

CR010119

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

CERAAS

I.S.R.A. -C.N.R.A.

RP 53 Bamby Sénégal

Tél: 73-60-50

**ETUDE DU COMPORTEMENT DE 3 GENOTYPES DE MAIS EN
CONDITION DE REGIME HYDRIQUE NATUREL AVEC
COMPLEMENT ET DE STRESS HYDRIQUE PENDANT LA PERIODE
PRE-FLORALE HIVERNAGE 1991**

L. AKANVOU
IDESSA / Côte d'Ivoire

Etude réalisée au CERAAS
Rapport
Août - Septembre 1991.

AKAN
PHIS 2

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

CERAAS

1 S.R.A. - C.N.R.A.

BP 53 Bambey Sénégal

Tél: 73-60-50

ETUDE DU COMPORTEMENT DE 3 GENOTYPES DE MAIS EN
CONDITION DE REGIME HYDRIQUE NATUREL AVEC
COMPLEMENT ET DE STRESS HYDRIQUE PENDANT LA PERIODE
PRE-FLORALE HIVERNAGE **1991**

L. AKANVOU
IDESSA / Côte d'Ivoire

Etude réalisée au CERAAS
Rapport
Août - Septembre 1991.

I) INTRODUCTION

Le maïs est la deuxième céréale, après le riz, produite dans les régions du centre et du nord de la Côte d'Ivoire. Les surfaces cultivées en maïs dans le nord du pays avoisinent 15.000 . 20.000 ha chaque année. Cependant, en plus des insectes ravageurs (foreurs) et du striga qui causent des pertes importantes de la récolte en maïs, la pluviométrie constitue une contrainte majeure à la production maïsicole dans le nord du pays. Dans cette zone, les quantités de pluies ainsi que leur répartition annuelles sont très variables suivant les années.

Ainsi, les caractérisations du type de régime hydrique et aussi des différents stades critiques de développement du maïs sont nécessaires à une bonne orientation d'un programme de sélection pour la résistance à la sécheresse envisagé dans les régions frappées par un déficit hydrique néfaste à la production du maïs.

Les études entreprises au CERAAS concernant la caractérisation de l'adaptation à la sécheresse de trois génotypes de maïs de Côte d'Ivoire. La première partie du travail de recherche a consisté à tester l'adaptation de trois génotypes de maïs dans deux conditions d'alimentation hydrique:

- Un régime hydrique naturel avec apport d'eau (200-250 ml).
- Un régime avec stress (arrêt de l'apport en eau) à partir du 40 ème jour après le semis.

La deuxième partie du travail a consisté à suivre le développement des racines de maïs en condition d'apport hydrique journalier et de stress après la levée.

II) PROGRAMME DE TRAVAIL

II 1) CARACTERISATION DE L'ADAPTATION DE QUATRE GENOTYPES DE MAIS EN POTS

A) Objectifs

L'objectif de cet essai est de tester trois génotypes de maïs de la Côte d'Ivoire pour l'adaptation à la sécheresse et cela en fonction de deux régimes hydriques: non limitant et stressé.

B) Matériel végétal

Nous avons travaillé sur quatre variétés de maïs dont les trois premières provenaient de la Côte d'Ivoire. La dernière variété était du Sénégal:

| | | |
|-----------------|---------------------------|--------------|
| 1-CJB | maturité physiologique de | 105 jours. |
| 2-MTS | maturité physiologique de | 100-105jours |
| 3-F 7635 | maturité physiologique de | 105 jours |
| 4-Synthétique C | maturité physiologique de | 105 jours |

C) Mode de culture et traitements hydriques

Les quatre variétés de maïs ont été semées dans des pots ayant 28 cm de hauteur et 34 cm de diamètre

Date de semis: 31 Juillet 91 à 4 grains/pot /variété et le démariage à 1 plant par pot

Date d'application du stress: 40 jours après le semis.

Le développement végétal était sous l'influence de deux régimes hydriques:

Naturel avec un apport en eau de 200-250ml /jour. Les plantes étaient dites irriguées (I).

Stress: cesser l'apport en eau à partir du 40ème jour après le semis. Les plantes étaient dites stressées (S).

Application d'engrais: 100 kg/ha de 06-20-10, de NPK par pot avant le semis et 50 kg d'urée au démariage et à la montaison.

Dispositif statistique: Randomisation totale avec 8 répétitions. Nous avons donc 8 plantes par variété et par régime hydrique (I ou S) soit 64 pots.

D) Méthodes physiologiques utilisées

a) Résistance orotoolasmique

Dans de bonnes conditions hydriques, les structures protoplasmiques des cellules végétales ne sont pas altérées et le tonoplaste qui sépare la vacuole du cytoplasme, se comporte comme une membrane semi-perméable. Ainsi, les échanges d'électrolytes entre la vacuole et le milieu extérieur via le cytoplasme sont régulés. Et si le tissu végétal est trempé dans de l'eau distillée, la diffusion des substances vacuolaires vers le liquide de trempage est très faible et la conductivité de ce liquide à la fin du trempage sera très faible. Cependant, si avant le trempage, le tissu végétal est soumis à un choc physiologique ou physique (congélation, chaleur, sécheresse, perturbation hormonale) les structures membranaires sont altérées et la diffusion des électrolytes des vacuoles se fait vers le liquide de trempage qui aura alors une conductivité élevée.

La mesure de la conductivité indique donc le degré d'altération des structures protoplasmiques sous l'effet du type de choc appliqué. Lorsque les dommages sont peu importants, la conductivité de la solution de trempage est faible et le matériel végétal utilisé est considéré comme résistant au type de stress appliqué.

Détermination de la température et de la pression osmotique d'étude:

Des disques foliaires ont été prélevés sur les feuilles des quatre variétés de maïs, afin de déterminer la température de choc thermique ainsi que la concentration en PEG pour lesquels l'on obtient environ 50 % de dommages absolus des structures membranaires foliaires du maïs.

Les mesures de la conductivité libre et de la conductivité totale sont effectuées à des températures et concentrations en PEC différentes.

Températures testées: 40°C, 45°C, 47.5°C, 50°C, 52.5°C, 55°C, 60°C.

Les différentes concentrations en PEG sont de 250, 275, 300, 325, 350 et de 400 (g/l).

Les calculs ont été faits pour:

Le pourcentage d'intégrité absolue :

$$(PIa) = [1 - (cl/ct)] \times 100$$

soit PIa pour les témoins et $PIatr$ pour les traitements

Le pourcentage d'intégrité relative pour le traitement est :

$$(PIr) = (PIatr/PIa) \times 100$$

Le pourcentage de dommage relatif:

$$(PD) = 100 - PIr$$

b) Mesure du potentiel hydrique foliaire à la presse hydraulique.

L'un des mécanismes d'adaptation à la sécheresse est l'évitement qui correspond à la capacité d'une plante à supporter le manque d'eau en cours de développement tout en permettant à ses tissus de conserver un potentiel hydrique élevé (Levitt, 1980).

Les mesures sont réalisées sur 2 échantillons de la même feuille d'une même plante (I ou S). Des échantillons de feuilles de 1 cm de diamètre sont coupés et placés rapidement dans la presse hydraulique et recouvertes d'un papier filtre avant fermeture. La pression est exercée sur la foliole avec un **incrément** de 0.69 bars. Pendant l'exercice de la pression, on enregistre la force en PSI qui a engendré l'apparition de la première goutte de sève sur la section foliaire. Le potentiel hydrique de la feuille est égal, mais de signe opposé, à l'énergie qu'il a fallu lui appliquer pour en libérer l'eau.

c) Détermination du contenu relatif en eau

La mesure du contenu relatif en eau n'a pas nécessité d'appareillage sophistiqué, il suffisait de peser les disques foliaires, de prendre le poids turgescent après imbibition et enfin le poids sec;. Le pourcentage du contenu relatif en eau:

$$RWC \% = (PF - PS) / (Pturg - PS) \times 100$$

PF = poids de la feuille

PS = poids sec de la feuille

Pturg = poids turgescent

d) Mesure de la résistance stomatique

La résistance stomatique se mesure à l'aide du poromètre qui enregistre automatiquement les données sur l'état des stomates.

Le degré d'ouverture des stomates de la face **supérieure** et inférieure de la feuille est enregistré avec le **poromètre**. Les calculs des coups corrigés sont faits en fonction des facteurs de **correction** de la température des deux faces de la feuille et du **degré** d'ouverture des **stomates**. La résistance stomatique des deux faces de la feuille (**RS**

fi .RS fi) est ensuite calculé. La conductance stomatique est déduite ($CS = 1/RS fs + 1/RS fi$). La résistance stomatique de la feuille est déterminée en prenant l'inverse de la conductance stomatique.

E) Résultats

1) Résistance protoplasmique

Les tableaux 1 et 2 ainsi que les courbes 1 et 2 démontrent que la température et la concentration en PEG provoquant 50 % de dégâts des structures protoplasmiques des tissus foliaires chez le maïs sont de 52 °C pour la température de choc et 245 g/l (-23 bars) pour la concentration en PEG

Les figures n° 3 et n° 4 indiquent que les variétés ont une résistance protoplasmique variable en fonction du type de stress (choc osmotique ou thermique) qui a été appliqué. Les variétés CJB et F-7635 présentent les taux les plus élevés de dégâts des structures foliaires (60 - 80 %) après application d'un choc thermique de 52 °C ou d'un choc osmotique de 245 g/l pour le PEG. La variété MTS a eu le taux le moins élevé de dommage après application des deux types de stress. MTS est donc la variété qui a le plus toléré les types de stress.

La résistance protoplasmique mesurée 10 jours après le stress (fig 6) montre une différence de comportement entre les variétés stressées et celles qui ne le sont pas. Les variétés stressées de MTS et Synth.c ont subi le plus de dégâts de leurs structures membranaires tandis que F7635 a présenté le même pourcentage de dommages pour les plantes stressées et irriguées. Cela peut s'expliquer par un durcissement des cellules stressées et donc une forme d'adaptation au stress hydrique appliqué. L'analyse de variance (tableau I) a mis en évidence l'existence d'une différence de comportement entre les variétés et les régimes hydriques pour une même variété.

b) Potentiel hydrique foliaire

La figure n° 5 montre que le potentiel hydrique foliaire mesuré 6 jours après stress est très peu variable selon les variétés et le type de traitement (I ou S). Par contre, le potentiel hydrique foliaire mesuré 12 jours après stress (fig 8) sur les plantes stressées est bien inférieur à celui des plantes irriguées et cela pour 3 variétés. La variété Synthétique C a présenté un même état hydrique pour les plantes irriguées et stressées. L'analyse de variance (tabl II) montre une différence significative entre les variétés et entre les traitements pour une même variété.

c) Contenu relatif en eau

Le contenu relatif en eau mesuré 7 jours après le début du stress (fig 9) ne montre pas de différence significative entre les variétés et les traitements pour une même variété de maïs. Cela pourrait être dû au fait que le stress n'était pas encore bien installé après 7 jours.

d) Résistance stomatique

La résistance stomatique (fig 7) ne montre pas de différence significative pour 3 variétés. Seule F7635 présente une résistance stomatique plus élevée pour les plantes stressées.

II 2) Etude de la croissance racinaire de trois génotypes de maïs en rhizotrons

A) Objectifs

Cet essai devrait permettre de suivre le développement **racinaire** du maïs en **condition** d'apport hydrique journalier et aussi en régime de stress hydrique (arrêt de l'apport en eau) après la **levée**.

B) Matériel végétal

Les **variétés** utilisées **sont** les mêmes que celles de l'essai précédant. soit

CJ B (1), M TS (2), F7635 (3).

C) Méthode

Les **trois variétés** ont été semées en rhizotrons de longueur **100 cm** et de largeur **15,5 cm**. Les rhizotrons **sont** des tubes cylindriques dont l'un des côtés est plat et **transparent**, ce qui permet non seulement de suivre visuellement la croissance **des racines** mais aussi de mesurer la longueur des racines à différent stade de développement

Le **développement** racinaire se fait sous deux régimes hydriques:

- Irrigation des plantes (**200 ml**) par-jour. Ces plantes étaient **nommées I**.
- Stress: Cesser l'apport en eau après la **levée**. Ces plantes qui ont **subi** le stress hydrique étaient nommées **S**

Le **semis** a eu lieu le **05-09-91** à 2 grains de maïs par rhizotrons et par **variété**. Le **démariage** s'est **fait** 1 à plant par rhizotrons.

Application **d'engrais**: 100 kg de NPK **06-20-10/ha** avant le semis; et **50 kg/ha d'urée** au **démariage** et à la **montaison**.

Dispositif **statistique**: Randomisation totale avec 8 plantes par **variété** et par régime hydrique (**I** ou **S**), soit 48 tubes

D) Mesures physiologiques

- Mesure de la longueur de la racine principale et de deux racines secondaires.
- Compter, le nombre de racines.
- Mesurer la densité racinaire.
- Compter le nombre de feuilles par plante.
- Mesurer la hauteur de la plante,

Ces mesures **devraient** être faites pour toutes les variétés stressées (**s**) et irriguées (**i**) et **cela** tous les 2 jours après le début de l'application du **stress**.

E) Résultats

Le suivi de la croissance racinaire des variétés de maïs provenant de la Côte d'Ivoire n'a pas pu se faire durant mon séjour, car les jeunes plants ont péri suite à l'application d'une dose élevée d'urée. Cependant, un ressemis a eu lieu le 27 sept.

III) CONCLUSIONS

Les mécanismes physiologiques testés sur le maïs pour l'adaptation à la sécheresse pendant seulement un mois, ne nous ont pas permis de distinguer les 4 variétés même si elles ont eu des réponses parfois différentes pour certaines mesures physiologiques. Il est donc souhaitable de reconduire les diverses expériences afin de pouvoir identifier les variétés tolérantes au type de stress appliqué et les inclure dans un programme de sélection variétale pour l'adaptation à la sécheresse.

Ce séjour au CERAAS m'a permis de me familiariser avec les différentes techniques d'évaluation des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse,

REMERCIEMENTS

Je remercie très sincèrement Dr D. Annerose et Dr J.L. Khalfaoui responsables du GERAAS pour leurs suggestions et critiques lors de mes travaux de recherche et analyse de données, Je leur exprime toute ma gratitude pour avoir mis tout en œuvre pour que mon séjour au GERAAS soit agréable et fructueux.

Je remercie également Mr C. Mathieu pour sa disponibilité sans oublier Mr Abdou Faye, Mr Sall et toute l'équipe technique du CERAAS

Ce stage de formation a été entièrement financé par le CERAAS sous le programme de la Communauté Economique Européenne (C.E.E)

Tableau I: Analyse de variance du potentiel hydrique foliaire mesuré 12 jours après début du stress sur 4 variétés de maïs.

| SOURCES | D.D.L. | S.C. M. | C. M. | F | PROB |
|---------|--------|---------|--------|--------|-------|
| VARIETE | 3 | 12000 | 4.00 | 8.1177 | 0.000 |
| TRAIT | 1 | 135.30 | 135.30 | 276.12 | 0.000 |
| INTER | 3 | 30.07 | 10.02 | 20.46 | 0.000 |
| ERREUR | 16 | 11.76 | 0.49 | 0 | |

C V. = 6.67 %

Tableau II: Analyse de variance de la résistance stomatique mesurée 10 jours après début du stress sur 4 variétés de maïs.

| SOURCE | D.D.L. | S.C.M. | C.M. | F | PROB |
|---------|--------|--------|-------|------|-------|
| VARIETE | 3 | 33.04 | 11.01 | 1.67 | 0.213 |
| TRAIT | 1 | 7.30 | 7.26 | 1.10 | 0.309 |
| INTER | 3 | 6.70 | 2.23 | 0.34 | 0.000 |
| ERREUR | 16 | 105.41 | 6.59 | 0 | 0.000 |

C V. = 61.32 %

i-1 gure1 Effet d'un choc thermique
sur la résistance protoplasmique
foliaire chez le maïs

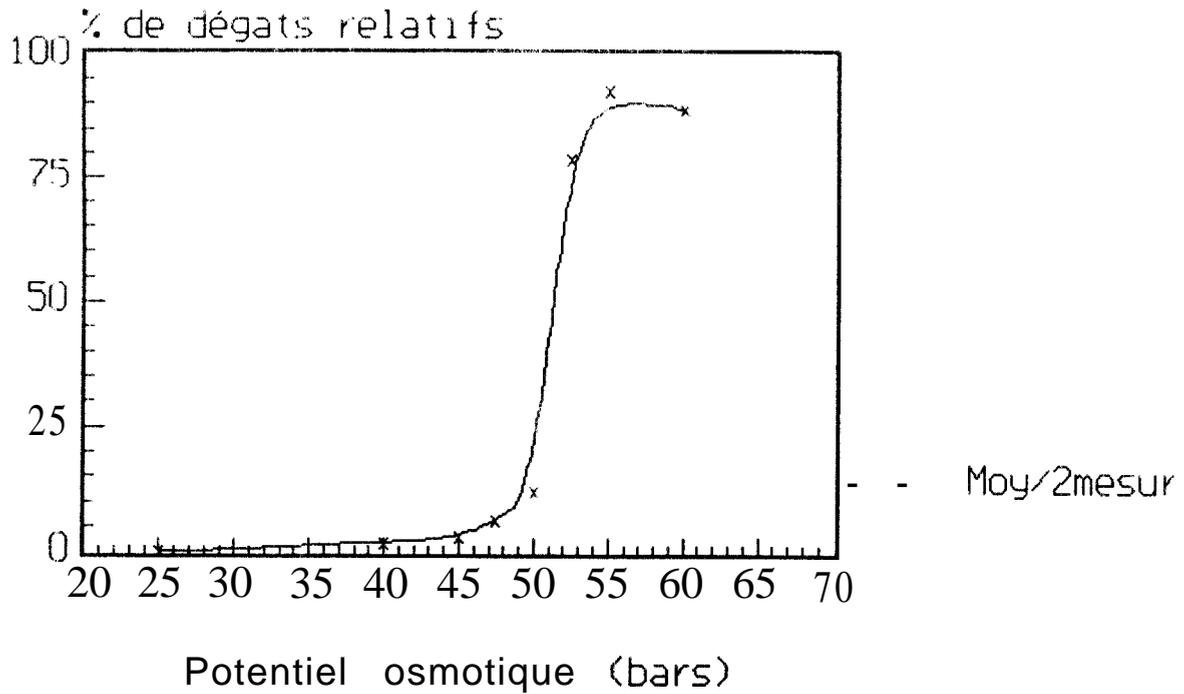
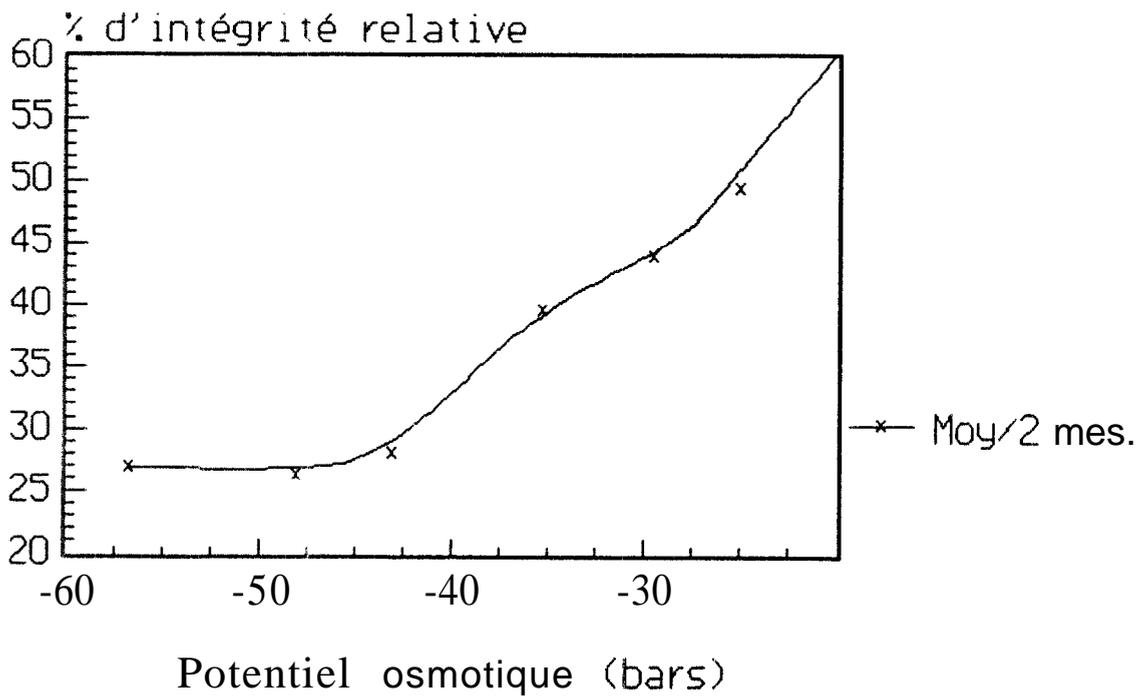


Figure 2 : Effet d'un choc osmotique au
PEG 600 sur la résistance protoplasmique
foliaire chez le maïs



Résistance protoplasmique à la chaleur mesurée
sur 4 variétés de maïs bien irriguées.
Choc thermique (52 c)

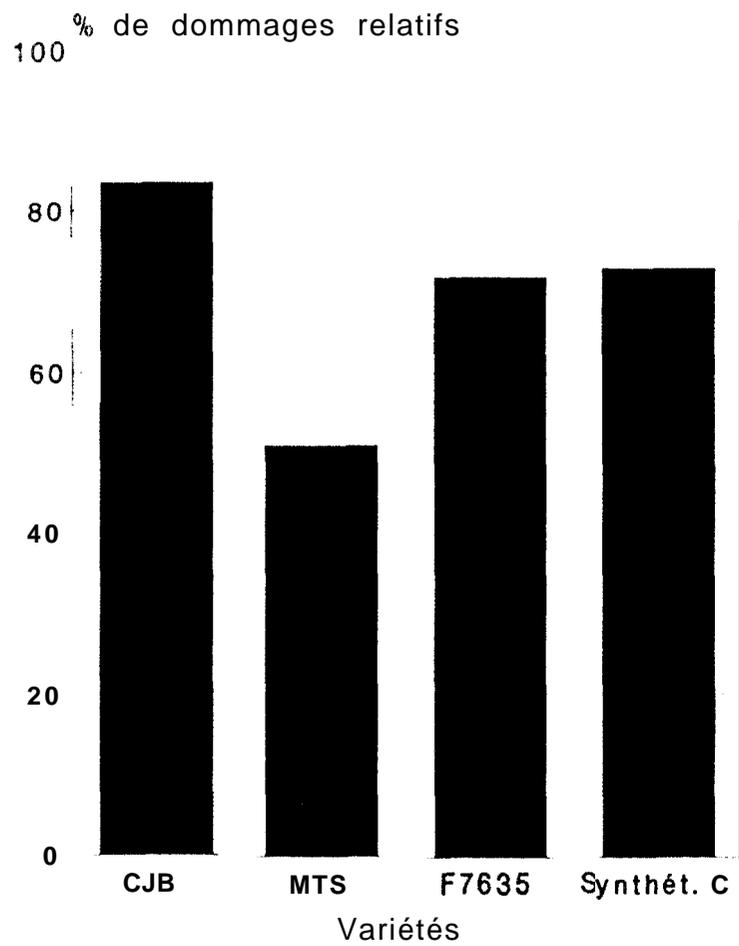


Figure 3

Résistance protoplasmique à la dessiccation mesurée
sur 4 variétés de maïs bien irriguées
Choc osmotique au PEG (- 22 bars)

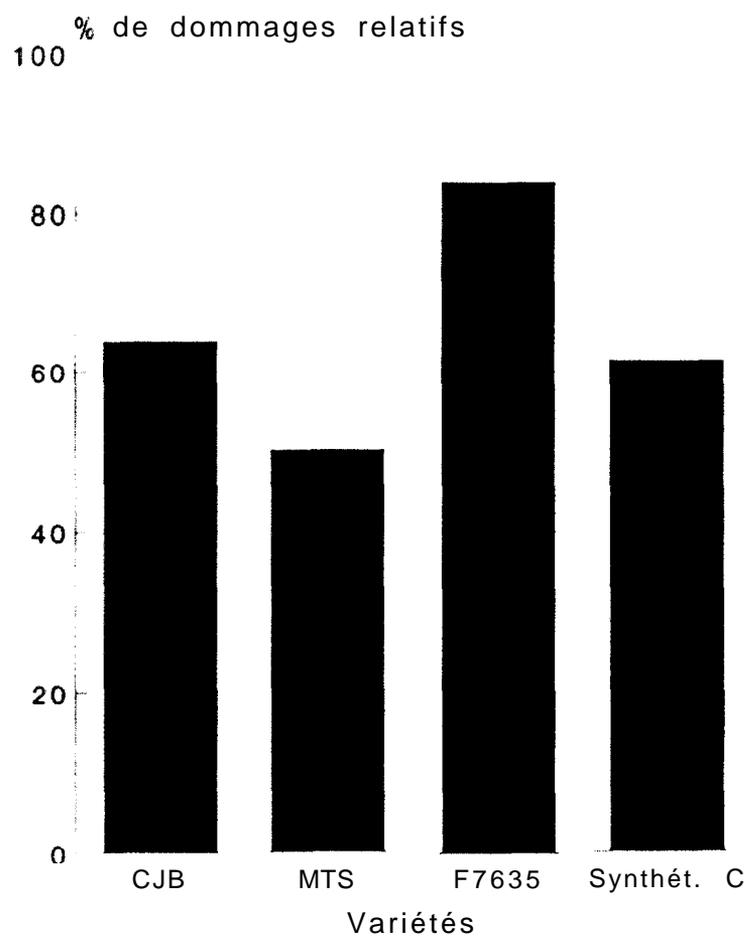


Figure 4

Potentiels hydriques foliaires mesurés
sur 4 variétés de maïs
6 jours après début d'application d'un stress
par suspension d'arrosage

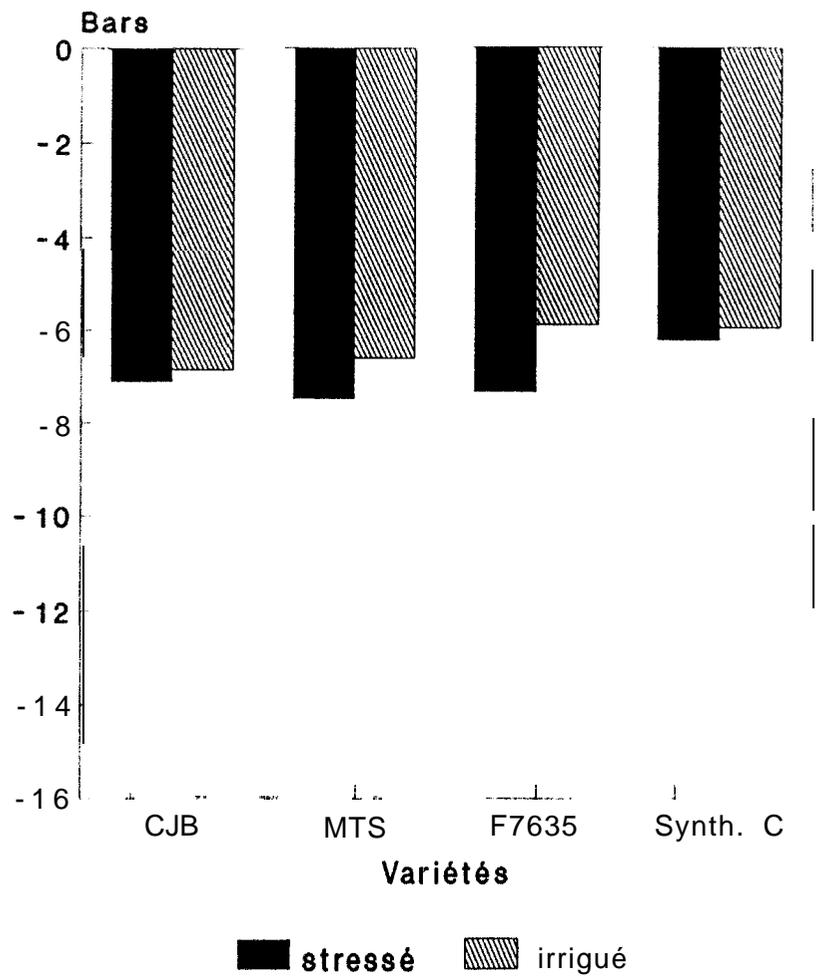


Figure 5

Potentiels hydriques foliaires mesurés
sur 4 variétés de maïs
12 jours après début d'application d'un stress
par suspension d'arrosage

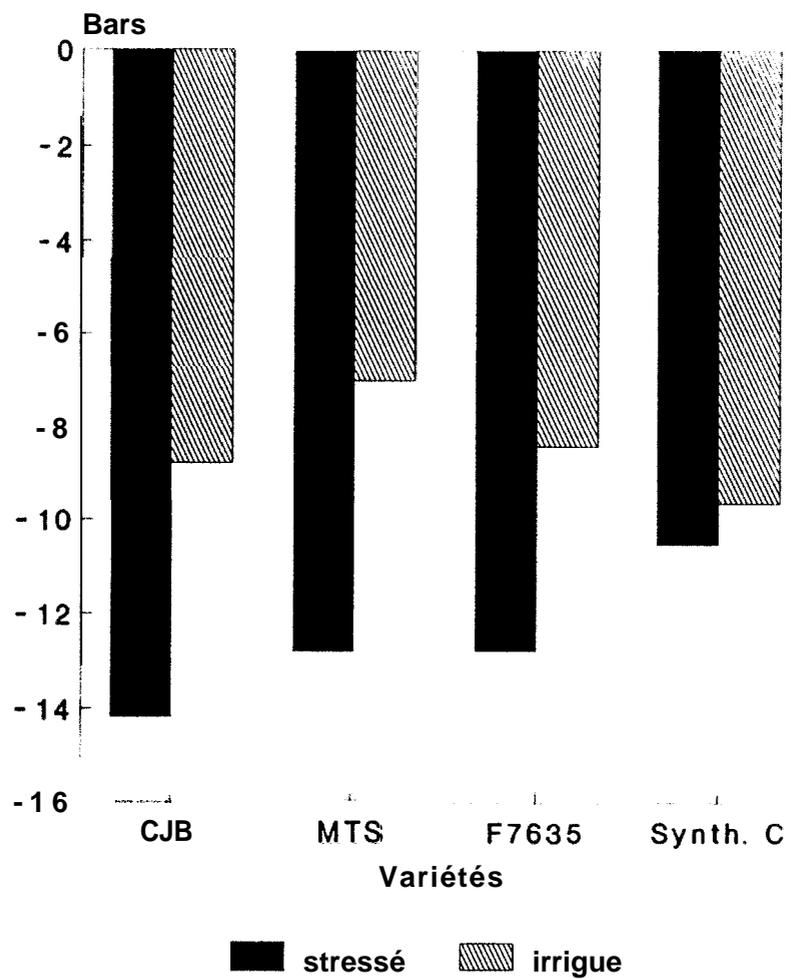


Figure 6

Résistance stomatique mesurée sur 4 variétés de maïs 10 jours après début d'une sécheresse par suspension d'arrosage.

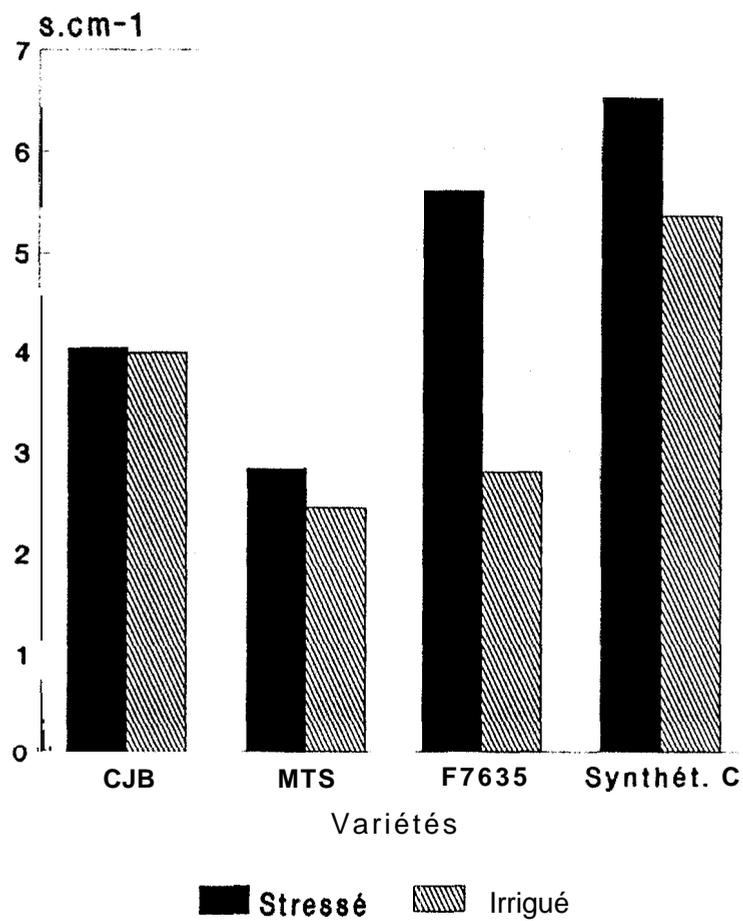


Figure 7

Contenu relatif en eau mesuré sur 4 variétés de maïs 7 jours après début d'une sécheresse par suspension d'arrosage.

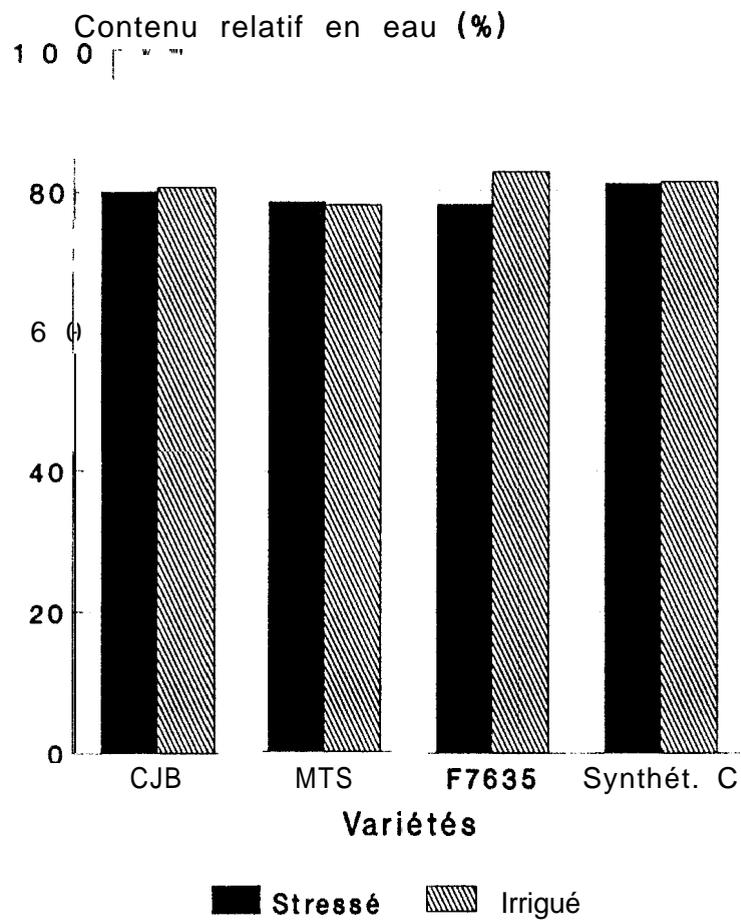


Figure 8

Résistance protoplasmique à la chaleur (52 c) mesurée sur 4 variétés de maïs 10 jours après début par suspension d'arrosage.

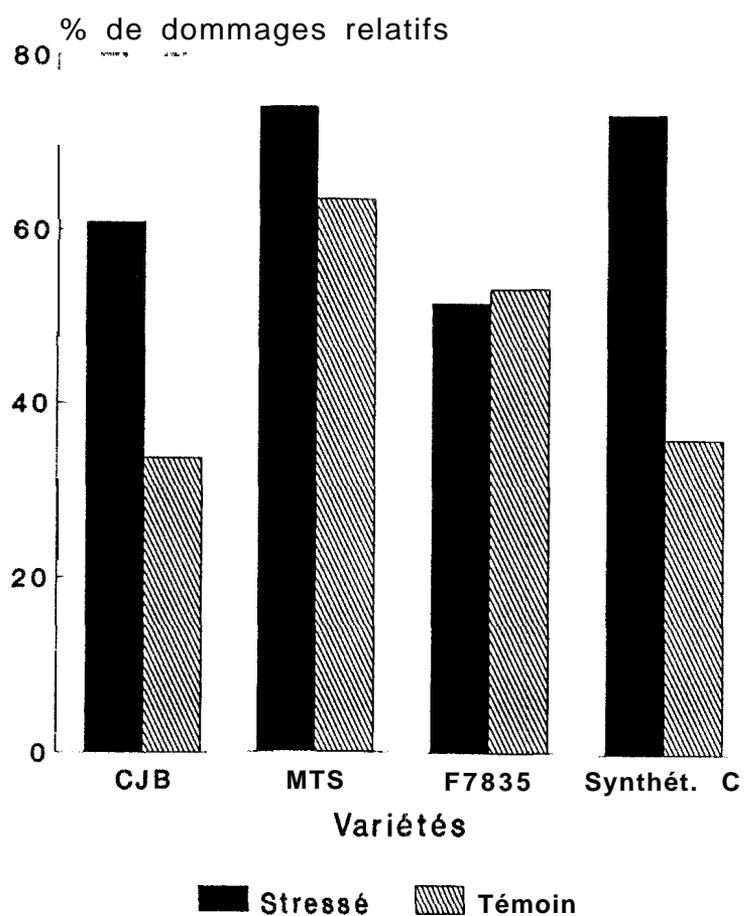


Figure 9