénieur Agronome  
Professeur à l'E.N.C.R.  
Bambey

Tuteur de stage

Dr. Abdou NDIAYE  
Chercheur au C.N.R.A.  
Responsable Volet "Génétique et  
Amélioration variétale du Maïs"

**Novembre 2000**

## DEDICACES

*Je dédie ce mémoire à :*

- **Mon père** feu Mihindou Sougou Fidèle, disparu en 1983. ton éducation de base a fait de moi. l'essentiel dans ma vie. Tes sages conseils mi: resteront à jamais gravés dans ma mémoire. Papa tu as semé, mais tu n'as pas récolté. Quelle souffrance ! Que Dieu garde ton âme en paix. ;
- **A ma mère** Madjinou Matsiendy Marie  
Ma douleur a été toujours la tienne à chaque pas de ma vie. Tes larmes coulent encore aussi loin que tu te trouves de moi. Maintenant les fruits de notre souffrance sont là Peux-tu encore les récolter sous le poids de l'âge ?  
Affection maternelle ;
- **A mes tantes** disparues, feues Moussavou Matsiendy Monique, Moutsinga Matsiendy Joséphine ;  
personne ne peut modifier le plan de Dieu. Je regrette que vous ne puissiez assister à l'œuvre de votre enfant ;
- **A ma tante** Ndombi Labi;  
tu as été patiente durant mon séjour au Sénégal. Mais cette absence n'affecte en rien l'amour maternel ;  
Que Dieu te garde en vie
- **A mes frères disparus** , feus Nziengué Mihindou Alexandre, Matsiendy François, Matsiendy Mihindou Florentin, votre esprit de bienveillance et de rassembleur au sein de la famille a contribué grandement à ma réussite ,
- **A mes soeurs disparues** , feues Ibinga Mar-ie Claire. Mbina Angelique. Bignoumba Généviève ;  
Regrets éternels.

- ⚡ **A mon** épouse ; Madame Moubamba née Moussounda Christiane,  
pour ton soutien moral ;
- ⚡ **A mes enfants**, Michèle Lyne, Berland, Gilles Crépin, Jude Evrard  
‘Votre affectation à mes côtés m’a beaucoup réconforté ;
- ⚡ **A tous mes frères et soeurs** de l’Eglise Evangelique de Bambey,  
vos prières ont été exhaussées par Dieu le Tout Puissant ;
- ⚡ **A tous mes collègues** de la 34<sup>ème</sup>, 35<sup>ème</sup> et 36<sup>ème</sup> promotion de l’ENCR,  
pour vos encouragements ;
- ⚡ **A mes collègues** de stage, Romuald Manfoumbi. Moïse Maganga, Mme Mihindou Francine
- ⚡ Nos souffrances et peines partagées ensemble nous resteront en souvenir inoubliable.

## REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu notre créateur. C'est lui qui tient ma vie et pourvoit à mes besoins.

### **Gloire te soit rendue**

### **Je voudrais remercier aussi :**

- l'Etat Gabonnais et à travers lui, Madame Julienne MBAZOGHO ZUE, Directeur de la Formation de l'Enseignement et du Personnel au Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et du Développement Rural.

L'intérêt que vous accordez à la formation n'est plus à démontrer. Votre sens de vouloir assumer vos responsabilités dans l'impartialité et la justice sociale prouve bien que vous aimez notre pays.

### **Que Dieu vous bénisse**

- l'Etat Sénégalais pour l'esprit de fraternité et d'amitié sincère et indéfectible qui existe entre nos deux peuples ;
- Le Directeur de l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux de Bambey (ENCR), Mr Sidy Haïr-ou CAMARA pour son esprit de père de famille et son soutien moral ;
- Le Secrétaire général, Mr. Mbaye NDIAYE, pour ses conseils de sage ;
- Tout le corps professoral pour nous avoir assuré cette formation avec dévouement ,
- Mr. Michel DIATTA, maître de stage pour votre encadrement
- Le Directeur du Centre National de la Recherche Agronomique de Bambey (CNRA), Dr.. Mamadou KHOUMA pour m'avoir accepté en stage dans sa structure ;

• Dr. Abdou NDIAYE, tuteur de stage ; votre disponibilité, votre sens de responsabilité et votre rigueur dans le travail font de vous une personnalité digne de vos mérites.

J'ai beaucoup appris auprès de vous , profonde gratitude, que Dieu vous protège dans votre carrière.

- ‘fous le personnel du CNRA, pour votre collaboration à mon égard.
- Madame Rosalie DIOUF, Documentaliste, pour votre grande disponibilité dans les services
- Monsieur Lô Boubou DIOUF, Reprographe, votre dévouement et votre promptitude dans les services rendus. font de vous un bon serviteur ;
- Monsieur Abdourahmane DIOM, Secrétaire de Direction au CNRA, pour les journées de sacrifices passées ensemble

## SIGLES ET ABBREVIATIONS

AGETIP	Agence d'exécution des Travaux d'intérêt Public
ASEP	Aspect épi
ASPL	Aspect plant
CASS	Cassure tige
C	Carbone
CEC	Capacité d'échange cationique
CNRA	Centre National de la Recherche Agronomique
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo
COEP	Couverture épi
CORAF	Conférence des Responsables de Recherche Agricole en Afrique de l'Ouest et du Centre
DA/DISA	Direction de l'Agriculture/Division des Services Agricoles
ETP	Evapotranspiration potentiel
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FF-FM	Période entre floraison mâle et femelle
FIT	Front Intertropical
FF 50	Floraison femelle SO %
FM 50	Floraison mâle SO %
HEPI	Hauteur épi
HMP	Hauteur moyen plant
HUM	Humidité à la récolte
IITA	International Institute of Tropical Agriculture (Institut International d'Agriculture Tropicale)
ISCE	Indice de sévérité aux conditions environnementales
ISRA	Institut Sénégalais de Recherche Agricole
NB PL	Nombre de plants à la levée
NB PR	Nombre de plants récoltés
NEPR	Nombre d'épis récoltés

Pf	:	Point de flétrissement
PROL	:	Prolificité
RDT 1.5	:	Rendement grain à 15 % d'humidité
RU	:	Réserve Utile
SAFGRAD	:	Semi-Arid Food and Grain Research for Agricultural Development (Réseau de Recherche pour le Développement des Cultures Vivrières en Zone semi-aride)
STRI	:	Striure
TRAIT	:	Traitement
VERS	:	Verse
WECAMAN	:	West and Central Africa Maize Collaborative Research Network

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Croissance et développement du maïs
- Figure 2 : Cycle de développement du maïs
- Figure 3 : Floraison, épiaison et remplissage du maïs
- Figure 4 : Pluviométrie de Bambey et Nioro
- Figure 5 : Evolution de la pluviométrie au Sénégal entre 1950 et 1995
- Figure 6 : Plan de l'essai
- Figure 7 : Striure de notation

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau n° 1a : Répartition régionale de la superficie, production et rendements mondiaux de maïs, 1986- 1988
- Tableau n° 1b : Géotypes sous régime d'irrigation complète et les dix meilleures variétés sélectionnées
- Tableau n° 2 : Géotype sous régime d'irrigation incomplète (stress) créé à la floraison et les 10 meilleures variétés sélectionnées
- Tableau n° 3 : Les dix meilleures variétés sélectionnées en fonction du rendement et de l'indice de sévérité (irrigation complète)
- Tableau n° 4 : Les dix meilleures variétés sélectionnées en fonction du rendement et de l'indice de sévérité (irrigation incomplète)
- Tableau n° 5 : Caractéristiques physico-chimiques du sol de la Station de Nioro
- Tableau n° 6 : Liste des variétés importées et les ecotypes locaux

## RESUME

Suite au constat établi des périodes sèches dans la région et compte tenu de la recherche de variétés stables et résistantes / tolérantes à la sécheresse, plusieurs génotypes, (100 lignées) et 3 écotypes locaux : 101 S93 1, 102 KD 17, 103 SD 28 d'origine et de cycles différents sont évalués, sous deux régimes hydriques. Il s'agit d'identifier les génotypes adaptés et caractériser les mécanismes d'adaptation à la sécheresse dans les conditions différenciées d'alimentation hydrique.

L'essai a été réalisé à Nioro en contre saison en 1999. Il ne comportait que des variétés précoces avec un cycle variant entre 85-95 jours.

L'analyse des résultats a permis d'identifier les 10 meilleurs génotypes pour chaque régime en fonction du rendement moyen et de l'indice de sévérité de la sécheresse. Les génotypes ayant présentés des potentialités recherchés serviront pour créer les variétés synthétiques et ou des composites lors des prochaines campagnes.

**Mots clés** variétés - stable - adaptation - sécheresse

# TABLES DES MATIERES

## PAGES

INTRODUCTION	1
PROBLEMATIQUE	2
PREMIERE PARTIE : REVUE BIBIOGRAPHIQUE	5
I - DEVELOPPEMENT DU MAIS	6
1.1. Présentation	6
1.2. Biologie	8
1.2.1. Croissance et développement	8
1.2.1.1. les organes végétatifs	8
1.2.1.2. Les organes reproducteurs	9
1.2.1.3. Le cycle de développement du maïs	10
1.2.1.4. La phase végétative	10
1.2.1.5. La phase reproductrice	11
1.3. Besoins en eau	13
1.4. Stades critique	14
II - ADAPTATION DU MAIS A LA SECHERESSE	15
2.1. Types de sécheresse	15
2.2. Périodes de sécheresse	16
2.3. Mécanismes de tolérance à la sécheresse	16
2.3.1. L'esquive de la sécheresse	16
2.3.2. L'évitement de la sécheresse	17
2.3.3. La tolérance de la sécheresse	17
III - MILIEU PHYSIQUE POUR LA PRODUCTION DE MAIS DANS BAMBEY ET NIORO	18
3.1. Caractéristiques pédologiques	18
3.2. Données climatiques	19
3.2.1. Centre Nord (Bambey)	19

3.2.2. Centre Sud (Nioro)	20
3.3. Analyse fréquentielle de la pluviométrie (Bassin arachidier)	22
<b>DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION</b>	<b>24</b>
<b>I - MATERIELS ET METHODES</b>	<b>25</b>
1.1. Rappel introductif	25
1.2. Objectif	26
1.3. Matériel végétal	26
1.4. Localisation et caractéristiques du site	26
1.4.1. Localisation	26
1.4.2. Caractéristiques des sites	27
1.5. Dispositif expérimental	27
1.6. Conduite de la culture	27
1.7. Observations	28
1.8. Analyse statistique	30
<b>II - RESULTATS ET DISCUSSION</b>	<b>30</b>
2.1. Analyse des résultats	30
2.1.1. Sous irrigation complète	30
2.1.2. Sous régime stress	31
2.1.3. Sélection selon le rendement et l'indice de sévérité	31
2.2. Discussion	32
<b>III - CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXES</b>	

## INTRODUCTION

Au Sénégal, le maïs constitue une importante culture vivrière particulièrement pendant la période de soudure où il est consommé frais 3 à 4 semaines avant la récolte du mil précoce appelé “souna”. L'utilisation diversifiée du maïs est orientée vers l'alimentation humaine et animale.

Le maïs est cultivé dans 4 régions du pays (Sénégal Oriental, Sine Saloum, Casamance et la Vallée du fleuve Sénégal) et sa production s'est accrue de 100.000 à 133.000 tonnes pendant la période allant de 1986 à 1990, au cours de laquelle la superficie du maïs a augmenté de 95.000 à 105.000 ha. Son optimum écologique de production est comprise entre 800 et 1 500mm. Dans les zones à sols lourds qui bénéficient d'une pluviométrie supérieure à 700 mm, la culture du maïs est en train de remplacer la culture mil / sorgho, alors que sa production s'est intensifiée à l'extrême sud du bassin arachidier et à l'Ouest du Sénégal grâce au potentiel de rendement plus élevé sur le mil et le sorgho.

Néanmoins pour arriver à satisfaire les besoins nationaux qui s'élèvent à 80% d'autosuffisance alimentaire à l'an 2000, la production passera nécessairement par l'augmentation des superficies du double au triple ; puis par la croissance moyenne de rendement de 50% (Ndiaye. (1992).

Depuis la fin des années 60, le Sénégal, à l'instar des autres pays d'Afrique tropicale subit une baisse persistante et une forte variabilité spatio-temporelle de la pluviométrie. Ainsi au cours du cycle cultural du maïs, les déficits hydriques affectent le potentiel de développement et par conséquent entraîne une baisse de rendement. (Diouf, 2000)

Des essais d'adaptation sont menés dans le cadre du projet de recherche collaborative “développement et diffusion des variétés tolérantes à la sécheresse en Afrique occidentale et centrale” ; appuyée par l'ITA, le CIMMYT et le SAFGRAD

Les variétés sélectionnées seront vulgarisées auprès des paysans. Cette diffusion suit le processus de transfert de technologies qui consiste à faire :

- Les essais exploratoires, dirigés et exécutés par un technicien. Ce type d'essai a pour but d'évaluer les performances des nouvelles techniques culturales ou de nouvelles variétés par rapport à celles disponibles ou vulgarisées au niveau paysan ;
- Les essais d'adaptation où les travaux sont dirigés par le technicien et exécutés par l'exploitant ,
- Les essais de vérification où les travaux sont dirigés et exécutés par l'exploitant lui-même. Ce type d'essai permet d'évaluer l'essentiel des aspects socio-économiques.

De cette vision globale est né le projet "mécanisme physiologique et productivité du maïs cultivé en Afrique tropicale en conditions d'alimentation hydrique et nutrition azotée limitantes".

Le présent thème traite du développement et de la diffusion des variétés tolérantes à la sécheresse au centre sud du pays, au niveau de la Station de Recherche Agronomique de Nioro et au Centre d'Etudes Régionale pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) situé à Thiès.

Le document comprend deux parties :

- La première traite des généralités du maïs ;
- La deuxième présente la partie expérimentale, les résultats et discussion.

## PROBLEMATIQUE

Le maïs (*Zea mays*) est une graminée qui présente un choix stratégique dans l'alimentation humaine parce qu'il est consommé peu avant la récolte du mil précoce appelé souna. Son utilisation est diversifiée (alimentation industrielle, énergétiques et fourrage).

Ce fait a suscité pour l'Afrique une augmentation de prise de conscience quant au potentiel du maïs et des tentatives pour accroître sa production (Fajémisin, 1992). L'Afrique a donc procédé à la décentralisation des initiatives de recherche liées aux contraintes de production du maïs notamment en ce qui concerne :

L'insuffisance et l'irrégularité pluviométrique (la sécheresse), les insectes ravageurs comme les foreurs de tiges, le Striga, les maladies, la faible fertilité des sols notamment la faible teneur en azote, la dégradation des sols. Face à ces contraintes, les pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre se sont organisés en réseau de recherche sur cette culture tels, le SAFGRAD, le WECAMAN et la CORAF.

Le Sénégal, membre actif du Réseau WECAMAN, travaille en conformité avec: les nouvelles orientations de la politique agricole qui vise à atteindre 80% d'autosuffisance alimentaire pour l'an 2000. Suivant cette perspective l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) se préoccupe de l'introduction, d'évaluation et de création du matériel végétal à haut potentiel de rendement adapté aux contraintes biotiques et abiotiques et aux besoins du marché Cette orientation implique une démarche pluridisciplinaire associant la bio-climatologie, l'agrophysiologie et la génétique pour non seulement optimiser le schéma de sélection mais aussi pour une meilleure adéquation variétés/environnement (Diouf, 2000).

L'objectif de ces activités est d'identifier les variétés précoces, intermédiaires et/ou tardives (90 à 105j), pouvant être diffusées auprès des paysans en fonction des différentes zones agroécologiques Ces variétés sont de couleur blanche ou jaune et dont leur rendement pourrait atteindre 3 à 4 tonnes/ha dans les conditions modestes d'utilisation d'intrants. Jugées performantes, elles permettront à l'agriculteur d'ajuster ses plans de culture en fonction des aléas climatiques et de la pression parasitaire (Ndiaye, 1992).

Les conditions climatiques et édaphiques évoluant, les nouvelles variétés doivent être créées au fur et à mesure, testées et vulgarisées selon la méthode participative auprès des paysans. Les variétés retenues doivent avoir un rendement acceptable et stable. Cependant, face à ces changements des conditions écologiques (climat et fertilité du sol), l'amélioration de la production agricole du maïs dans les zones sèches passe par la mise au point des variétés tolérantes à la sécheresse.

La contrainte hydrique constitue le premier facteur limitant à la production du maïs au Sénégal. La seconde contrainte provient d'une dégradation des sols résultant des modifications progressives des systèmes de cultures traditionnelles. La première contrainte s'explique par l'irrégularité observée des pluies et aussi les poches de sécheresse se manifestant en début et en fin des cycles culturaux. C'est ainsi que le programme de recherche sur le développement et la diffusion des variétés de maïs adaptées à la sécheresse devrait permettre de cerner :

- L'évaluation du comportement agronomique des géotypes du maïs dans des conditions d'alimentation hydrique limitantes (sécheresse en phase végétative et centrée autour de la floraison), et la nutrition azotée.
- La compréhension des réponses agrophysiologiques dans les conditions d'alimentation hydrique et de nutrition azotée variées ;
- L'intégration des résultats fournis par les différents processus culturaux étudiés et la définition de critères de sélection appropriés.

**PREMIERE PARTIE :**  
**REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

# I - DEVELOPPEMENT DU MAÏS

## 1.1. Présentation

Le maïs (*Zea mays*) est originaire de l'Amérique centrale. Il s'est propagé rapidement à travers le monde grâce aux navigateurs du XVI et du XVII siècle. Sa présence en Méditerranée, en Asie et dans le Golf de Guinée est signalée dès le XVI siècle et en zone soudanienne, au cœur de l'Afrique au XVII siècle. (Rouanet, 1984).

Son introduction en Afrique occidentale relève de deux hypothèses :

- Via les portugais au XVI siècle
- Via les peuls au XVIII siècle, les mandingues l'auraient déjà cultivé (Granès, 1993).

Le maïs est une plante allogamme, monoïque de la famille des *Poaceae*. Il constitue l'unique espèce cultivée du genre *Zen*. La protandrie caractéristique du maïs, favorise la fécondation croisée.

La sélection variétale est facilitée grâce à l'architecture de la plante. Ceci favorise la création des hybrides à rendement élevé.

Le maïs pousse du 58° de latitude nord, au Canada et dans l'ex-URSS, à 40° de latitude sud, en Amérique et en Afrique (FAO, 1993).

Il **pousse** dans les zones semi-arides où la pluviométrie annuelle ne dépasse pas 250 mm et dans les régions où elle dépasse 100 m.

Certaines populations précoces telles que Gaspé au Canada mûrissent entre 60 et 70 jours alors que d'autres très tardives, sous les tropiques américaines mûrissent en 10 ou 11 mois. (Valluis, 1971).

Jusqu'en 1988, la production mondiale de maïs a été de près de 450,39 millions (tableau n°1 a) de tonnes. Le maïs est au troisième rang des graminées cultivées dans le monde, derrière le blé (450.000.000 de tonnes), le riz (414.000.000 de tonnes) (Gay,1984). Généralement les rendements moyens du maïs sont de l'ordre de 0,5 tonne par hectare dans les zones défavorables et atteignent 12 à 25 tonnes dans les conditions favorables.

En Afrique, le maïs est cultivé sur une superficie de 16,32 millions d'hectares. Ce qui représente 12,7 % environ de la superficie mondiale qui est de 127,77 millions d'hectares (tableau n°1 a).

Au Sénégal, la superficie cultivée en maïs est de 70.440 ha en 1999 pour une production totale de 66.132 tonnes (Source DA/DISA).

Le commerce international du maïs s'est accru presque autant que le blé ces derniers temps. Cette augmentation est due essentiellement à la demande pour l'alimentation animale qui passe de 68 % à 86 % de la production en 1980.

Les principaux acheteurs sont :

- Les pays d'Europe de l'est (plus de 22 millions de tonnes)
- L'Asie (21 millions de tonnes)
- L'Europe de l'ouest (19 millions de tonnes), (Valluis, 1971)

Tableau 1 a : Répartition régionale de la superficie, production et rendement mondiaux de maïs, 1986- 1988\*

	Superficie en millions d'hectares	Production en millions de tonnes	Rendement (t/ha)	% de la superficie mondiale	% de la production mondiale	% du rendement mondiale
<b>Pays en voie de développement**</b>						
Afrique Centrale et Occid	5,30	5,08	1,0	4,1	1,1	29
Afrique de l'Est et du Sud	9,87	13,66	1,4	<b>7.7</b>	3,0	40
Afrique du Nord	1,15	3,76	3,3	<b>0.9</b>	0,8	94
Asie Occidentale	1,17	3,30	2,8	<b>0.9</b>	0,7	80
Asie du Sud	7,55	9,52	1,3	<b>5.9</b>	2,1	37
Asie du Sud-Est et le Pacifique	8,92	15,05	1,7	7,0	3,3	49
Asie de l'Est	20,23	78,01	3,9	<b>15.x</b>	17,3	III
Mexique, Amérique Centrale et les Caraïbes	8,63	14,66	1,7	<b>6.8</b>	3,3	49
Région des Andes	2,40	3,82	1,6	<b>1.9</b>	0,8	46
Cône du Sud	16,59	35,86	2,2	13,0	X0	63
<b>Pays développés**</b>						
Economie de marchés développés	34,26	213,71	6,2	26,8	<b>37.i</b>	177
Europe de l'Est et l'URSS	11,70	53,95	4,6	<b>9.2</b>	12,0	131
Total Mondial	127,77	450,39	3,5	<b>100</b>	100	100

SOURCE : CIMMYT 1990, 1989-1990, CIMMYT : Faits et Tendances Mondiaux du Maïs  
Réaliser le potentiel de Maïs en Afrique Sub-Saharienne, Mexico, D.F. CIMMYT

## **1.2. Physiologie**

### **1.2.1. Croissance et développement**

#### **1.2.1.1 Les organes végétatifs**

##### **a/- Les racines**

Le système racinaire est constitué de racines séminales et de racines coronaires fasciculées (fig 1 a). Les racines séminales se mettent en place assez tôt et alimentent le jeune plant au stade de 5 à 6 feuilles, avant que les racines coronaires ne prennent le relais. Les racines définitives ou racines coronaires sont insérées en couronne juste au-dessus d'un nœud, d'où leur nom. Les premières apparaissent dès la levée au niveau du plateau de tallage, les dernières couronne; de racines apparaissent quant à elle au moment de la floraison. Les racines coronaires sont appelées parfois racines d'ancrage.

##### **b/- La tige**

La tige est constituée d'un empilement de nœuds et entre-nœuds. Le nombre de nœuds peut varier de 8 à 48 et la longueur de la tige de 60 cm à 0 m. Elle est formée de l'écorce et de la moelle. La force de turgescence de la moelle et l'armature de l'écorce assurent la rigidité de la tige.

##### **c/- Les feuilles**

La tige du maïs porte le plus souvent 10 à 20 feuilles. La taille des feuilles du maïs varie énormément en fonction de la variété et de leur position sur la plante. La feuille comprend trois parties : le limbe, la ligule et la gaine.

- Le limbe foliaire est très allongé. Son extrémité est pointue ; sauf pour les premières feuilles dont le bout est arrondi.
- La feuille du maïs a une structure classique avec deux épidermes à stomates et, entre eux le parenchyme foliaire. Toutes les cellules du limbe foliaire contiennent de la chlorophylle
- La zone ligulaire qui rattache le limbe à la gaine est décolorée et épaisse. Elle porte la ligule fine et membraneuse.
- La gaine est un manchon cylindrique qui enveloppe la tige. Sa base est rattachée à la tige au niveau d'un noeud et sa partie supérieure au limbe foliaire par la zone ligulaire.

#### 1.2.1.2 Les organes reproducteurs

Les fleurs mâles et femelles sont portées par la même plante, mais séparées (monoïcité)

##### **a/- Les inflorescences mâles**

Elles sont regroupées en panicule à l'extrémité supérieure de la tige. La panicule se caractérise par le nombre de ramifications et leur longueur. Elle est initiée à l'extrémité de la tige par le bourgeon terminal, après la dernière feuille. Le méristème apical perd sa forme arrondie, s'allonge et se ramifie. Le nombre des brins qui composera la panicule est déterminé dès ce stade. Sur ces ramifications et sur l'axe principal de la panicule apparaissent ensuite des ébauches qui se subdivisent en deux pour former des épillets toujours réunis par paire. Chaque primordium se divise ensuite pour donner des glumes, glumelles et fleur;; (fig. 3 en annexe)

##### **b/- Les inflorescences femelles**

Les inflorescences femelles résultent de l'évolution des bourgeons axillaires qui initient le pédoncule, les spathes, puis l'épis (fig.3). Chaque plante peut porter potentiellement 4 ou 5 épis à l'aisselle des feuilles. Cependant un seul épi arrive généralement à terme dans les conditions normales de culture, les autres dégèrent après 10 jours (Gay, 1984).

### 1.2.1.3. Le cycle de développement du maïs

Il est fonction du cultivar et des conditions climatiques. Les variétés les plus précoces peuvent boucler leur cycle en 90 jours. Les plus tardives le font en 150 jours. Ce cycle se répartit en deux phases.

#### 1.2.1.4. La phase végétative.

C'est la période qui sépare le semis à l'initiation de la panicule. Pendant ce temps, on distingue trois étapes : la germination, la levée et la formation des organes végétatifs.

Pendant cette phase les organes aériens sont indirectement influencés par la température (Bourdon, 1984), c'est-à-dire qu'elle contrôle directement le développement du système racinaire et du bourgeon terminal situé à la surface du sol. C'est en ce moment que le bourgeon terminal fabrique des organes végétatifs. Elle dure 2 à 8 semaines selon les variétés et les conditions du milieu.

##### a/- La germination

La germination marque le passage d'une vie ralentie (conservation de l'espèce) à une vie active (reproduction). Elle correspond d'une part à l'imbibition du grain, d'autre part à la solubilisation des réserves. L'imbibition est plus ou moins rapide selon la température. L'optimum se situe aux environs de 25°, température utilisée pour tester la faculté germinative, mais qui n'est que très rarement atteinte en conditions normales de semis.

Extérieurement, la germination se traduit par un gonflement et un ramollissement du grain. Elle se termine lorsque la radicule perce l'enveloppe du grain. Sa durée peut varier de deux jours à plus d'une semaine selon les conditions du milieu (fig 2 en annexe).

Elle exige pour son démarrage une température initiale de 12 à 15° selon la valeur germinative des semences. Cette valeur germinative ou qualité initiale de la semence est acquise avant le semis. Elle s'élabore sur la plante mère sous l'effet d'interactions génotype- milieu (Barloy,

1984 ; Delouche, 1973) et s'altère pour donner une qualité finale sous l'action des dommages subis au cours du conditionnement et du stockage.

#### **b/- La levée**

La levée est le moment où le coléoptile est visible à la surface du sol. L'épuisement des réserves du grain a lieu vers le stade 4 • 5 feuilles. C'est une période très sensible appelée sevrage (Gay, 1980). Entre la germination et la levée, s'effectue la mise en place du système racinaire séminal, la formation d'un mésocotyle du plateau de tallage et l'allongement du coléoptile. La plantule devient autonome, .Au cours de cette période, des conditions du milieu défavorables peuvent entraîner des troubles physiologiques où des manifestations de carence sur la plante (Zinc, acide phosphorique, magnésium, asphyxie due à l'excès d'eau).

La fin de la phase végétative se manifeste par l'apparition de 8 • 10 feuilles visibles sur la tige et l'initiation de la panicule par le bourgeon terminal (fig. 2). Cette période coïncide avec l'allongement accéléré des entre-nœuds de la tige. La différence de cycle entre variétés dépend de la durée de la phase végétative, elle même fonction de la précocité du génotype et des conditions climatiques,

#### **1.2.1.5. La phase reproductrice**

Les étapes ci-après constituent le déroulement de cette phase : la formation des organes reproducteurs les floraisons mâles et femelles, la fécondation, la formation et le remplissage des grains et enfin la maturation.

- La fabrication des organes reproducteurs, mâles (épillets, étamines, grains de pollen) débute dès l'initiation de la panicule. Elle se termine par la floraison mâle. La durée de cette floraison mâle est variable suivant le génotype et les conditions du milieu (Gay 1984). Elle s'étale sur 8 • 10 jours.

Les besoins en eau deviennent maximaux à ce stade. Si une sécheresse ou un stress hydrique prolongé survient durant cette période cela réduirait la fertilité du pollen.

Les premières ébauches d'épillets se forment un mois avant la floraison.

- La floraison femelle correspond à la sortie des soies à l'aisselle des feuilles du milieu de la tige. Les premières soies qui sortent correspondent aux grains de la base tandis que les dernières à ceux de l'extrémité de l'épi. A ce niveau, le maïs a une sensibilité accrue pour son alimentation en eau et les besoins en éléments minéraux comme l'azote. Un stress hydrique, une carence en éléments minéraux ou encore des températures très élevées sont susceptibles d'entraîner une diminution du nombre de grains autrement dit une chute de rendement.
- La fécondation ou pollinisation correspond au transport du pollen de la panicule à la soie. Dans les conditions normales elle ne dure guère que quelques secondes. Dans sa chute le pollen n'a qu'une chance sur vingt de tomber sur une soie. Si le grain de pollen est déficient en quelques acides aminés, la soie doit obligatoirement les contenir pour que la germination ait lieu. Ce processus est le suivant : le tube germinatif contient à son extrémité le noyau végétatif et juste derrière, les noyaux reproducteurs. Il pénètre au niveau d'un poil à l'intérieur de la soie où deux zones imprégnées des substances attractives le canalisent jusqu'à l'ovule. Le tube pollinique y progresse rapidement en digérant les parois des cellules dont il utilise les composés pour sa propre alimentation, Après son passage, des bouchons de callose se forment en colmatant l'ouverture pour empêcher sa dessiccation. La progression du tube pollinique se fait en un temps variable en fonction de la longueur des soies mais dure moins de 24 heures.
- L'une des deux divisions cellulaires qui forment la graine est celle de l'œuf vrai qui a lieu 10 à 12 heures après la fécondation. Au bout de 9 à 12 jours on peut distinguer l'axe embryonnaire et le scutellum. L'embryon est complet trois semaines après la fécondation, bien que sa croissance ne soit pas terminée. Dès lors, il ne peut plus avorter si les éléments nutritifs nécessaires lui sont fournis, il peut donner naissance à une nouvelle plante. La première des divisions cellulaires de l'œuf a lieu 2 - 4 heures après la fécondation. Elles se poursuivent pendant trois semaines environ. Au bout de ce temps le nombre de cellules n'augmentent plus et le grain qui contient encore plus de 90% d'eau à atteint son volume définitif.

- Le remplissage se produit pendant 2 - 3 semaines qui suivent la floraison. Les produits issus de la photosynthèse initialement accumulés dans les racines, la tige et les rafles migrent dans les grains. A la base du grain, les vaisseaux de la rafle se ramifient en une plaque comparable au placenta des animaux qui assurent la continuité entre la plante mère et la graine. Les composées arrivent sous forme soluble dans l'eau. Ils passent de la base du grain à son extrémité distale par la périphérie sous le péricarpe. Les molécules de sucre se fixent sur les amyloplastes où elles se transforment en amidon, Cette accumulation commence à la pointe du grain et progresse vers la base où se trouvent les tissus les plus humides.

On observe différents stades de remplissage :

- Le stade laiteux où la graine atteint sa forme et ses dimensions définitives (fig. 3) ;
  - Le stade pâteux où son humidité est à 60 %. La teneur en matière sèche de la plante est voisine de 25 %, la feuille et les spathes sont vertes ;
  - Le stade pâteux-dur où le grain commence à durcir. Sa teneur en eau est à 45-50 %.  
La teneur en matière sèche de la plante est de 30 % environ. Les feuilles de la base et les spathes commencent à se dessécher;
  - Le stade vitreux où le grain est dur. Il ne se raye plus à l'ongle. Son humidité est inférieure à 40 %. La teneur en matière sèche est supérieure à 25 %. Les feuilles au dessous de l'épi et les spathes sont sèches.
- La maturité est caractérisée par le flétrissement des stigmates, un arrêt de la croissance et des besoins en eau faibles. Le jaunissement des spathes et le dessèchement des feuilles constituent un bon indice de maturation (Vallius, 1971).

La maturation du grain est alors complète lorsque cesse cette migration. L'humidité du grain est alors inférieure à 35% et la plante est entièrement sèche (fig. 3) Il faut noter cependant que le remplissage du grain peut être incomplet et son humidité très élevée lorsque la maturité est le résultat d'un accident physiologique (verse, échaudage).

### 1.3. Besoins en eau

Le maïs est une plante exigeante en eau. Ses besoins varient avec la durée du cycle de culture. C'est ainsi que 500 mm d'eau bien repartis suffisent pour un maïs de 90 jours, Ils peuvent aller jusqu'à 900 mm pour un maïs de 120 jours (Coste, 1984).

Si les quantités d'eau apportées par les pluies sont supérieures à celles consommées et évaporées par le maïs, la plante est correctement alimentée en eau.

Si la pluviométrie et la réserve du sol ne couvrent pas les besoins de la plante, elle souffre d'un certain déficit en eau.

Cependant dans une région donnée le bilan hydrique réel peut fluctuer beaucoup d'un sol à l'autre du fait des variations des précipitations et des réserves utiles. Pour une approche globale du problème il est commode de calculer le bilan hydrique potentiel qui ne tient compte que des besoins de la plante et de la part d'eau fournie par les pluies.

$$\text{BILAN HYDRIQUE POTENTIEL} = \text{Pluies} - \text{Besoins de la plante.}$$

Dans la pratique, la connaissance du bilan hydrique potentiel pendant la période de sensibilité maximale du maïs facilite la prise de décisions en matière d'irrigation. (Valluis, 1971). Les besoins en eau des différents stades de développement du maïs varient en fonction de la pluviométrie et de la variété. Ils sont estimés en pourcentage par rapport à la quantité d'eau recueillie. Source : (Bioclimatologie ISRA-CNRA)

- du semis à la levée : 75 % ;
- de la levée jusqu'au début de la formation des organes reproducteurs : 92 %
- de la floraison jusqu'au remplissage des grains : 84 % ,
- maturité : 88 %.

## 1.4. Stades critiques

Pendant toute la phase d'initiation végétative, les racines, les feuilles subissent les contre coups des conditions défavorables. Il peut en résulter une aptitude amoindrie de la plante à assumer ses fonctions de synthèse

- en début de l'initiation des organes reproducteurs, le stress va affecter la panicule dont le nombre de ramifications va être réduit ;
- dès qu'un bourgeon axillaire se transforme pour donner l'épi toute altération de l'appareil végétatif se traduit d'abord par une réduction du nombre de rangs d'ovules puis par une diminution de leur longueur qui n'est définitive que quelques jours après la sortie des soies ;
- ☞ une fois la fécondation des ovules effectuée, si la plante souffre, elle régule son rendement en faisant avorter les ovules les plus fragiles, donc les plus jeunes qui sont situés à la pointe de l'épi ;
- ☞ pendant la maturation, le phénomène d'échaudage se traduit par la diminution du poids de 1000 grains.

## II - ADAPTATION DU MAÏS A LA SECHERESSE

### 2.1. Types de sécheresse

Il existe deux types de sécheresse

#### a/- La sécheresse climatique

Elle correspond à une diminution de la pluviosité par rapport à une valeur normale calculée sur une période donnée.

#### b/- La sécheresse agronomique

C'est la manifestation d'un déficit hydrique dans le sol, la plante ou l'atmosphère qui provoque une diminution de la productivité (Marone, 1994).

## 2.2. Périodes de sécheresse

La sécheresse s'est installée au Sénégal depuis 1970. Elle est caractérisée par un glissement des isohyètes du nord vers le sud qui rend compte d'une baisse généralisée de la pluviométrie. Cette diminution de la pluviométrie est due au raccourcissement de la durée de l'hivernage et de l'apparition de plus en plus fréquente au cours de celui-ci de périodes sans pluies significatives (Khalifaoui et Annerose, 1987).

La région connaît des périodes de sécheresse caractérisées essentiellement par la variabilité de leur intensité, de leur durée, de leur date de manifestation durant le cycle de développement des cultures (Annerose, 1991 ; Dancette et al., 1979).

En milieu paysan, ces périodes se situent :

- z en début du cycle végétatif, après deux à trois pluies ;
- z en fin du cycle végétatif, avant que la plante rentre en maturité

## 2.3. Mécanismes de tolérance à la sécheresse

Le manque d'eau affecte tout le fonctionnement de la plante. Face à cette contrainte, la plante développe des réponses physiologiques qui constituent les mécanismes d'adaptation à la sécheresse.

Les principaux mécanismes sont l'esquive, l'évitement et la tolérance à la sécheresse (Annerose, 1988 ; Turner, 1986).

### 23.1. L'esquive de la sécheresse

Les plantes qui esquivent la sécheresse réalisent leur cycle complet de développement avant l'installation de déficits hydriques importants. Elles ont un cycle de développement court (Bidinger et al., 1997).

### 2.3.2. L'évitement de la sécheresse

Il correspond à capacité de la plante de supporter des sécheresses significatives en cours de cycle par le maintien d'un potentiel hydrique élevé dans ses tissus. Elle doit donc développer des mécanismes lui permettant d'augmenter son absorption hydrique et réduire ses pertes en eau. La plante doit donc :

- avoir un système racinaire performant
  - ≡ réduire la surface foliaire
  - ≡ réguler les stomates
  - ≡ procéder à l'abscission des feuilles

Elle met aussi en œuvre les caractères morphologiques (pilosité, cuticule épaisse, cryptes etc.. ) (Passioura, 1982).

### 2.3.3. La tolérance à la sécheresse

C'est la capacité de la plante de maintenir l'intégrité fonctionnelle et structurale de ses tissus lorsque ceux-ci se déshydratent, Les principaux mécanismes de tolérance à la sécheresse sont le maintien de la turgescence et la tolérance à la déshydratation. La régulation osmotique, la réduction de la taille des cellules et l'augmentation de l'élasticité des parois cellulaires permettent de maintenir la turgescence (Ackerson et Hebert, 1981 )

L'efficacité de chacun de ces mécanismes d'adaptation dépend principalement du type de sécheresse et des interactions entre les différents mécanismes.

# III-MILIEUPHYSIQUEPOURLAPRODUCTIONDU MAÏS DANS BAMBEY ET NIORO :

## 3.1 Caractéristiques pédologiques

### a)- du centre Nord (Bambey)

Le sol est de type Dior caractéristique des sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés. Le pourcentage d'argile varie de 9,3 à 7% suivant les différents horizons et le pH est compris entre 6 et 6,5 (ISRA/DR, 1995). Le volume d'eau à 10 m de profondeur au point de flétrissement permanent (pf 4,2) et la capacité au champ (pf3) est respectivement de 14 mètres cubes et 134,5 m<sup>3</sup> d'eau de sol soit une réserve maximale (RU max.) de 120,50 mm

### b)- Centre-Sud (Nioro : zone d'étude)

Les sols identifiés sont étroitement en relation avec le modèle sol ferrugineux tropicaux lessivés. La station comprend 20 hectares irrigables par aspersion (Sprinklers et à canons'). Les propriétés physiques du sol sont : une texture sableuse avec une faible porosité totale, une grande susceptibilité au compactage et la prise en masse au cours du dessèchement, une faible capacité de rétention en eau et une profondeur de sol variable.

Les caractéristiques physico-chimiques de surface (horizon 0 à 20 cm) des sols de la station de recherche sont les suivantes :

Tableau n° 5 : Caractéristiques physico-chimiques du sol de la Station de Nioro

	pH <sub>KCl</sub>	A+L %	Sable %	C %	N %	C : N	T mécq/100 g	S : T	Pas ppm	RU %
Dior rubéfié	5,5	8,5	91,7	3,9	0,4	9,8	2,4	66,7	27	1,4
Dior - Deck	5,4	9,0	91,0	4,0	0,4	9,9	2,1	77,0	23,8	1,8
Deck	5,3	12,2	87,8	5,0	0,5	10,3	2,3	93,3	22,9	2,8

pH<sub>KCl</sub> : acidité du sol ; A+L : teneur en argile+limon , C : carbone total , N : azote total ; T CEC ; Pass : phosphore assimilable ; Ru : réserve utile (source : AGETIP, 1994).

En général, les sols de la station se caractérisent par leur position sur pente et par conséquent leur exposition à l'érosion hydrique due au ruissellement des eaux pluviales. Ils présentent une coloration rougeâtre et sont peu ou très peu humifères La structure est généralement massive Les sols sont très peu riches en azote (N) et en phosphore avec des réactions légèrement acides.

## 3.2. Données climatiques :

### 3.2.1 . Centre Nord (Bambey)

Le climat du centre Nord est caractéristique de la zone sahélienne avec deux saisons bien contrastées.

- « La saison des pluies elle a une distribution unimodale et part de juin à octobre le maximum se situe entre août ou septembre suivant les années La pluviométrie saisonnière dépend du mouvement septentrional du front intertropical (FIT).
- « La saison sèche : elle commence en novembre et se termine au mois de juin.
- « La température : les températures extrêmes sont de l'ordre de 19 à 40° C.

L'analyse fréquentielle de la pluviométrie annuelle sur la période de 1966- 1995 montre que pour le site de Bambey , on recueille en moyenne 460,2 mm/an (Djendolé, 1997).

### 3.2.2. Centre-Sud (Nia-o)

Le climat est du type soudano sahélien. Deux saisons s'alternent dans la zone au cours de l'année :

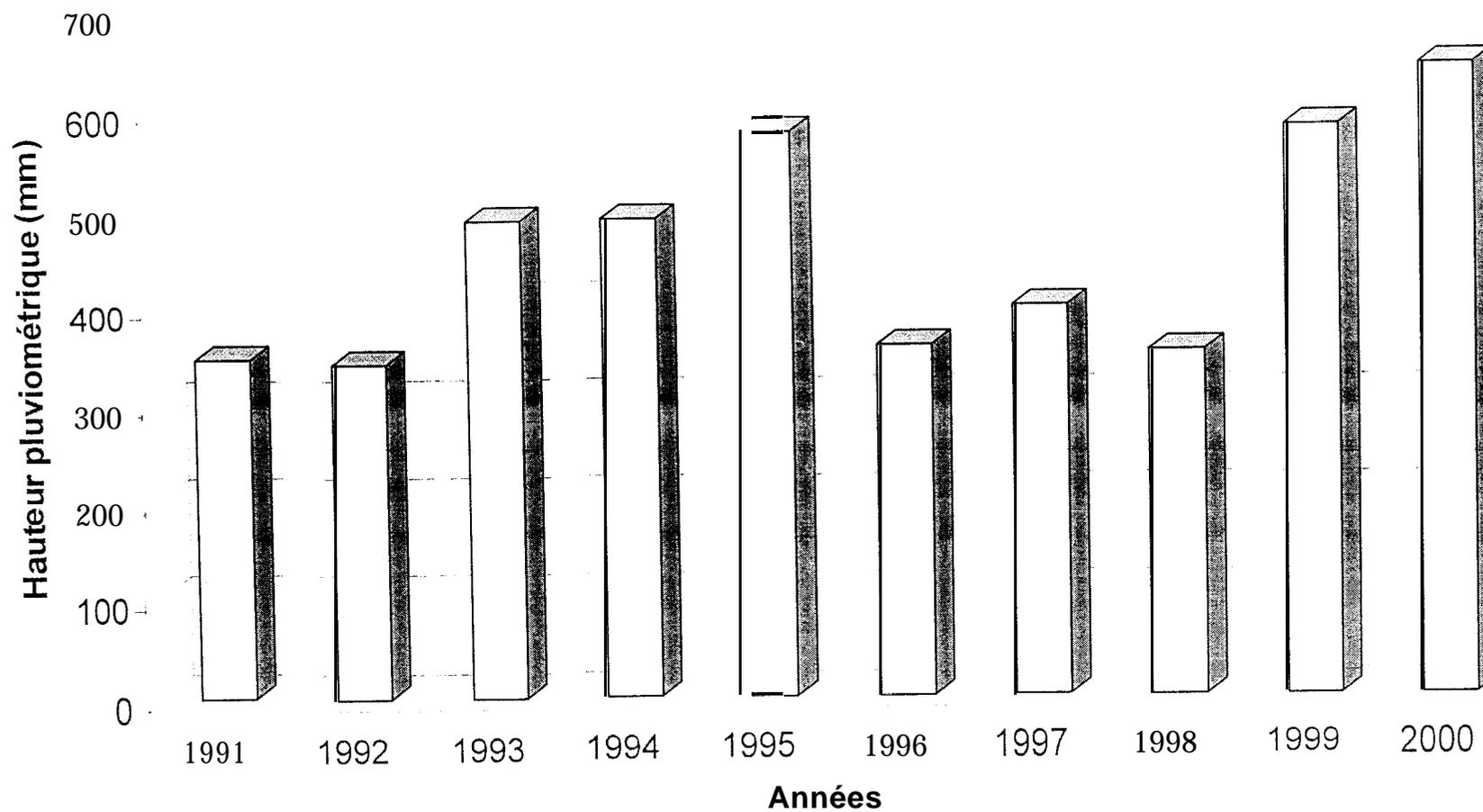
- une saison sèche qui dure en moyenne 7 mois (Novembre à Mai)
- une saison des pluies de plus courte durée (Juin à Octobre)

#### a)- Pluviométrie

Le régime pluviométrique monomodal fait intervenir une saison des pluies (ou hivernage) variant de 3 à 5 mois entre Juin et Octobre. Les maxima de pluviométrie restent localisés au mois d' Août.

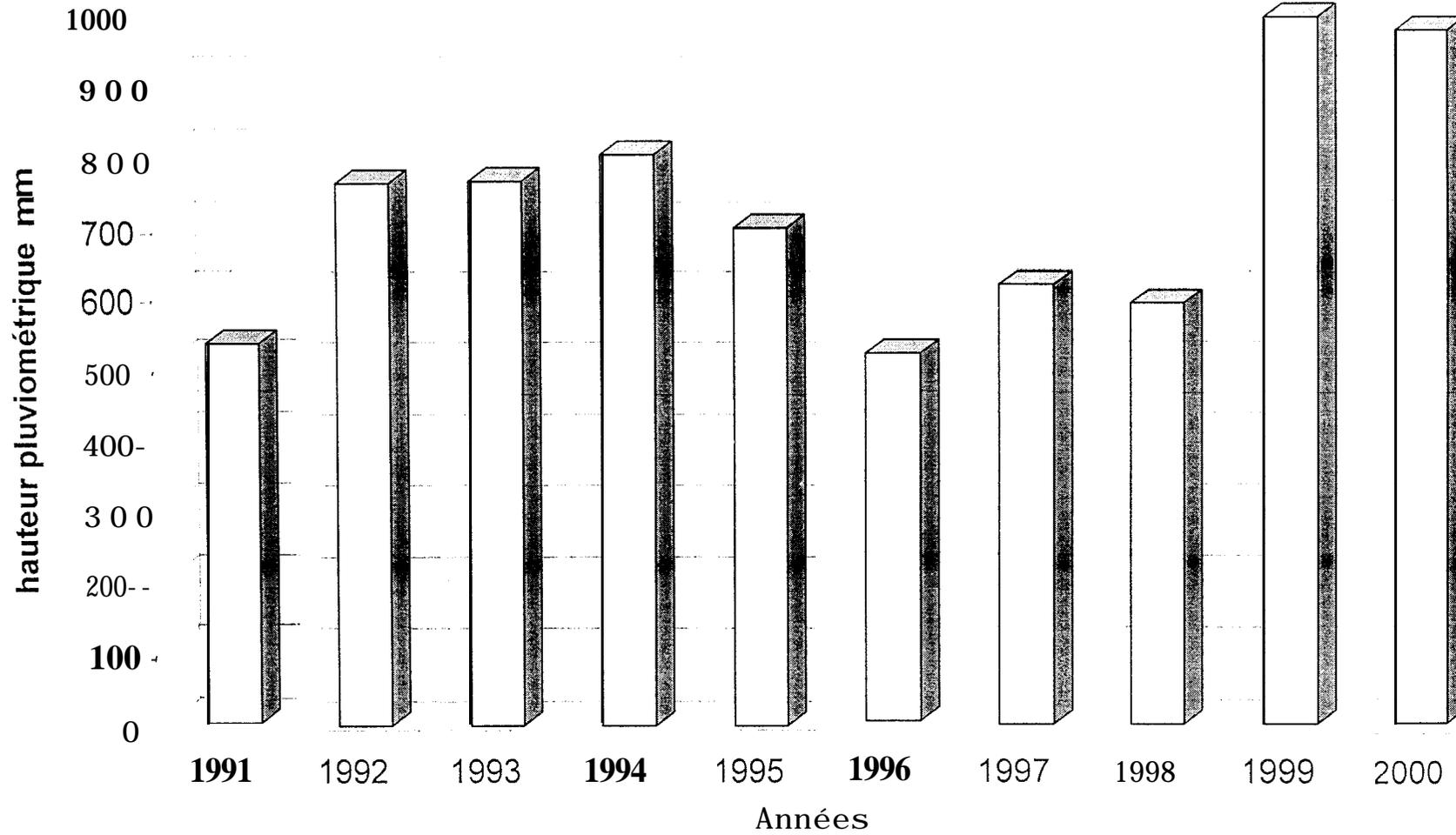
A ce contraste saisonnier s'ajoute l'extrême variabilité des précipitations d'une année à l'autre. qui se traduit aussi bien sur la hauteur totale des précipitations annuelles que sur les répartitions des pluies au cours de la saison humide. La période de 1961-1990, la précipitation moyenne est de 711 mm et l'ETP moyenne 2268 mm (SENAGROSOL-CONSULT,1992).

## Evolution de la pluviométrie sur 10 ans (1991 à 2000) à Bambey



□ Bambey

## Evolution de la pluviométrie sur 10 ans (1991 à 2000) à Nioro



## **b)- La température**

La température moyenne annuelle est de 28 à 30°C. Elle manifeste des écarts plus prononcés pendant la saison sèche (20°C environ) que pendant la saison des pluies (Sène, 1995).

## **c)- La végétation**

Le paysage d'origine, plateaux et plaines est uniformément constitué par la forêt sèche soudanienne (Pelessier, 1996). Il est caractérisé par une homogénéité dans la présence et la répartition d'un certain nombre d'arbres qu'on retrouve partout. De la végétation naturelle originelle, il ne subsiste qu'une strate arborée clairsemée dont l'espèce dominante est *Cordyla pinnata* (dimbe). On trouve associé à cette espèce, mais dans des proportions moindres, *Acacia seyal* (Surur), *Ostryoderris stuhlmannii* (bèr) le *Bauhinia rufescens*, *Eucalyptus camaldulensis* sont plantés en haies vives et en brise-vent. On trouve aussi *Piliostigma reticulatum* (nguiguis) et *Azadirachta indica*.

La strate arborée est dominée par *Andropogon gayanus* (khat) très abondant dans les zones en jachère.

## **3.3. Analyse fréquentielle de la pluviométrie (Bassin Arachidier)**

Les quantités de pluie et leur répartition peuvent varier d'une année à l'autre de 15 à 30 % (Charreau et Nicou, 1971, Sivakumar, 1991). Cette zone était encadrée par les isohyètes 400 et 800 mm jusqu'en 1968. Mais entre 1968 et 1990, ces valeurs sont passées respectivement à 300 et 600 mm soit une descente en moyenne du Nord au Sud de 100 mm an<sup>-1</sup>. Cette évolution a conduit à une sécheresse caractérisée par une pluviométrie faible, un raccourcissement de l'hivernage et à l'augmentation des risques d'apparition des poches de sécheresse surtout en début et fin de cycle qui peuvent affecter considérablement la croissance et le développement des cultures (Cocheme et Franquin, 1968, Dancette, 1979). Avec une moyenne de 28 à 30°C, la température manifeste des écarts journaliers plus marqués pendant la saison sèche (environ 20°C en saison des pluies).

Pour Nioro (Sud Bassin arachidier, zone nord soudano-sahélienne), l'hivernage est plus précoce (3<sup>ème</sup> décade de juin) et lorsqu'il prend fin en octobre le cumul des pluies est la moyenne de 600 à 700 mm répartis sur près de 110 jours (Diagne et al., 1996).

Dans la zone de Bambey (Nord Bassin arachidier, zone sub-sahélienne), l'hivernage débute mi-juillet (2<sup>ème</sup> décade) pour s'achever en octobre et totalise 400 à 500 mm sur une durée de 90 jours.

Dans les deux zones, les caractéristiques sont les mêmes :

- les premières pluies sont incertaines et entraînent les paysans à faire des ressemis ;
  - le mois d'août est toujours pluvieux ;
  - on constate un arrêt brusque des précipitations au cours de la première quinzaine d'octobre ;
- « les variations inter et intra annuelles sont très importantes et influencent largement les résultats d'une campagne agricole. A cette forte variabilité temporelle s'ajoute également une très forte variabilité locale des précipitations dues à leurs caractères orageux. Il convient de rappeler que la situation ci-dessus décrite a beaucoup évolué depuis les années 1960.

Depuis la période 1960-1990 la situation s'est dégradée avec un glissement des isohyètes de plus de 130 km vers le Sud (FAO/AQUASTAT, 1999) (fig. 5).

# **DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION**

# I - MATERIELS ET METHODES

## 1.1. Rappel introductif

Au Sénégal, comme dans un grand nombre de pays en développement, le maïs constitue une culture traditionnelle et une base importante de l'alimentation. L'adaptation de la plante aux conditions du milieu physique (sécheresse, fortes variations thermiques, vents desséchants, etc.), le faible niveau de fertilité minérale des sols (teneur faible en azote) et la demande croissante sur le marché légitime et commandent la recherche de techniques permettant une production accrue du maïs. S'y ajoutent les problèmes de disponibilité de variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques, les problèmes de protection phytosanitaires (*Striga*) et la mise au point de techniques culturales appropriées et compatibles avec les moyens des paysans. Dans ce cadre, l'identification et la diffusion de variétés souples, performantes et adaptées s'avèrent ainsi nécessaires pour permettre à l'agriculteur d'ajuster ses plans de culture en fonction des aléas climatiques, de la pression parasitaire et des besoins du marché.

L'amélioration des plantes et la création variétale font apparaître l'interaction génotype x milieu ou génotype x environnement dès lors que deux de plusieurs génotypes réagissent autrement en un lieu ou des lieux différents, la même année ou entre années.

Beaucoup d'essais d'adaptation de variétés de maïs ont été menés dans le Centre Sud (Nioro) en vue d'observer leur aptitude au milieu. Un certain nombre d'entre elles se sont révélées performantes et ont été retenues

Celles-ci, manifestement subissent les effets des poches de sécheresse observées ces derniers temps dans toute la région. Les difficultés pour elles de boucler le cycle végétatif se font remarquer et rendant même la production déficitaire.

Il est important de les soumettre aussi au test d'alimentation hydrique différencié et connaître leur mécanisme d'adaptation.

## 1.2. Objectif

Dans le cadre de la recherche de variétés stables à potentiel de rendement acceptables et résistantes/tolérantes à la sécheresse, plusieurs génotypes (lignées) d'origine et de cycle différents sont évalués sous deux (2) régimes hydriques. Il s'agit d'identifier les génotypes adaptés et caractériser les mécanismes d'adaptation à la sécheresse dans les conditions différenciées d'alimentation hydrique.

## 1.3. Matériel végétal

Le matériel végétal est composé de :

- 100 lignées originaires de l'Institut International de l'Agriculture Tropicale (I.I.T.A.)
- 3 écotypes locaux originaires du Programme National : 101 S9 31, 102 KD 17, 103 SD 28

## 1.4. Localisation et caractéristiques du site

### 1.4.1. Localisation

L'expérimentation a été réalisée à la station de recherche agronomique de Nioro. Le site de la station de Nioro est compris, d'une part, entre 14° 10' et 14° 20' de latitude Nord et d'autre part, entre 15° 05' et 15° 20' de longitude Ouest.

Son appartenance au Sud de la région écologique sahélo-soudanienne lui confère, sur le plan agronomique, une bonne représentativité des zones du bassin arachidier proches de l'isohyète 700 mm.

### 1.4.2. Caractéristiques des sites

La Station principale de Nioro est le domaine des essais agricoles (arachide, mil, sorgho et maïs principalement). Seule la partie Sud à cuirasse latéritique est réservée pour le pâturage.

Elle est subdivisée en parcelles séparées par des haies de neem (*Azadirachta indica*) ou des brise-vents (*Bauhinia rufescens*) ; constituée de 15 parcelles et d'une sole de sélection. Sa superficie est d'environ 62 ha.

En ce qui concerne les points d'eau, un forage et un puits existent à la station de Nioro. Le bassin d'irrigation et les robinets sont alimentés par le forage.

## 1.5. Dispositif expérimental

Le dispositif mis en place était en lattice simple avec deux répétitions

La parcelle élémentaire comportait une ligne de 3 m de long, avec un écartement de 80 cm entre les lignes et 50 cm entre poquets soit 7 poquets par parcelle. Un bloc a été utilisé pour tous les génotypes pour un régime hydrique donné. Les deux blocs étant séparés par une bande de 15 à 20 m (fig. 6 en annexe).

## 1.6. Conduite de la culture

L'essai a été mis en place à Nioro sur un sol sableux, avec comme précédent cultural arachide ou jachère, sol préalablement labouré à la charrue.

Après labour, on a épandu 300 kg/ha d'engrais 15-15-15 sur toute la surface de l'essai.

Au 21<sup>ème</sup> jour après semis on a apporté 150 kg/ha d'urée et 100 kg/ha au 47<sup>ème</sup> jour.

Le semis renfermait 3 graines/poquet et le démariage a été fait au bout de 8 à 10 jours en laissant 2 plants soit 14 plants/ligne en conditions optimales.

L'irrigation était fonction du calendrier et du type de traitement préconisé soit au rythme de 2 ou 3 irrigations par semaine en fonction de la demande évaporative et la récolte est intervenue dès maturité complète.

## 1.7. Observations

Dans l'ensemble de l'essai les types de caractères ont été observés de façon à définir au mieux chaque traitement considéré. De ce fait seulement une ligne constituait la parcelle élémentaire.

Ces caractères sont les suivants :

### a) Caractères agronomiques

∞ Rendement/plante : (RDT)

∞ Floraison mâle : de 50 % (F.M SO %.), c'est le nombre de jours qui séparent la date de semis à celle où SO % des plants d'une parcelle ont émis le pollen.

∞ Floraison femelle : à SO % (F.F. SO %), c'est le nombre de jours entre la date de semis et le moment où la moitié des plants ont émis les soies

### b) Caractères quantitatifs associés au rendement :

∞ Nombre de plants à la levée dans chaque ligne de la parcelle élémentaire après démariage (3 semaines après semis) : (NBPL) ;

∞ La hauteur du plant : (HMP), est la distance entre la base du plant et le sommet de la plante inférieur ;

∞ La hauteur de l'insertion de l'épi : (HEPI), la hauteur de l'insertion de l'épi inférieur est la distance qui sépare le pied et le noeud d'insertion de l'épi inférieur de la plante ;

∞ Nombre de plants à la récolte : (NBPR), c'est le nombre des plants présents au moment de la récolte.

∞ Nombre d'épis récoltés : (NEPR), c'est le nombre d'épis récoltés sur la parcelle élémentaire

- ⊗ l'Humidité du grain à la récolte : (HUM), c'est l'humidité du grain au moment de la récolte de l'épi, mesurée à l'aide d'un humidimètre Dickey-John,
- ⊗ Rendement en grain à 15 % d'humidité : (RDT 15), c'est la quantité en grain obtenue par variété et par hectare.

### c) Facteurs de régularité du rendement

- ⊗ La Verse racinaire ((VERS), déchaussement : nombre des pieds inclinés à la base à plus de 45° par rapport à la verticale, c'est le nombre des pieds versés dans la parcelle élémentaire
- ⊗ **Couverture** de l'épi : (COEP), c'est la couverture de l'épi évaluée sur l'ensemble des épis notée de 1 à 5 (1 = spathes serrées), (5 = spathes lâches) = très mauvaise,
- ⊗ Aspect du plant : (ASPL), paramètre à relever entre la floraison et la récolte ; soies brunes,. noter de 1 à 5 ;  
1 = Très bonne  
5 = Mauvaise couverture
- ⊗ Aspect des épis : (ASEP), noté de 1 à 5,
- ⊗ Cassure tige (CAS) : nombre de tiges cassés dans la parcelle élémentaire,
- ⊗ Indice de sévérité aux conditions environnementales : (ISCE),

$$\frac{\text{RDTF} - \text{RDTS}}{\text{RDTF}} \times 100$$

avec : RDTF = Rendement sous irrigation complète  
RDTS = Rendement sous stress hydrique à la floraison

- ⊗ Prolificité : (PROL), c'est le rapport entre le nombre d'épis récoltés sur la parcelle élémentaire et le nombre de pieds récoltes sur cette même parcelle

## 1.8. Analyse statistique

Les résultats obtenus en station ont été analysés au moyen d'un logiciel MSTAT et Excel 7/Windows 95.

# II -- RESULTATS ET DISCUSSION

## 2.1, Analyse des résultats

### 2.1 1 Sous irrigation complète

Les résultats montrent que les génotypes qui proviennent de l'ITA présentent des rendements variant de 1 124 kg à 5683 kg/ha sous irrigation complète (tableau n° 1 b en annexe).

Dans la sélection des dix meilleurs génotypes, seules les variétés venant de l'ITA sont présentes au détriment des écotypes locaux. Ceci montre la bonne performance des variétés importées. Leurs rendements varient de 1124 à 5683 kg/ha. Cette bonne performance s'affirme par le maintien du même nombre de pieds à la levée (14) ainsi qu'à la récolte. Les dégâts de la striure sont insignifiants (1,3). Il faut ajouter que toutes ces variétés sont prolifiques, c'est-à-dire produisent chacune plus d'un épi (de 1,2 à 1,7). Les écarts entre dates de floraison femelle ne sont pas grands (4 jours). Tandis que la floraison mâle reste à 6 jours d'écart. La différence entre la floraison mâle et femelle est régulière sauf pour la variété (KU1403x1368 STR)-4-2-1-1-B, qui a une différence de 1 jour. La hauteur des plants (1,75m à 2 m) n'entraîne aucune conséquence négative sur la verse et la cassure car toutes les variétés résistent. La couverture de l'épi et l'aspect du plant sont normaux. Le nombre de pieds récoltés est supérieur à la moyenne. L'indice de sévérité varie de 88 à 93 %. Ceci pourrait expliquer une faiblesse de résistance à la sécheresse (tableau n°3) En conclusion les variétés importées pourraient servir de parents, receveurs de gènes de tolérance/résistance à la sécheresse au moment de la sélection variétale.

### 2.1.2. Sous régime stress

Par contre les dix meilleures variétés sélectionnées à partir du stress hydrique créé à la floraison ont des rendements qui vont de 982 à 1740 kg/ha. C'est ici qu'on retrouve les variétés locales : SD 31 et SD 28. Celles-ci ont respectivement 982 kg/ha et 1016 kg/ha. Dans l'ensemble des deux types de variétés on note une levée régulière ; ceci reflète un nombre important de pieds à la récolte. Les variétés importées fleurissent du 6<sup>ème</sup> jour jusqu'au 70<sup>ème</sup>. Tandis que les variétés locales fleurissent tôt au 49<sup>ème</sup> jour et au même moment. Ce fait peut favoriser les croisements lors de la création variétale. Aussi ayant la même hauteur de plants (1,40 m) on pourrait dire que les deux variétés locales sont stables du point de vue développement. Pour les variétés importées, seules cinq sur les huit sont prolifiques, il s'agit de : (9071x9450 STR), 9236, 1368, 1368STR, Babangoyo. Par contre chez les écotypes chacune d'elle a un coefficient de prolificité en dessous de la moyenne, respectivement 0,9 et 0,6 (tableau n° 2 en annexe).

### 2.1.3. Sélection selon le rendement et l'indice de sévérité

Pour les besoins de sélection, on a fait un criblage des 10 meilleures variétés en fonction du rendement, sous les deux régimes hydriques (stressé et normal). Mais nous constatons l'absence des écotypes locaux parmi les dix meilleures variétés issues du régime hydrique complète. Cela voudrait prouver la bonne performance générale des variétés de l'ITA sous irrigation complète.

On note néanmoins la présence des écotypes locaux au niveau des variétés sélectionnées sous le régime stressé concernant l'indice de sévérité. Ces valeurs sont comprises entre 8 et 65 % pour les variétés 101 S931, 102 KD 17, 103 SD 28, avec des rendements respectifs de : 982 kg/ha, 668 kg/ha, 1016 kg/ha (tableau n°4 en annexe).

## Remarques :

- Les variétés précoces semées en période sèche allongent leur cycle de développement en raison de la température relativement fraîche et de la photopériode courte ;
- Ces résultats montrent qu'il existe bel et bien une interaction plante/environnement face aux contraintes hydriques auxquelles est soumis le maïs ;
- Les génotypes importés utilisent mieux de l'eau en régime hydrique complète que les témoins au vu de leur rendement et de leur performance (tableau n° 1 b en annexe) ;
- Le stress hydrique créé au stade floraison réduit considérablement le rendement même si la plante est réirriguée.

## 2.2. Discussion

Cette analyse des résultats fait apparaître quatre types de génotypes dont les caractéristiques agro-physiologiques retiendraient notre attention, il s'agit de : 9236 ; SD28 ; (9071x9450 STR)BC2-9- 1- 1- 1 -B et 907 | STR. Leurs rendements en régime normal tournent autour de 2 à 4 tonnes/ha. Cette allure diminue en régime de stress avec des rendements de 1036 à 1573 kg/ha. Leurs caractéristiques individuelles en fonction de leur rendement et de l'indice de sévérité sont

- 9236 : Elle se retrouve toujours au troisième rang des meilleures descendance sous les deux régimes, avec un rendement de 1573 à 4427 kg Elle fleurit très tôt, 61<sup>ème</sup> jour pour les fleurs mâles et au 63<sup>ème</sup> jour pour les fleurs femelles .
  - la levée est très bonne (100 %) ;
  - hauteur du plant moyenne (1,45 m), ne verse ni ne casse ;
  - c'est une variété prolifique, avec un coefficient de prolificité de 1,2 soit plus d'un épi/plant en moyenne ;
  - l'humidité élevée de grain (22) pourrait se réguler en faveur de la période sèche.

## « L'écotype SD 28

- bonne levée 12 p/ 14
- floraison précoce : mâle au 49<sup>ème</sup> jour et femelle 50<sup>ème</sup> jour ;
- la différence entre floraison est de 1 jour, ce qui est très rare ;
- hauteur du plant, moyenne (1,40 m) ;
- ne casse pas et sa tendance à verser ne limiterait en rien sa production ;
- son humidité normale du grain à 14 réduirait les charges liées aux manutentions lors du conditionnement ;
- rendement 1016 kg, acceptable dans les conditions de stress sévère.

## . (9071 x 9450 **STR**) BC2-9-1-1-1-B

- très bonne levée (100 %)
- précocité moyenne, 63<sup>ème</sup> Jour pour les fleurs mâles et 65<sup>ème</sup> jour pour les fleurs femelles ;
- la hauteur du plant élevé favorise sa verse (3), mais casse peu (2). Ceci reflète la qualité de résistance qui se justifie encore par un nombre correct de plants à la récolte (14) ;
- elle est prolifique (1,2 épis/plant), ce qui est une qualité recherchée.

## « 9071 **STR**

- bonne levée (92 %),
- sa floraison tardive (FM, 70<sup>ème</sup> jour et FF au 72<sup>ème</sup> jour ne peut l'écarter de la compétition dès lors qu'elle a bouclé son cycle dans la même période que d'autres ,
- elle monte jusqu'à 1,60 m mais ne casse pas, ni ne ver-se.;
- son humidité du grain est à 17. Elle avoisine la norme (15 «C'est donc: un atout économique important ;
- son indice de sévérité égal à 8 % la positionne comme étant la première variété présentant beaucoup plus de gènes de résistance ou tolérance à la sécheresse. A ajouter à cela son rendement à 1036 kg fait qu'elle mérite une place de choix dans la sélection.

### III - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au regard de notre essai, vingt meilleures descendances d'origines différentes ont été sélectionnées sous deux régimes : l'irrigation complète et sous régime stressé.

Cette évaluation recherchait le comportement général de ces génotypes du point de vue caractéristiques agrophysiologiques. La finalité est alors d'obtenir des génotypes qui ont un rendement appréciable et un indice de sévérité acceptable en régime hydrique stressé. C'est dans ces conditions que les génotypes 9236 ; SD28 ; (907 1x9450 STR)BC2-9-1-1-1-B et 9071 STR sont retenus. Les seize (16) autres serviront de ressource génétique dans le cadre des futures activités du programme de recherche.

Les efforts doivent être déployés afin de :

- continuer à réunir une variabilité génétique,
- trouver les variétés présentant la résistance/tolérance à la sécheresse, aux maladies, à la verse et à la casse,
- continuer la sélection massale dans les champs des paysans et ensuite appliquer la sélection récurrente en station pour conserver les génotypes,
- continuer à introduire les variétés susceptibles de s'adapter à nos conditions pédoclimatiques,
- chercher les moyens de conserver cette variabilité génétique,
- continuer à travailler étroitement avec: les organismes qui soutiennent ce projet

En suivant cette démarche cela conduirait vers la satisfaction des besoins des paysans et des consommateurs, réguler la production sur les marchés en qualité et en quantité, et enfin améliorer les conditions de vie des populations.

Cette étude interpelle donc tous les acteurs associés en matière de recherche, à savoir : les biologistes, les généticiens, les physiologistes, les agro-économistes et les sociologues à oeuvrer ensemble pour le même but, de manière à ressortir clairement d'autres ressources

encore inconnues. Il sera question aussi d'identifier les meilleurs géotypes et les types de gènes qui leur confèrent ces qualités recherchées ; c'est-à-dire, cette tolérance et/ou résistance à la sécheresse.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

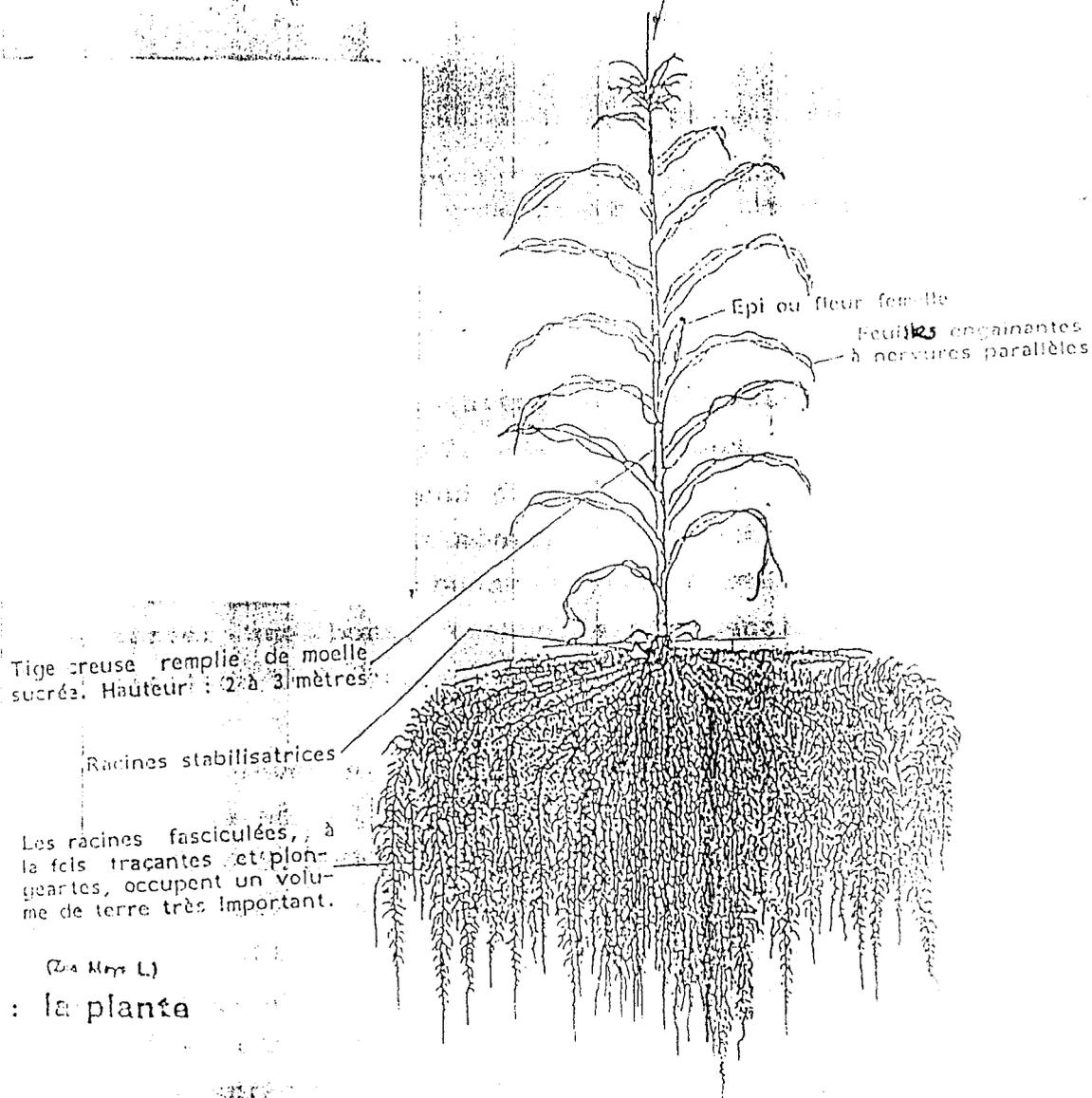
AGETIP, (1994) :	Caractéristiques agro -climatiques du site proposé. Programme de réhabilitation des Stations ISRA.
AGETIP -SONAGROSOL - CONSULT, (1996) :	Rapport annuel, avec la Direction des recherches sur les cultivars pluviaux Janvier, 1996, 24 pp.
ANNEROSE, D., (1988) :	Critères physiologiques de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Oléagineux, vol 43 n°5 pp 218-222.
ANNEROSE, D., (1990) :	Recherches sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse application au cas de l'arachide ( <i>Arachis hypogaea</i> ) cultivé au Sénégal , thèse Université de Paris VII, 282 pp.
ANNEROSE, D., (1991) :	Caractérisation de la sécheresse organique en zone semi-aride. II Evaluation des formes de sécheresse organique de l'arachide au Sénégal par la stimulation du bilan hydrique de la culture. Oléagineux vol 46, n° 2, pp 61-65.
ACKERSON et HEBERT, (1981) :	Osmorégulation in cotton in reponse to water stress alterations physiology, 67, pp 484-488
BARLOY, N., (1984) :	Phase germination - levée - et implantation. INRA pp 13-37.
BERTRAND, (1973) :	Morphopédologie et orientations culturales des régions soudaniennes du Sine Saloum (Sénégal).
BIDINGER et al, (1998) :	Assesment of drougt resistance in pearl millet ( <i>Penisetum americanum</i> (L) Leeke) 1 Factors affecting yield under stress. AUSTR J. AGRIC. RES, pp 37/48.
BOURDON, (1984) :	Bases physiologiques de l'action des températures colloque "physiologie du maïs", INRA - CNRS - AGPM, mars 1983, pp 389 -415.
CARON et GRANES, (1993) :	Agriculture spéciale cours ENCR
CHARREAU et NICOU, R. (1971) :	Amélioration du profil cultural dans les sols sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-Africaine et ses incidences agronomiques. Agron. Trop, Bull., Agron., 23 : 254 p.
COCHEME, J. et FRANQUIN, P (1968)	Etude agroclimatologique dans une zone semi-aride en Afrique au Sud du Sahara. Projet Conjoint d'Agroclimatologie FAO/UNESCO/OMM., OMM. n° 2 10 TP 110.
DANCETTE, C (1979)	Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau en zone soudano-sahélienne. Agron. Trouv. 34 (4) : 331-355.
DANCETTE, C. et al , (1979)	Agroclimatology applied to management in the soudanian and sahelian zone of africa in agriculture in semi- arid environments In ecological studies, 34, Hall A.E, Cannell GM and lawton. Aw (eds) Berlin Heidelberg New York, pages 98- 118.
DIAGNE M ; FALL M. et NGOM N. ; 1996 :	Suivi de la campagne agricole au Sénégal - Situation au 10 Juillet 1996 - Dakar, Sénégal : ISRA/PC/CNRA
DIOUF, O., (2000)	Réponses agrophysiologique du mil ( <i>pennisétum glaucum</i> (L) R.BR.) à la sécheresse. Influence de la nutrition azotée. Thèse Doctorat, Université Libre de Bruxelles. 150 pages.

FAJEMISSIN, J.M., (1992)	Production du maïs en Afrique Centrale et Occidentale (tendance et orientation de la recherche). Pp. IV - 33, première édition, Avril 1992.
FAO, (1993)	Le maïs dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition n° 25 - Code 80, AGRIS SO 1
FAO/FAOSTAT, 1999.	Agriculture - Cultures primaires (dernière mise à jour : 17 Février 1999). In <a href="http://apps.fao.org/Cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture">http://apps.fao.org/Cgi-bin/nph-db.pl?subset=agriculture</a> (eds) ; FAO
GAY, J.P.C., (1984) :	Fabuleux maïs, histoire et avenir d'une plante. édition A.G.P.M., pp. 9 - 295.
ISRA/DR, (199s) :	Service pédologie.
KHALFAOUI, J.L. et ANNEROSE, D.	Création variétale d'arachide adaptée aux contraintes pluviométriques des zones semi-arides In actes symposium. Agrométéorologie de l'arachide ICRISAT OMN, FAO, Août 1988 Niamey pages 127-134. (1997)
MARONE, E., (1994) :	Etude des relations hydriques entre le sol et la plante chez l'arachide pour une meilleure définition des concepts de sécheresse et de stress hydrique. Mémoire probatoire, ISRA/CERAAS 54 p.
NDIAYE, A., (1992) :	Tendance de la production du maïs au Sénégal. In Production du maïs en Afrique centrale et occidentale : Tendances et orientation de la recherche, pp. 56-59, p.78.
NDJENDOLE, (1997)	Besoins en eau des réponses agrophysiologiques du maïs (Zea mays L.) aux différentes conditions d'alimentation en eau par la mesure de l'état hydrique du sol et de la température du couvert..
PHAM THI., A T.(1976) :	Quelques aspects de l'influence de la carence hydrique sur la photosynthèse, la photorespiration obscure chez les deux espèces de cotonnier ; l'une résistante à la sécheresse, l'autre sensible. Thèse de doctorat d'Etat Université Paris VII,
PASSIOURA V.B., (1992)	The rôle of root system characteristics in the drought resistance of crop plants In drought resistance in crops with emphasis on rice IRRI (eds) pages 71-82.
PELLISSIER, P., (1996)	Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance.
ROUANET, G (1984) :	" le maïs " GI'. Collection René COSTE, Maisonneuve et Larose et ACCT Paris, 125 pages.
SENA - GROSOL - CONSULT, (1992)	Etude sur l'hydraulique agricole. Phase détermination des besoins en eau des cultures. Projet planification des ressources en eau, DGRH - MDRH.
SENE, M. (1995) :	Influence de l'état hydrique et du comportement mécanique du sol sur l'implantation et la fluctuation de l'arachide.
SIVAKUMAR, M.V.K., (1991) :	Durée et fréquence des périodes sèches en Afrique de l'Ouest, Bulletin de Recherche/ICRISAT, (13) : 18 1

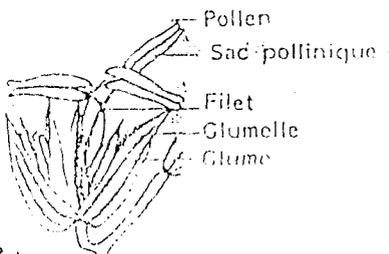
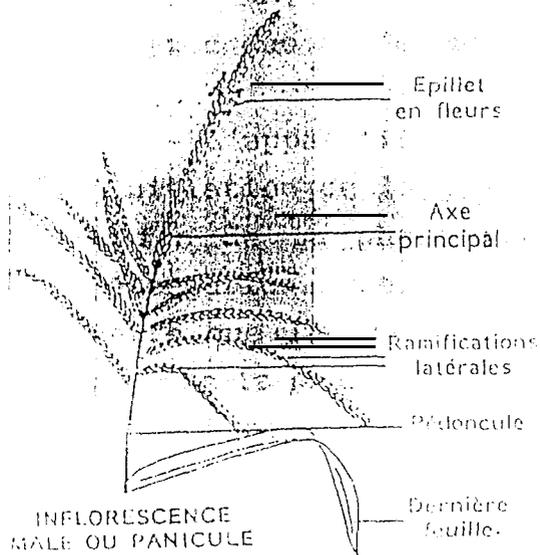
CIMMYT, (1990) :	Faits et tendances mondiaux du maïs. Réaliser le potentiel du maïs en Afrique Sub-Saharienne, Mexico, D.F. CIMMYT.
TURNER, NC., (1996) :	Adaptation to water deficit : a changing perspective. Aust J Plant physiology, 13, pages 175-190.
VALLUIS B, (1971) :	Encyclopédie pratique du maïs. Pp. 14 - 189.
VIERA DA SILVA, J.B., (1976) :	Water stress, ultra structure and enzymatic activity In " water and plant life : problems and modern approaches lange oL, Kappen I and Schulze ED. (eds) springer verlag Berlin-Heidelberg. Ecological studies, 19, pages 207-224.

# **ANNEXES**

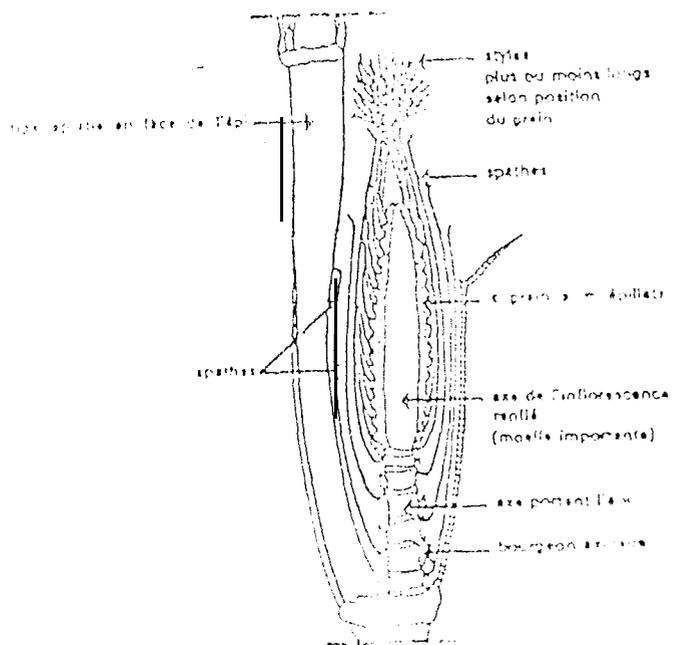
---



**1a : la plante**



**Fig 1b : UN EPILLET**



**Fig 4c : L'ÉPI EN FLEURS**

Fig. N°2 Cycle de développement du maïs



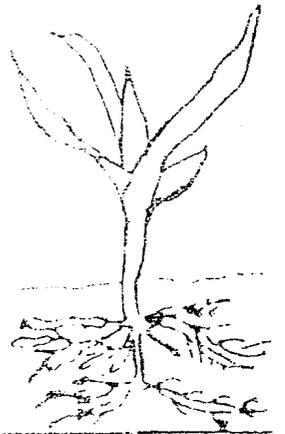
GERMINATION



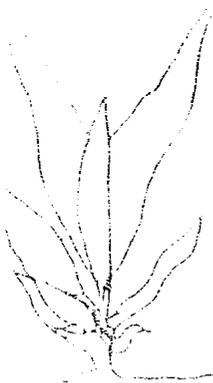
LEVÉE



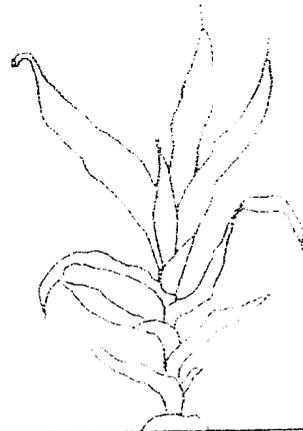
1 FEUILLE



3 FEUILLES



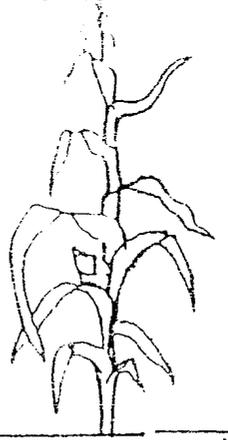
FEUILLES



8-10 FEUILLES



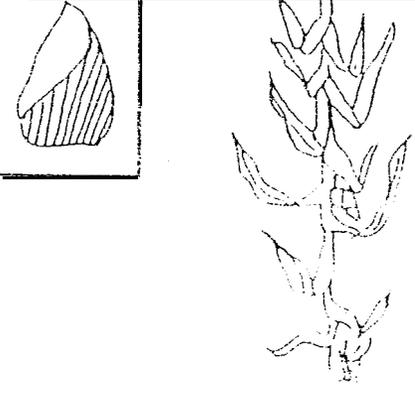
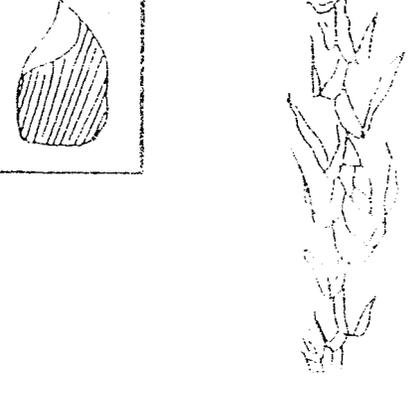
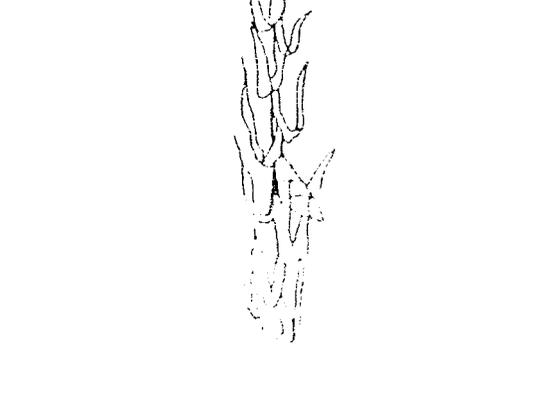
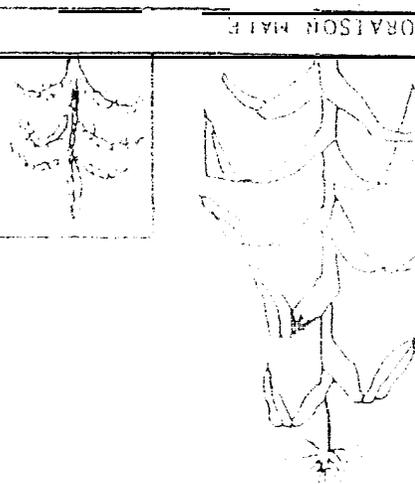
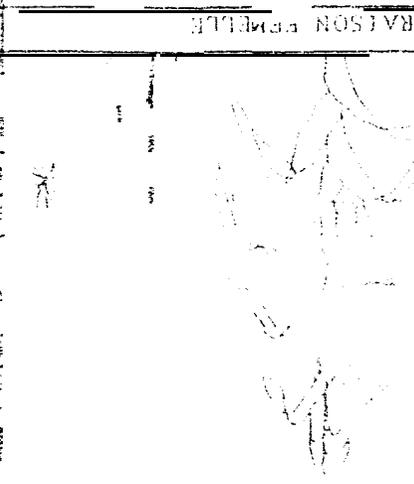
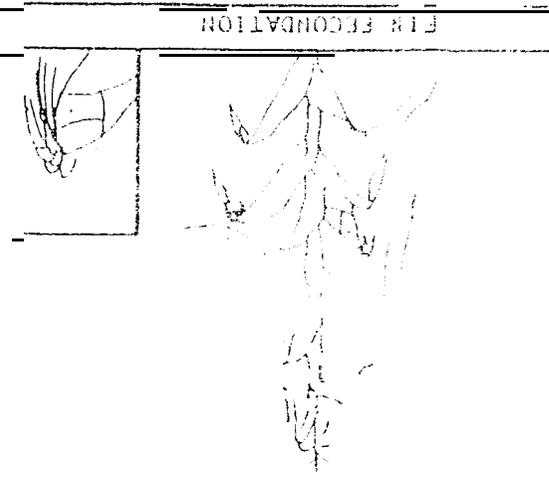
EPILATION



GRAIN

LAITEUX

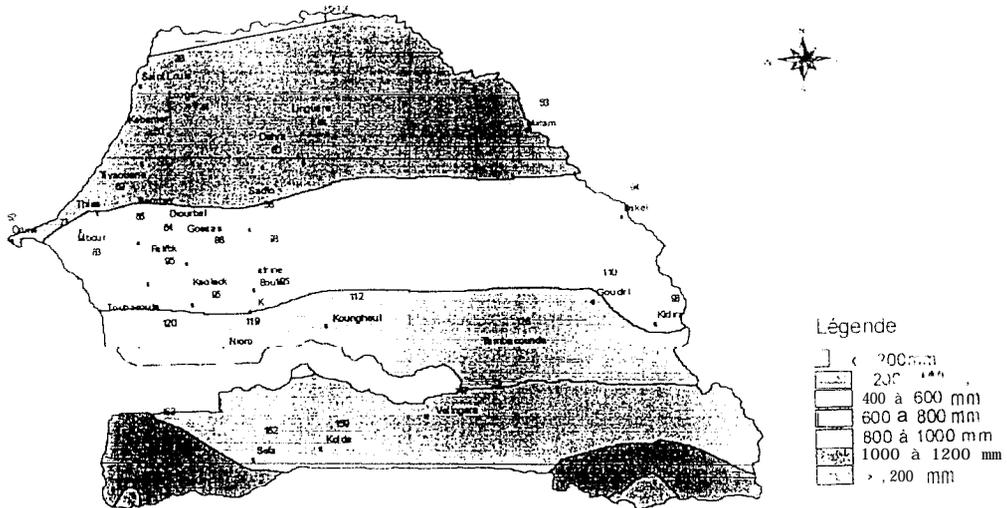
+ 19:3

<p>des d'écoulement à l'écrasement, l'aridon est sous forme pâteuse. Le grain est entre 50 et 75 %</p> <p>CRAIN PATEUX</p>	<p>Petitement rayé à l'ongle, le grain a une teneur en eau inférieure à 60 %.</p> <p>CRAIN VITREUX</p>	<p>Dessechement plus ou moins rapide des spathes et de l'ensemble de la plante.</p> <p>DESSICATION PLANTE</p>
		
<p>Le grain est dur et cassant, il contient du pollen.</p> <p>FLORAISSON MALE</p>	<p>Le grain est dur et cassant, il ne contient pas de pollen.</p> <p>FLORAISSON FEMELLE</p>	<p>Le grain est dur et cassant, il ne contient pas de pollen.</p> <p>FIR FÉCONDATION</p>
		

Pluviométrie de la période humide 1950-1965



Pluviométrie de la période sèche 1970-1995



Carte 2 : Evolution de la pluviosité au Sénégal entre 1950 et 1995.



## ANNEXE

TABLEAU N°1 <sup>b</sup> LES 10 MEILLEURES VARIETES EN FONTION DU RENDEMENT  
MOSAVI F sous irrigation complète

NO.	TRAIT	NBPL	FM50	FF50	FF-FM	HMP	HEPI	VERS	CAS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	STRI	RDT15	ISCV	PROL
52	52	14	65	67	2	188	95	0	0	1.3	1.81	14	15	1.6	21.2	1.0	5683	90	1.2
18	18	14	66	67	1	193	95	1	0	1.5	2.0	14	14	1.3	23.9	1.0	5646	92	1.2
81	81	14	63	65	2	198	108	0	0	1.8	2.3	14	18	1.3	24.6	1.0	5520	91	1.5
10	10	14	64	66	2	180	80	0	0	2.0	1.8	13	17	1.8	25.3	1.0	5320	93	1.4
27	27	14	64	66	2	193	105	0	0	1.5	1.3	14	15	1.3	24.4	1.0	5240	88	1.3
59	59	14	63	65	2	190	95	0	0	1.8	1.3	14	15	1.5	24.8	1.0	5233	90	1.3
45	45	14	59	61	2	173	90	0	0	1.3	2.0	14	16	1.5	20.7	1.0	5199	87	1.3
11	11	14	65	67	2	200	110	0	0	2.0	1.8	14	20	2.0	24.4	1.0	5085	88	1.6
44	44	14	62	64	2	160	83	2	0	1.8	2.5	14	21	2.5	23.3	1.3	5082	94	1.7
32	32	14	63	65	2	178	98	0	0	1.5	1.31	14	17	2.0	22.1	1.0	5070	89	1.41

ANNEXE

RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES

TABLEAU N° 16 SOUS IRRIGATION COMPLETE  
MOSAVIF

NO.	TRAIT	NBPL	FF50	FM50	FM-FF	HMP	HEPI	VERS	CASS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	STRI	RDT15	PROL	ISCV
28	28	14	61	62	1	150	68	0	1	1.3	2.3	14	16	2.3	23.2	1.0	4759	1.3	1,00
<b>29</b>	29	14	<b>61</b>	62	1	165	88	1	0	1.8	2.5	14	17	2.3	21.3	1.8	4406	1.4	1,00
78	78	14	63	65	2	175	93	1	1	1.8	2.0	14	15	1.5	23.3	1.0	4396	1.2	1,00
23	23	24	64	66	2	180	98	2	1	2.5	2.5	14	16	2.0	23.1	1.3	4372	1.3	1,00
<b>58</b>	58	14	62	64	2	165	70	0	0	1.5	3.0	14	15	2.3	23.3	1.0	3979	1.3	1,00
<b>95</b>	95	14	64	65	1	163	83	1	0	1.8	2.3	14	18	2.5	24.3	1.3	3965	1.5	1,00
36	36	14	61	63	2	178	95	0	1	1.0	2.0	14	15	2.3	21.7	1.3	3920	1.2	1,00
61	61	14	63	65	2	180	105	1	0	1.8	1.5	14	14	1.8	22.0	1.0	3786	1.2	1,00
87	87	14	65	66	1	170	88	0	0	2.5	2.8	13	13	3.0	20.3	1.3	3528	1.0	1,00
24	24	14	62	63	1	180	85	5	1	2.0	3.0	14	14	2.3	22.0	1.3	3442	1.2	1,00
<b>79</b>	79	14	63	64	1	160	68	2	0	2.0	2.8	14	15	2.8	21.5	1.0	3272	1.2	1,00
62	62	13	61	63	2	163	93	3	1	2.5	3.5	<b>11</b>	13	3.0	22.7	1.0	3223	1.0	1,00
<b>93</b>	93	14	65	66	1	183	88	2	0	1.8	2.5	13	16	2.0	23.5	1.0	2952	1.3	1,00
25	25	14	67	68	1	200	95	2	0	2.0	2.3	14	16	2.8	26.6	1.0	4026	1.3	0,95
7	7	14	64	66	2	200	115	0	0	1.5	1.3	14	16	1.8	24.3	1.0	4771	1.3	0,95
<b>49</b>	49	14	64	66	2	178	98	0	0	1.8	1.5	14	14	1.8	25.2	1.0	4672	1.2	0,95
<b>90</b>	90	13	62	63	1	168	95	0	0	1.8	1.3	<b>13</b>	14	3.0	23.7	1.0	3709	1.2	0,95
<b>97</b>	97	14	65	68	3	193	98	0	0	2.0	2.0	13	16	1.8	25.5	1.0	4598	1.3	0,95
85	85	14	60	63	3	180	95	3	1	2.8	3.0	14	26	2.0	20.0	1.0	4977	2.1	0,95
53	53	13	63	64	1	173	95	0	0	1.5	2.3	12	14	1.8	21.0	1.0	4430	1.1	0,95
13	13	14	63	65	2	193	90	0	0	1.3	1.0	14	18	1.5	23.7	1.0	4319	1.5	0,94
44	44	14	62	64	2	160	83	2	0	1.8	2.5	14	21	2.5	23.3	1.3	5082	1.7	0,94
63	63	14	63	65	2	178	90	0	0	1.5	2.0	14	14	1.5	23.0	1.0	4167	1.1	0,94
88	88	11	67	66	-1	198	103	1	0	2.3	2.3	<b>10</b>	18	2.3	21.7	1.0	4175	1.5	0,94
64	64	14	63	64	1	188	110	0	0	2.3	2.3	12	16	1.8	21.9	1.0	3864	1.3	0,94
8	8	13	63	65	2	178	95	2	0	1.8	1.5	14	15	1.8	20.6	1.0	4548	1.3	0,94
67	67	14	67	68	1	175	90	0	0	1.8	2.3	13	15	2.8	20.8	1.3	3842	1.3	0,93
<b>54</b>	54	14	63	65	2	175	93	0	1	2.0	2.3	13	17	1.8	26.3	1.0	4253	1.4	0,93
<b>10</b>	10	14	64	66	2	180	80	0	0	2.0	1.8	13	17	1.8	25.3	1.0	5320	1.4	0,93
55	55	14	61	63	2	153	83	2	0	2.0	3.3	14	18	3.5	21.5	1.0	3149	1.5	0,92
<b>43</b>	43	14	62	<b>64</b>	2	180	88	5	1	1.5	2.5	14	17	2.3	21.8	1.0	4419	1.4	0,92
<b>86</b>	86	<b>14</b>	<b>63</b>	64	1	170	83	1	1	2.3	1.8	14	20	2.3	24.0	1.0	4347	1.6	0,92
18	18	<b>14</b>	<b>66</b>	67	1	193	95	1	0	1.5	2.0	14	14	1.3	23.9	1.0	5646	1.2	<b>0,921</b>

## ANNEXE N°16

## RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES

48	48	14	64	65	1	185	108	1	0	2.0	2.0	14	18	2.0	23.5	1.0	4749	15	0.92
26	26	14	64	65	1	190	105	1	0	1.5	1.5	14	17	2.0	28.0	1.0	4776	1.4	0,92
81	81	14	63	65	2	198	108	0	0	1.8	2.3	14	18	1.3	24.6	1.0	5520	1.5	0,91
100	100	14	64	66	2	190	100	1	0	2.3	2.0	14	18	2.8	22.0	1.0	4875	1.5	0,91
42	42	13	65	67	2	180	95	0	0	1.8	1.8	13	16	2.3	22.4	1.0	3163	1.3	0,91
92	92	14	65	67	2	190	100	1	1	1.5	1.8	14	16	1.8	22.5	1.0	4215	1.3	0,91
6	6	14	67	69	2	163	78	1	0	2.3	2.5	14	15	2.5	24.5	1.3	3800	1.2	0,91
20	20	14	62	64	2	173	90	2	1	1.8	3.3	14	15	3.0	19.5	1.0	2835	1.2	0,90
59	59	14	63	65	2	190	95	0	0	1.8	1.3	14	15	1.5	24.8	1.0	5233	1.3	0,90
1	1	14	66	68	2	173	88	1	0	1.8	3.0	13	11	3.8	23.7	1.0	2387	0.9	0,90
52	52	14	65	67	2	188	95	0	0	1.3	1.8	14	15	1.0	21.2	1.0	5683	1.2	0,90
99	99	14	65	66	1	185	98	0	0	1.3	1.3	14	15	1.5	26.5	1.0	5027	1.3	0,90
46	46	14	64	65	1	200	105	0	0	1.3	1.5	14	14	1.5	23.3	1.0	3895	1.2	0,90
71	71	14	64	66	2	190	118	0	0	2.0	2.0	13	18	1.8	24.4	1.0	4214	1.5	0,90
40	40	14	64	66	2	145	65	0	1	2.5	2.5	14	14	2.0	26.7	1.3	3418	1.2	0,90
32	32	14	63	65	2	178	98	0	0	1.5	1.3	14	17	2.0	22.1	1.0	5070	1.4	0,89
15	15	14	63	65	2	173	88	4	1	2.3	4.0	14	13	2.8	22.0	1.0	3031	1.1	0,89
41	41	14	64	66	2	160	88	1	0	2.0	2.5	14	14	2.5	24.7	1.0	3140	1.1	0,89
80	80	14	65	67	2	140	65	1	0	2.5	3.3	11	11	3.3	24.3	1.0	2372	0.9	0,88
il	II	14	65	67	2	200	110	0	0	2.0	1.8	14	20	2.0	24.4	1.0	5085	1.6	0,88
27	27	14	64	66	2	193	105	0	0	1.5	1.3	14	15	1.3	24.4	1.0	5240	1.3	0,88
30	30	14	64	66	2	158	75	1	1	1.8	2.8	14	16	1.8	25.5	1.0	4099	1.3	0,88
51	51	14	63	65	2	150	70	0	0	1.8	3.0	13	12	2.8	23.1	1.3	3355	1.0	0,88
47	47	14	63	65	2	168	85	1	0	1.8	2.5	14	15	2.0	23.7	1.0	4280	1.2	0,88
3	3	13	63	64	1	183	90	0	0	1.5	2.3	13	17	2.3	24.0	1.0	4962	1.4	0,88
22	22	14	65	67	2	168	83	0	0	1.8	2.5	14	17	2.3	24.1	1.3	3536	1.4	0,87
45	45	14	59	61	2	173	90	0	0	1.3	2.0	14	16	1.5	20.7	1.0	5199	1.3	0,87
38	38	14	65	67	2	193	110	1	0	2.0	2.0	13	15	1.8	25.0	1.0	4449	1.3	0,87
83	83	14	64	65	1	185	95	2	0	2.8	2.3	13	17	2.5	22.0	1.0	4225	1.4	0,87
82	82	14	62	64	2	155	83	2	0	1.5	2.5	13	14	2.0	22.2	1.0	3741	1.2	0,86
77	77	14	66	68	2	190	100	1	0	2.0	1.8	14	15	2.0	26.5	1.0	4548	1.3	0,86
19	19	14	63	65	2	163	88	0	0	2.0	2.8	14	14	2.8	23.9	1.0	3413	1.2	0,86
68	68	14	60	61	1	183	100	0	1	2.0	2.5	14	14	2.5	23.7	1.0	3548	1.2	0,86
66	66	14	64	66	2	163	88	0	0	1.3	2.5	14	14	2.3	23.8	1.0	3871	1.1	0,86
31	31	14	63	65	2	168	83	1	1	1.8	2.0	13	17	1.8	23.8	1.0	3658	1.4	0,86
35	35	14	64	65	1	170	85	0	0	1.8	1.8	14	14	2.0	23.8	1.0	3975	1.2	0,861

**ANNEXE N°16**

**RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES**

	57	14	64	65	1	173	93	1	0	2.0	2.3	14	15	2.3	22.3	1.0	4047	1.2	0.85
<b>53</b>	73	14	65	66	1	163	88	0	0	1.5	2.3	14	14	2.8	23.9	1.0	3413	1.2	0.85
89	89	14	63	65	2	150	80	0	0	1.8	2.8	14	15	2.5	23.7	1.0	3422	1.2	0.85
12	12	14	62	64	2	150	65	0	0	2.0	2.3	14	14	3.5	19.6	1.0	2488	1.2	0.84
2	2	14	63	64	1	165	70	1	0	1.0	2.8	14	14	1.5	24.0	1.0	4012	1.2	0.84
76	76	14	63	64	1	170	88	0	1	2.5	2.0	14	18	2.5	27.2	1.0	3665	1.5	0.84
74	74	12	65	67	2	153	68	0	0	2.8	2.8	10	14	2.3	24.0	1.0	3076	1.1	0.82
16	16	14	66	68	2	158	80	0	0	2.0	2.5	13	13	1.8	23.0	1.0	2588	1.1	0.82
69	69	14	64	65	1	193	98	0	0	1.8	1.0	14	19	2.0	22.6	1.0	4794	1.5	0.81
5	5	13	66	67	1	178	88	1	0	1.8	2.5	13	16	2.0	27.0	1.0	4129	1.3	0.81
14	14	13	64	65	1	155	78	0	0	2.5	3.0	14	14	2.8	23.8	1.0	3454	1.2	0.80
96	96	14	64	65	1	180	90	1	0	1.5	2.3	14	13	1.8	24.5	1.0	4029	1.1	0.79
60	60	14	61	62	1	198	110	3	0	1.3	2.0	14	15	1.5	23.8	1.0	4975	1.2	0.79
98	98	14	66	67	1	195	105	0	0	2.0	1.8	13	16	2.8	24.7	1.0	3935	1.3	0.79
65	65	14	65	67	2	188	95	0	0	1.5	1.0	13	16	2.0	26.4	1.0	3919	1.3	0.78
33	33	14	66	68	2	165	85	2	0	2.0	2.8	13	14	2.5	23.0	1.0	3050	1.1	0.77
37	37	12	66	67	1	178	93	0	0	1.8	1.8	12	13	1.8	23.5	1.0	3857	1.0	0.77
75	75	14	62	64	2	173	73	1	0	1.5	2.0	13	16	2.3	24.6	1.0	4818	1.3	0.76
39	39	14	66	68	2	185	90	0	0	1.5	1.5	14	14	1.5	26.6	1.0	3774	1.1	0.76
84	84	14	64	66	2	175	98	2	1	1.5	2.3	14	14	1.3	22.8	1.0	4249	1.1	0.76
91	91	13	61	62	1	178	105	2	0	1.5	2.3	14	18	2.3	22.9	1.0	4412	1.5	0.75
9	9	14	65	66	1	193	93	0	0	1.8	1.8	13	14	2.0	24.8	1.3	3815	1.1	0.75
17	17	14	65	66	1	148	68	2	0	2.3	3.3	14	14	3.0	21.7	1.0	2647	1.1	0.74
56	56	13	63	65	2	165	90	0	0	2.0	2.3	13	15	1.5	27.2	1.0	4202	1.2	0.73
72	72	13	64	65	1	143	68	3	0	2.8	4.0	13	12	3.8	21.4	1.0	1877	1.0	0.65
21	21	14	62	63	1	155	85	1	0	2.0	3.5	12	10	3.5	17.9	1.3	2224	0.8	0.65
70	70	14	65	65	0	178	95	0	0	2.3	2.3	14	17	2.0	25.9	1.0	4427	1.4	0.64
34	34	13	64	66	2	145	85	6	0	2.3	4.0	12	12	3.8	26.0	1.0	2018	1.0	0.61
103	103	13	49	51	2	153	83	1	0	2.8	3.3	13	15	3.8	13.0	1.0	2305	1.2	0.56
4	4	14	68	70	2	190	85	0	0	1.5	3.3	14	13	2.0	23.3	1.0	2007	1.1	0.55
50	50	14	64	65	1	165	88	0	0	1.5	2.5	14	16	2.3	23.7	1.3	3877	1.3	0.55
102	102	14	50	52	2	133	50	4	0	3.3	3.3	12	9	4.0	13.4	1.0	1187	0.8	0.44
101	101	14	49	51	2	180	63	0	4	3.0	3.3	13	9	4.0	13.6	1.0	1225	0.8	0.20
94	94	13	65	66	1	143	63	0	0	2.8	3.3	13	11	4.3	20.8	1.3	1124	0.9	0.08

SCV = RDT(F)-RDT(S)/RDT(F)

PROLIFICITE=NBRE EPIS/NBRE DE PLANTS RECOLTES

## ANNEXE

TABLEAU N° 2

Les 10 meilleures variétés en fonction du rendement sous stress hydrique à partir de la floraison

MOSAVIS																	
NO.	TRAIT	NBPL	FF50	FM50	FM-FF	HMP	HEPI	VERS	CASS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	RDT15	PROL
50	50	14	63	65	2	170	83	3	2	2.0	3.3	14	17	2.5	20	1740	1.2
70	70	14	61	63	2	145	85	0	0	2.3	2.3	11	12	2.8	22	1573	1.2
75	75	14	64	66	2	153	83	5	0	2.3	3.8	14	10	3.0	20	1154	0.8
56	56	14	68	69	1	158	65	0	0	2.0	3.5	14	15	3.0	24	1137	1.0
91	91	12	69	70	1	155	83	4	2	2.0	3.5	12	13	5.0	18	1093	1.2
84	84	14	66	67	1	128	50	4	2	2.3	3.5	13	14	4.0	18	1041	1.1
94	94	12	70	72	2	160	90	0	0	2.0	3.0	11	9	4.0	17	1036	0.8
60	60	14	69	71	2	175	85	2	0	2.3	2.5	14	17	4.5	20	1026	1.2
103	103	12	49	50	1	140	68	3	0	2.3	4.3	<b>10</b>	8	4.0	14	1016	0.8
101	101	14	49	51	2	140	63	2	0	2.3	3.8	12	<b>11</b>	3.5	11	982	0.9

**ANNEXE****RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES**

TABLEAU N° 2 sous stress hydrique à partir de la floraison

MOSAVIS

NO.	TRAIT	NBPL	FF50	FM50	FM-FF	HMP	HEPI	VERS	CASS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	RDT15	PROL
28	28	14	71	73	2	165	110	5	3	2.0	38	12	3	5.0	0	0.2	
29	29	11	70	72	2	155	105	2	0	4.5	11	0					
78	78	14	65	68	3	158	80	9	0	2.5	4.0	13	0				
23	23	14	66	68	2	143	73	2	1	2.0	4.0	11	6	50	0	0.5	
58	58	14	69	70	1	145	73	4	2	2.5	4.3	13	4	4.0	0	0.3	
95	95	12	69	71	2	148	85	1	0	3.0	3.5	11	5	5.0	0	0.5	
36	36	14	69	70	1	125	63	1	0	3.0	3.8	12	4	5.0	0	0.3	
61	61	13	70	72	2	130	63	6	1	2.5	5.0	11	0				
87	87	13	70	72	2	110	45	7	0	5.0	12	0					
24	24	13	70	71	1	120	50	4	0	3.0	4.5	11	0				
79	79	13	66	68	2	150	70	9	2	3.0	4.5	11	3	5.0	0	0.3	
62	62	14	7	0	-7	5.0	10	0									
93	93	12	72	74	2	145	75	1	1	3.5	4.0	11	0				
25	25	13	65	66	1	113	48	3	0	3.5	4.0	13	4	5.0	7	199	0.3
7	7	14	61	63	2	125	65	6	0	2.0	5.0	8	4	4.0	9	242	0.5
49	49	12	71	73	2	155	88	1	2	3.0	4.0	12	3	4.0	11	238	0.3
99	90	14	64	66	2	230	75	6	0	3.0	3.5	10	6	5.0	9	195	0.6
97	97	14	70	72	2	165	68	0	0	2.0	3.3	13	7	5.0	9	242	0.6
85	85	14	66	69	3	143	80	3	1	2.5	4.0	14	7	4.0	15	272	0.5
53	53	14	71	73	2	153	78	5	0	3.5	38	12	7	5.0	9	242	0.5
13	13	14	67	68	1	145	75	8	0	2.5	4.5	12	8	5.0	9	242	0.7
44	44	13	62	64	2	123	60	1	1	2.5	4.5	11	16	5.0	7	300	1.3
63	63	12	68	71	3	148	63	5	1	1.5	3.8	13	5	5.0	23	248	0.4
88	88	12	64	65	1	133	65	4	0	2.3	4.8	11	4	4.5	7	249	0.3
64	64	13	66	68	2	123	53	1	0	2.5	4.5	12	5	5.0	9	243	0.5
8	8	11	68	70	2	135	65	0	0	2.0	4.0	10	5	5.0	8	294	0.5
67	67	7	70	72	2	130	55	1	0	3.0	3.5	9	2	4.0	6	251	0.2
54	54	12	63	64	1	123	53	4	0	2.3	3.8	11	7	5.0	12	282	0.7
10	10	12	66	68	2	138	68	3	1	1.5	45	12	9	4.0	18	396	0.8
55	55	14	62	63	1	118	60	4	2	2.8	45	13	7	5.0	10	241	0.5
43	43,	14	69	71	2	120	60	4	2	2.5	4.0	11	6	4.0	20	343	0.5
86	86	14	68	69	1	138	55	5	1	1.5	5.0	13	10	40	19	345	0.8
18	18	14	65	67	2	118	43	11	0	1.5	5.0	12	11	30	15	456	0.9

**ANNEXE N°2**

**RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES**

48	48	13	64	66	2	128	63	7	0	2.0	3.8	13	13	4.0	17	397	0.9
26	26	13	67	72	5	128	58	0	1	2.0	4.0	12	10	5.0	24	405	0.9
81	81	13	65	67	2	145	75	3	0	3.0	3.3	11	6	5.0	10	480	0.9
<b>100</b>	<b>100</b>	13	67	69	2	125	58	2	0	2.0	4.0	11	10	5.0	19	432	0.9
42	42	13	60	63	3	123	60	4	1	1.8	4.8	12	10	4.0	11	285	0.8
92	92	14	64	65	1	105	65	1	0	2.0	4.5	11	10	4.0	21	381	0.9
6	6	14	71	73	2	155	75	2	0	3.5	4.3	13	10	5.0	25	361	0.7
20	20	14	67	68	1	128	53	9	0	1.8	5.0	10	8	5.0	15	273	0.9
59	59	14	64	65	1	125	45	1	0	3.0	4.0	12	13	3.0	21	508	1.1
1	1	13	68	70	2	133	75	2	0	3.5	4.5	12	12	5.0	13	232	0.9
52	52	13	62	64	2	153	70	10	2	1.8	5.0	13	6	4.5	14	553	0.5
99	99	13	66	67	1	148	68	6	1	1.8	4.5	11	6	4.0	16	493	0.6
46	46	14	66	68	2	140	60	7	1	2.0	5.0	13	11	3.5	17	397	0.9
71	71	14	64	66	2	160	75	2	0	2.0	2.0	14	14	3.0	19	434	1.0
40	40	13	65	67	2	138	53	7	0	2.0	4.5	11	9	4.5	16	358	0.9
32	32	11	69	71	2	140	68	1	0	2.3	3.5	11	7	4.5	11	562	0.7
15	15	14	69	70	1	125	60	1	1	2.0	4.8	14	13	4.0	21	340	0.9
41	41	14	62	64	2	130	63	11	0	2.5	4.8	12	9	3.5	16	358	0.7
80	80	12	69	71	2	160	95	2	0	3.0	4.5	12	9	5.0	15	273	0.8
11	11	13	67	68	1	160	75	5	0	2.0	3.3	13	11	5.0	21	589	0.3
27	27	12	67	69	2	120	63	0	0	3.0	3.5	12	14	4.0	22	622	1.0
30	30	13	68	70	2	125	68	1	1	3.0	4.3	12	14	4.0	24	490	1.1
51	51	13	62	63	1	145	70	4	2	2.0	4.0	11	9	4.5	17	402	0.8
47	47	14	64	66	2	153	65	2	2	1.5	3.5	13	11	5.0	19	516	0.8
3	3	9	63	65	2	123	48	0	0	2.5	4.5	9	9	4.5	11	606	1.0
22	22	14	69	70	1	125	68	10	0	2.0	5.0	13	14	4.0	16	447	1.0
45	45	14	67	70	3	135	58	4	1	1.8	4.3	13	9	4.5	16	661	0.7
38	38	13	69	72	3	160	100	3	0	2.5	3.5	11	13	5.0	24	568	1.2
83	83	14	62	64	2	148	75	9	0	2.0	4.5	13	9	4.0	14	545	0.7
82	82	13	68	71	3	138	68	2	2	2.8	3.5	12	10	4.0	21	509	0.8
77	77	14	61	64	3	120	58	8	2	2.5	4.5	11	10	4.5	17	619	0.9
19	19	14	66	63	-3	135	50	3	0	2.5	4.0	14	13	4.0	21	465	0.9
68	68	14	67	69	2	123	60	5	0	1.5	4.3	12	6	4.0	24	488	0.5
66	66	12	64	65	1	150	80	4	0	3.5	3.3	10	15	3.0	16	540	1.5
31	31	14	63	64	1	130	70	5	1	2.8	4.5	13	11	4.5	19	516	1.0
35	35	13	61	63	2	113	58	2	1	2.5	4.0	12	6	4.5	19	566	0.5

ANNEXE N°2

**RESULTATS MOYENS DES DEUX ESSAIS SOUS DEUX REGIMES HYDRIQUES**

57	57	13	64	65	1	133	58	3	1	2.5	4.0	11	9	4.0	13	595	0.8
73	73	14	66	68	2	153	78	3	0	3.0	4.8	10	7	5.0	14	504	0.6
89	89	11	65	66	1	158	68	4	1	1.8	2.5	13	7	3.8	19	510	0.5
12	12	13	70	72	2	160	80	1	0	3.0	2.5	13	10	3.0	20	387	0.8
2	2	14	66	67	1	118	55	3	0	2.5	3.5	12	13	3.0	26	635	1.1
76	76	13	64	65	1	140	75	2	0	2.0	4.0	13	7	4.0	22	585	0.5
74	74	14	70	71	1	170	90	0	0	3.0	2.5	11	15	5.0	12	563	1.4
16	16	14	70	72	2	138	58	3	0	1.8	3.5	13	8	4.5	25	478	0.6
69	69	14	70	72	2	158	78	1	0	2.0	2.8	14	16	4.5	27	891	1.1
5	5	14	71	73	2	165	75	3	0	2.3	4.0	13	9	4.0	22	792	0.7
14	14	14	63	65	2	120	55	5	0	2.5	4.0	14	12	4.5	13	695	0.6
96	96	13	63	65	2	128	58	2	1	2.5	3.5	12	9	4.5	17	a30	0.7
60	60	14	69	71	2	175	85	2	0	2.3	2.5	14	17	4.5	20	1026	1.2
98	98	14	64	66	2	130	70	3	0	1.5	2.5	13	15	3.0	22	836	1.2
65	65	12	65	66	1	150	78	1	0	2.0	3.3	9	7	3.0	28	880	1.1
33	33	14	67	69	2	163	90	4	1	2.0	3.0	13	9	4.0	18	703	0.7
37	37	13	62	64	2	140	73	5	1	2.3	4.0	14	13	4.5	16	a95	0.9
75	75	14	64	66	2	153	83	5	0	2.3	3.8	14	10	3.0	20	1154	0.8
39	39	13	65	66	1	160	78	7	2	2.3	4.5	12	12	3.5	14	908	1.1
84	84	14	66	67	1	128	50	4	2	2.3	3.5	13	14	4.0	18	1041	1.1
91	91	12	69	70	1	155	83	4	2	2.0	3.5	12	13	5.0	18	1093	1.2
9	9	12	67	69	2	143	58	4	0	2.0	4.0	12	20	3.0	25	956	0.8
17	17	14	70	72	2	140	58	4	4	2.5	4.0	12	11	4.5	13	699	0
56	56	14	68	69	1	158	65	0	0	2.0	3.5	14	15	3.0	24	1137	1.0
72	72	13	68	70	2	145	65	4	1	3.0	4.3	9	7	4.0	14	662	0.8
21	21	13	69	71	2	155	68	3	2	3.0	3.5	14	15	4.0	27	785	1.1
70	70	14	61	63	2	145	85	0	0	2.3	2.3	11	12	2.8	22	1573	1.2
34	34	12	67	69	2	135	65	2	4	2.8	4.3	10	9	4.0	15	781	0.9
103	103	12	49	50	1	140	68	3	0	2.3	4.3	10	8	4.0	14	1016	0.8
4	4	13	69	71	2	148	63	3	1	2.5	3.8	12	13	5.0	12	895	1.1
50	50	14	63	65	2	170	83	3	2	2.0	3.3	14	17	2.5	20	1740	1.2
102	102	14	48	49	1	138	63	3	1	2.3	4.0	14	14	3.0	11	668	1.0
101	101	14	49	51	2	140	63	2	0	2.3	3.8	12	11	3.5	11	982	0.9
94	94	12	70	72	2	160	90	0	0	2.0	3.0	11	9	4.0	17	1036	0.8

## ANNEXE

TABLEAU N°3 LES 10 MEILLEURES VARIETES EN FONCTION DU RENDEMENT ET DE L'INDICE DE SEVERITE

MOSAVIF		NO.	T R A T	NBPL	FM50	FF50	FF-FM	HMP	HEPI	VERS	CAS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	STRI	RDT15	ISCV	P R O L
21	21	14	62	63	1	155	85	1	0	2.0	3.51	12	10	3.5	17.9	1.3	2224	65	0.8		
72	72	13	64	65	1	143	68	3	0	2.8	4.0	13	12	3.8	21.4	1.0	1877	65	1.0		
70	70	14	65	65	0	178	95	0	0	2.3	2.3	14	17	2.0	25.9	1.0	4427	64	1.4		
34	34	13	64	66	2	145	85	6	0	2.3	4.0	12	12	3.8	26.0	1.0	2018	61	1.0		
103	103	13	49	51	2	153	83	1	0	2.8	3.3	13	15	3.8	13.0	1.0	2305	56	1.2		
50	50	14	64	65	1	165	88	0	0	1.5	2.5	14	16	2.3	23.7	1.3	3877	55	1.3		
4	4	14	68	70	2	190	85	0	0	1.5	3.3	14	13	2.0	23.3	1.0	2007	55	1.1		
102	102	14	50	52	2	133	50	4	0	3.3	3.3	12	9	4.0	13.4	1.0	1187	44	0.8		
101	101	14	49	51	2	180	63	0	4	3.0	3.3	13	9	4.0	13.6	1.0	1225	20	0.8		
94	94	13	65	66	1	143	63	0	0	2.8	3.31	13	11	4.3	20.8	1.3	1124	8	0.9'		

TABLEAU N°4 LES 10 MEILLEURES VARIETES EN FONCTION DU RENDEMENT ET DE L'INDICE DE SEVERITE

MOSAVIS		NO.]	TRAIT	NBPL	FM50	FF50	FF-FM	HMP	HEPI	VERS	CAS	COEP	ASPL	NBPR	NEPR	ASEP	HUM	STRI	R D T 1 5
21	21	13	69	71	2	155	68	3	2	3.0	3.51	14	15	4.0	27	785	1.1		
72	72	13	68	70	2	145	65	4	1	3.0	4.3	9	7	4.0	14	662	0.8		
70	70	14	61	63	2	145	85	0	0	2.3	2.3	11	12	2.8	22	1573	1.2		
34	34	12	67	69	2	135	65	2	4	2.8	4.3	10	9	4.0	15	781	0.9		
103	103	12	49	50	1	140	68	3	0	2.3	4.3	10	8	4.0	14	1016	0.8		
50	50	14	63	65	2	170	83	3	2	2.0	3.3	14	17	2.5	20	1740	1.2		
4	4	13	69	71	2	148	63	3	1	2.5	3.8	12	13	5.0	12	895	1.1		
102	102	14	48	49	1	138	63	3	1	2.3	4.0	14	14	3.0	11	668	1.0		
101	101	14	49	51	2	140	63	2	0	2.3	3.8	12	11	3.5	11	982	0.9		
94	94	12	70	72	2	160	90	0	0	2.0	3.0	11	9	4.0	17	1036	0.8		

SAVANNA INBRED TRIAL UNDER DROUGHT

-- Randomization Table --

FOR A9926

Tableau N° 6

REP1	REP2	ENTRY	VARIETY	SOURCE
1072	2064	1	AGSEEDS CAM-362-1-I	99IBA-10624
1049	2026	2	AGSEEDS CAM-460-I-I	99IBA-10625
1010	2075	3	(9071xBabamgoyo)-6-1	99IBA-10629
1082	2062	4	(KU1403x1368)-7-2-1	99IBA-10632
1039	2028	5	(KU1403x1368)-8-1-1	99IBA-10633
1057	2053	6	(9071x9450 STR)BC2-1-1-2	99IBA-10634
1061	2031	7	EV8749-SR-25-1	99IBA-10635
1070	2071	8	TUX-DT-STR-11-3-2-1-B	99IBA-10638
1056	2083	9	(9071xBabamgoyo)-4-3-1-B	99IBA-10640
1053	2093	10	(9071xBabamgoyo)-3-1-B	99IBA-10641
1089	2022	11	(9071x9450 STR)BC2-1-1-3-1-B	99IBA-10644
1065	2001	12	(9071x9450 STR)BC2-8-1-1-1-B	99IBA-10645
1098	2017	13	(9071x9450 STR)BC2-9-1-2-1-B	99IBA-10646
1032	2068	14	(9072x9450 STR)-3-2-1-2-B	99IBA-10648
1071	2035	15	(1368 STRx4001)-8-3-2-2-B	99IBA-10651
1075	2004	16	(KU1403x1368)-4-1-1-1-B	99IBA-10653
1005	2005	17	(KU1403x1368)-4-4-1-1-B	99IBA-10654
1048	2016	18	(KU1403x1368 STR)-4-2-1-1-B	99IBA-10656
11091	2037	19	(KU1403x1368 STR)-4-2-2-1-B	99IBA-10657
1040	2078	20	(KU1403x1368 STR)-4-1-B	99IBA-10658
1027	2060	21	(KU1403x1368)BC2-7-4-1-1-B	99IBA-10659
1047	2056	22	(KU1414SR/SRx1368 STR)-1-2-B	99IBA-10661
1031	2038	23	((ATPSRxKU1414SR/SR)xATP SR)-2-4-1-	99IBA-10664
1043	2096	24	((ATPSRxKU1414SR/SR)xATP SR)-3-4-2-	99IBA-10665
1087	2052	25	UCA-SR BC4-2-5-1-1-B	99IBA-10667
1058	2013	26	AGSEEDS CAM-446-1-1-2-B	99IBA-10670
1078	2014	27	(CIM116xTZMi 302)BC2-7-2-1-2-B	99IBA-10673
1022	2070	28	(CIM116xTZMi 302xCIM 116)-1-1-B	99IBA-10674
1050	2076	29	(CIM116xTZMi 302xCIM 116)-2-2-B	99IBA-10676
1006	2085	30	(CIM118xTZMi 302)xCIM 118)-1-3-B	99IBA-10677
1020	2079	31	(CIM118xTZMi 302)xCIM 1.18)-2-1-B	99IBA-10678
1093	2097	32	(MMB90xTZMi 302)xMMB90)-2-1-B	99IBA-10679
1007	2055	33	(MMB90xTZMi 302xMMB90(Y))-2-1-B	99IBA-10680
1002	2065	34	(MMB90xTZMi 302xMMB90(W))-2-3-B	99IBA-10681
1083	2092	35	((TZMSR-WxKU1414SR/SR)xTZMSR-W)-6-7	99IBA-10683
1073	2094	36	(407xKu1414SR/SRx407)-3-4-1-1-B	99IBA-10686
1095	2007	37	(TZM1501xKU1414x501)-1-4-3-1-B	99IBA-10687
1068	2011	38	(102xKU1414SR/SR)x102 1-2-1-2-B	99IBA-10688
1019	2029	39	(9071x9450 STR)-3-2-2-1-B	99IBA-10690
1055	2003	40	(KU1403x1368)-7-2-1-1-B	99IBA-10691
1012	2069	41	Obantapa-33-5-1-B	99IBA-10694
1074	2044	42	EV-8749-SR-25-1-1-B	99IBA-10695
1003	2095	43	9071x9450 STR BC2 I-I 3-1-B	99IBA-10697
1045	2006	44	Obantapa-23-2-1-B	99IBA-10698
1016	2089	45	S.A. Pub Lines 36-2-2-2-B	99IBA-10701
1081	2032	46	TS6 C3 F2-11-1-1-B	99IBA-10702
1046	2086	47	((ATP SRxKU1414SR/SR)xATP SR)-2-4-5	99IBA-1005
1038	2018	48	CIM116xTZMi302xCIM 116-2-1-B	99IBA-1010
1096	2087	49	(CIM116xTZMi 302xCIM 116)-2-1-B	99IBA-1021
1017	2059	50	(9071x9450 STR)BC2-9-1-1-1-B	99IBA-1022

# Tableau n°6

1021	2040	51	POOL 26 Sequia C3F2-11-2-1-B	99IBA-1023
1029	2030	52	POOL 26 Sequia C3F2-13-1-1-B	99IBA-1039
1044	2046	53	9071x9450 STR BC2 8-I-I-B	99IBA-1042
1034	2048	54	PIONEER SEEDS-26-4-2-I -B	99IBA-1043
1023	2100	55	PIONEER SEEDS-2-2-2-I -B	99IBA-1064
1014	2,349	56	(9071x9450 STR)BC2-1-1-4-1 -B	99IBA-2012
1035	2008	57	CIM1 18xTZMi 102-3-1-B	99IBA-2016
1024	2050	58	(9071 x9450 STR)BC2-9-2-2	99IBA-2042
1086	2082	59	1188	99SAM-14128
1100	2077	60	1368	99SAM-14130
1036	2088	61	1393	99SAM-14131
1041	2036	62	1394	99SAM-14132
1051	2033	63	5012	99SAM-14134
1090	2072	64	5057	99SAM-14135
1009	2025	65	9006	99SAM-14137
1077	2054	66	9030STR	99SAM-14138
1067	2051	67	9091	99SAM-14141
1060	2073	68	4001	99SAM-14142
1008	2015	69	4008	99SAM-14143
1097	2057	70	9236	99SAM-14145
1069	2021	71	9432	99SAM-14146
1042	2066	72	9450	99SAM-14147
1011	2039	73	9479	99SAM-14148
1062	2061	74	9485	99SAM-14149
1080	2074	75	9490	99SAM-14150
1092	2067	76	9613	99SAM-14151
1018	2019	77	9848	99SAM-14152
1094	2047	78	1824	99SAM-14157
1033	2098	79	4205	99SAM-14158
1052	2063	80	7268	99SAM-14160
1088	2012	81	KU1414-SR	99SAM-14162
1004	2045	82	Fun.47-3	99SAM-14163
1015	2009	83	GH 24	99SAM-14164
1028	2020	84	Babangoyo	99SAM-14167
1025	2010	85	1808	99SAM-14173
1054	2043	86	4058	99SAM-14178
1064	204 1	87	4205	99SAM-14179
1084	2042	88	KU1403	99SAM-14181
1037	2058	89	KU1409	99SAM-14182
1063	2091	90	POP 10	99SAM-14184
1026	2090	91	1368STR	
1076	20134	92	9450STR	
1071	2034	93	9071	
1085	2002	94	907ISTR	
1013	2099	95	KU1414-SR/SR	
1030	2080	96	DT-SR-W-2-5-1	98C17201A
1099	2027	97	9030-6-2-1	98C17203A
1066	2081	98	9030-26-2	98C17207A
1079	2024	99	(9071x135)-3-1-2-1 -2	98B15572A
1059	2023	100	1368 STR-2	98B15573A

1101	2101	101	SA 31
1102	2102	102	KD 17
1103	2103	103	SA 28

les 3 ecotypes locaux