

86/054

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CN01 01153
F600
NDI

CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES D'ARACHIDE (Arachis hypogaea L.)

PAR RAPPORT A LEUR RESISTANCE PROTOPLASMIQUE =

IMPLICATIONS POUR UNE SELECTION POUR LA RESISTANCE A LA SECHERESSE

Présenté par Aly NDIAYE
(Physiologiste ISRA-CNRA)

AU COLLOQUE DE JERBA (TUNISIE)

SUR "LES VEGETAUX EN MILIEU ARIDE", 8-10 SEPTEMBRE 1986

AOUT 1986

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
- BAMBEY -

RESUME

Le Sénégal est un pays dont l'économie repose pour une grande part sur la culture de l'arachide. La production de cette plante au Sénégal est malheureusement soumise aux fluctuations de la pluviométrie dont elle dépend essentiellement.

Très tôt des travaux ont été menés dans le domaine des rapports de la plante avec l'eau, ce qui a permis par un effort soutenu de couvrir le territoire national par des variétés d'arachide adaptées aux différentes écologies du bassin arachidier. Mais les contraintes hydriques se sont exagérées ces dernières années et c'est ce qui a amené le pays à redoubler d'efforts dans le sens de minimiser l'incidence de ces contraintes sur la production arachidière notamment.

De 1981 à 1984 un travail de caractérisation des variétés d'arachide existantes selon la résistance protoplasmique a été entrepris par le physiologiste du programme arachide de l'ISRA* dans le but d'une utilisation éventuelle de ces résultats dans un programme de sélection pour la résistance à la sécheresse. C'est compte-tenu de l'importance de cette structure au niveau de la cellule que nous avons choisi d'étudier sa résistance à des stress comme la chaleur et la dessiccation.

Les résultats obtenus font apparaître une bonne résistance protoplasmique des variétés 57-422 et 79-2. La 79-2 n'est pas encore vulgarisée et fait partie de nos "espoirs" alors que la 57-422 est déjà vulgarisée.

La variété 73-33 réputée résistante à la sécheresse n'a pas toujours montré une bonne résistance protoplasmique surtout dans les conditions des champs, son comportement en serre a été meilleur.

Les hâtives 55-437 et 73-30 réputées résistantes à la sécheresse ont été peu performantes en général (la 73-30, surtout) notamment en serre ; la 55-437 a montré surtout aux champs quelques aptitudes.

Les variétés tardives ont montré des performances intermédiaires.

Ces tests révèlent l'importance des conditions de développement des plantes dans le comportement de celles-ci au test.

Les résultats obtenus avec la 73-33 militent pour une interprétation prudente des résultats de ces tests avec l'arachide quant à la sensibilité ou la résistance à la sécheresse du matériel.

*- INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES.

1 - INTRODUCTION

L'arachide (*Arachis hypogaea* L. représente la principale culture au Sénégal où elle constitue un des piliers de l'économie du pays.

Le bassin arachidier couvre environ 3.000.000 ha dont près d'un million sont en moyenne annuellement occupés par l'arachide.

Les cultures au Sénégal sont strictement dépendantes de la pluviométrie et les problèmes posés par l'irrégularité de cette dernière à l'agriculteur Sahélien en général, Sénégalais en particulier sont anciens. Il faut noter que même dans les années où la pluviométrie a été jugée globalement suffisante pour la plante il y a eu des périodes de sécheresse au cours du cycle qui ont entraîné des baisses de rendements plus ou moins importantes. Ces périodes de sécheresse sont généralement couplées avec de fortes températures qui constituent alors un supplément de contraintes pour la plante. Les conséquences pour l'arachide dans les zones tropicales semi-arides sont des rendements généralement faibles (800 kg/ha en moyenne)^{*}.

La production arachidière au Sénégal, après avoir atteint des niveaux records (plus de 1,4 million en 1975^{**}) s'est stabilisée pendant quelques années à un niveau encore acceptable (1 million) pour finalement décroître et atteindre des taux planchers (521.386 t en 1980 - 1981^{***}).

Cette baisse de production est principalement due au déficit de la pluviométrie et ses corollaires. Le Sénégal comme tous les pays Sahéliens connaît en effet depuis les années 1970 une péjoration de la pluviométrie (voir cartes des isohyètes) entraînant un glissement des isohyètes vers le Sud.

A cela s'ajoute que les sols du bassin arachidier sont généralement légers (sol "dior" à faible pouvoir de rétention d'eau. Dans le Nord par exemple (Louga, Thilmakha) les sols dunaires et grossiers ne peuvent retenir que 40 à 50mm par mètre de sol (DANCETTE et al, 1984, CISSE et al, 1985).

Toutes ces indications montrent l'importance d'une recherche devant mettre au point un matériel végétal adapté.

Au niveau de l'arachide au Sénégal les premiers travaux de recherche datent des années 1920 et ceux particulièrement tournés vers le rapport plante-eau de 1957 (PREVOT et al, 1957).

Des efforts soutenus ont permis de couvrir les différentes zones du bassin arachidier par du matériel adapté (voir carte variétale).

Deux voies de recherches ont été utilisées :

- Raccourcissement de cycle = jusqu'à 90 jours
- Création de matériel capable de supporter des sécheresses au cours du cycle.

* - Rapport annuel ICRISAT (1983) P. 182.

** - Campagne 75-76 - Rapport annuel Direction de la Production Agricole (DGPA) Ministère du Développement et Hydraulique -- République du Sénégal
*** - La Nouvelle Politique Agricole (MDR) République du Sénégal Mars Avril 1981

AU niveau du deuxième volet (création de matériel capable de supporter la sécheresse) le physiologiste et le sélectionneur-généticien travaillent en parfaite collaboration pour qu'une fois les caractères identifiés par le physiologiste, le sélectionneur-généticien puisse en étudier l'hérédité et réaliser le transfert éventuel de ces caractères à des cultivars possédant d'autres avantages.

A ce niveau les méthodes des physiologistes doivent être simples et rapides (ASANA, 1963 et HURD, 1975), pour cribler le grand nombre de matériel de la sélection.

Un des caractères que nous avons choisi d'étudier au niveau du programme arachide de l'ISRA^{*} est la résistance protoplasmique, étant entendu que la résistance à la sécheresse est le plus souvent polygénique. Ce caractère n'a pas été choisi au hasard car on connaît l'importance de l'état des structures du protoplasme dans l'aptitude à supporter la déshydratation pour permettre à la photosynthèse, à la respiration et à la croissance de se dérouler normalement chez les plantes.

MAXIMOV dès 1929 avait suggéré entre autre, une étude approfondie des particularités chimiques et physiques du protoplasme chez les plantes résistantes et endurcies.

ILJIN (1930-1953-1957) a été l'un des premiers à proposer un mécanisme de résistance à la sécheresse reliant les dommages causés par le manque d'eau à la dislocation et à la destruction des structures du protoplasme.

Plusieurs caractéristiques du protoplasme ont été signalées comme ayant un rôle important dans la capacité à supporter la dessiccation = hydrophilies des colloïdes, la quantité d'eau liée, sa viscosité et son élasticité etc.. mais aucune de ces caractéristiques prise à elle seule ne peut expliquer totalement ni la résistance de certaines plantes au dessèchement, ni la sensibilité d'autres (MAY et MILTHORPE, 1962).

D'autres auteurs ont étendu leurs travaux à la libération d'enzymes, notamment les hydrolytiques (VASSILIEV et VASSILIEV, 1963, STOCKER, 1948, 1961, OPARINE, 1953, VIEIRA DA SILVA, 1970, NDIAYE, 1979).

C'est donc l'importance de cette structure dans la cellule qui nous amène à étudier sa stabilité dans des conditions de stress comme la chaleur et la dessiccation.

Nous vous présenterons les résultats que nous avons obtenus plusieurs années (1981, 1982, 1983, 1984) sur 3 arachide concernant la résistance de son protoplasme.

Le but de l'étude est :

1°) - D'évaluer le comportement du matériel végétal vis-à-vis de ce test, de voir s'il y a des différences entre les variétés.

2°) - De voir les problèmes que pose l'application de ces tests à l'arachide pour nous permettre de nous entourer de dispositions utiles lors de leur utilisation éventuelle dans un programme de sélection pour la résistance à la sécheresse.

3°) - Et de voir la corrélation entre les deux variantes de la méthode

II-MATERIEL VEGETAL ET METHODES D'ETUDES

II.1 - Matériel végétal et Traitement des plantes

Le matériel végétal est constitué par dix variétés d'arachide (Arachis hypogaea L.) dont sept sont recommandées pour la grande culture au Sénégal. Leurs caractéristiques dans les conditions d'hivernage au Sénégal sont :

- 55-437 = variété hâtive spanish de 90 jours bonne résistance à la sécheresse.
 - 73-30 = Spanish hâtive de 95 jours bonne résistance à la sécheresse.
 - 73-33 = Virginia semi-tardive de 105 à 110 jours bonne résistance à la sécheresse.
 - 57-422 = Virginia semi-tardive de 105 à 110 jours bonne résistance à la sécheresse.
 - 79-2 = Virginia semi-tardive de 105 à 110 jours performante dans les conditions de sécheresse au Sénégal.
 - 79-87 = Hybride semi-tardive (28-206/48-115//^{1,7}57-422 x 57-422)- 105-110 jours.
 - 79-40 = Spanish semi-tardive (Trombay groundnut n° 7) 105 à 110 jours.
 - 28-206 = Virginia tardive de 120 jours non résistante à la sécheresse.
 - 69-101 = Virginia tardive de 125 jours non résistante à la sécheresse.
 - 57-313 = Virginia tardive de 125 jours non résistante à la sécheresse.
- La 79-2, 79-87 et 79-40 ne sont pas encore vulgarisées au Sénégal.

En Serre (1981, 1982) les plantes se développent dans des pots de végétation contenant du sol "dior" (sol furrugineux tropical peu lessivé*) . Elles sont arrosées à 11 et à 17h à la capacité aux champs.

Les températures journalières moyennes sont de 42,9°C pour les diurnes de 20,40°C pour les nocturnes. L'évaporation physique moyenne journalière mesurée par 1' évaporamètre Piche est de 7,2 cm.

Aux champs (1982, 1983, 1984) les plantes se sont développées dans les conditions de 1' hivernage au Sénégal, généralement Juin -Septembre à début Octobre. Les sols sont du type "dior".

En 1982 la pluviométrie a débuté à Bambey le 11 Juillet avec 44,8 mm et les plantes ont été semées le 12 Juillet. La pluviométrie a été globalement satisfaisante jusqu'à la période de prélèvements pour les tests.

* -Annales du Centre de Recherche Agronomique de Rambey au Sénégal - Annexe 1956
Bulletin Agronomique N° 16 ORSTOM, Page 44-61.

En 1983 les semis ont, eu lieu le 10 Août après une pluie de 27 mm tombée le 9 Août. La dernière pluie utile (47 mm) est tombée 49 jours après le semis.

En 1984 les semis ont eu lieu le 15 Juin après une pluie de 23 mm tombée le 14 Juin. La pluviométrie a été pratiquement régulière jusqu'à la fin du mois de Juillet. Le mois d'Août et les premiers jours de Septembre ont été peu pluvieux.

II.2 - Méthodes d'études (SULLIVAN, 1971, 1972 ; SULLIVAN et al 1973, St-Clair 1979)

Nous mesurons cette résistance par l'aptitude qu'ont les cellules foliaires d'une variété d'arachide à s'opposer à leur destruction (notée par l'importance d'électrolytes libérés) sous l'effet, de la chaleur ou d'un agent osmogène comme le polyéthylène glycol (PEG) à - 30 joules/mole.

Résistance à la chaleur

On prélève sur des folioles saines et bien développées (3e feuille en général) d'un pied d'arachide 20 disques avec un emporte-pièces de 1 cm de diamètre. Ces disques sont lavés 3 fois pendant 2h dans de l'eau distillée. On constitue ensuite deux lots de 10 disques chacun que l'on met à flotter dans des tubes à essai contenant 10 ml d'eau distillée. L'un des lots est désigné témoin, l'autre traité. Le lot traité subit dans un bain marie une température de 51° C pendant une heure. Ensuite et après refroidissement du lot traité, l'ensemble (traité et témoin) est mis dans une chambre de croissance à 10° C pendant 12h. A l'issue de ce temps et après stabilisation à la température ambiante on mesure la conductivité électrique au niveau des deux lots (C1). L'ensemble subit ensuite une température de 85° C pendant 25 minutes pour une libération totale des électrolytes. On effectue après refroidissement une deuxième mesure de conductivité (C2). En faisant le rapport du pourcentage de destruction du traité par rapport au témoin on a la part de destruction due au traitement pour une variété donnée. On peut ainsi comparer ce résultat à celui obtenu par rapport à une autre variété.

Résistance à la dessiccation (PEG)

Ici le traitement chaleur est remplacé par un séjour des disques traités dans une "solution" de PEG à 10° C pendant 12h. On effectue ensuite un rinçage rapide des disques avec de l'eau distillée et les disques sont remis à flotter sur de l'eau distillée pendant 12 autres heures. A l'issue de ce temps et après stabilisation à la température ambiante on mesure la conductivité (C1) dans les lots témoin et traité. Le reste des opérations est le même que dans la résistance à la chaleur.

Méthode de calcul pour une variété V

Soit T_0 = témoin

T_{ot} = témoin tué (porte à 85°)

T = traité

T_t = traité tué

Le pourcentage de dommage se détermine comme suit :

$$\frac{T_0}{T_{ot}} = a\% ; 100\% - a\% = b\% \text{ intact}$$

$$\frac{T}{T_t} = A\% ; 100\% - A\% = B\% \text{ intact}$$

$$\frac{B}{5} = X\% \text{ intact} ; 100\% - X\% = 2\% \text{ de dommages}$$

On considère que la variété V a eu Z% de dommages.

Les dispositifs expérimentaux utilisés pour les tests sont :

- Le carre latin pour les années 1981 et 1982.
- Les blocs randomisés, 5 répétitions pour les années 1983 et 1984.

Le test de Newman-keuls ($P = 0,051$) est utilisé pour comparer les moyennes.

III - RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1 - Résultat2

II.1.1 - Résistance à la chaleur (voir tableau 1)

Il y a des différences significatives entre les moyennes de destruction chez les variétés, aussi bien en serre qu'aux champs. Il y a eu deux classes (a et b).

On note les faits suivants :

- La variété semi-tardive 57-422 s'est placée dans la classe à dommages faibles pendant les quatre années ;
- La variété 79-2 s'est classée première (faibles dommages) dans trois tests sur quatre ;
- La 73-33 a connu quelques succès en 1981 et 1982, mais ses performances ont été moins bonnes ensuite, surtout aux champs ;
- Les variétés nouvellement testées (deux ans) 79-40 et 79-87 ont exhibé des résistances à la chaleur voisines, non négligeables ;
- Les hâtives 73-30 et 55-437 dans les premiers tests ont donné de faibles performances surtout en serre. Aux champs pendant les années 1983 et 1984 la 55-437 a eu des succès.

-- Les variétés tardives se sont généralement placées à cheval sur les deux classes ou en classe b et la 57-313 s'est montrée plus performante que les autres aux champs.

III.1.2 - Résistance à la dessiccation (voir tableau 2)

1.1 y a là également des différences significatives entre les moyennes chez les variétés.

Les faits saillants ici sont :

- En 1982 il y a eu jusqu'à 3 classes (a, b, c) en serre comme aux champs (les différences ont été significatives même au seuil de 1% entre la 79-2 et la 55-437 au test en serre) ;

- La 57-422 s'est ici également bien comportée ; aux champs elle s'est toujours placée en première position ;

- La 79-2 exhibe là également de bonnes performances, en serre comme aux champs ;

- La 73-33 très performante en serre (1981) l'a été beaucoup moins aux champs (1982 et 1984) ;

- Chez les hâtives, les performances sont faibles, sauf en 1982 pour la 55-437 aux champs, la 73-30 s'est généralement placée en dernière position ;

- Pendant les deux années où elles ont été testées la 79-40 a exhibé une résistance protoplasmique meilleure que la 79-87 ;

- Les variétés tardives sont généralement intermédiaires, mais révèlent des fois des performances intéressantes.

III .2 - Synthèse et discussions

Ces quelques années (1981, 1982, 1983 et 1984) d'expérimentation en serre et aux champs sur la résistance protoplasmique de l'arachide indiquent^{que} les résultats obtenus par les deux variantes du test concordent pour l'essentiel. Il y a des différences de comportement entre les variétés testées.

Les variétés 57-422 et 79-2 ont exhibé de bonnes performances par rapport à la résistance protoplasmique (chaleur et dessiccation).

La variété 57-422 est vulgarisée et présente ces dernières années (1984 à Bambey) des rendements intéressants compte tenue de la qualité des hivernages que nous avons eu (hivernage 1984). Globalement, sa résistance à la sécheresse est bonne.

Le désavantage de cette variété dans les conditions de déficit hydrique doit être son grand appareillage foliaire. Cette importante surface évapotranspirante est un handicap non négligeable pour la variété. Les résultats obtenus en serre en 1981 (NDIAYE, 1982) ainsi que des travaux antérieurs (GAUTREAU, 1977) confirment cela.

La variété 73-33 reconnue résistante à la sécheresse (GAUTREAU et al, 1980) a généralement donné ici de faibles performances, surtout dans les essais aux champs. L'économie de l'eau chez, cette variété est importante (NDIAYE, 1982). Le faible niveau de son comportement dans ce test a été signalé par d'autres travaux (KETRING, 1985).

Il existe néanmoins des travaux qui font état de sa résistance à la chaleur sur plante entière (GAUTREAU, 1966, GAUTREAU et al, 1980 et KETRING-, 1985).

Ces résultats apparemment contradictoires peuvent s'expliquer par le fait que la réponse de la thermostabilité membranaire comme indicateur de résistance à la chaleur peut apparaître différente de la tolérance à la chaleur de la plante entière.

A propos de la thermostabilité, notons que comme chez le soja et le sorgho, elle est héréditaire chez l'arachide (KETRING, 1985), ce qui permet de la suivre dans un programme de sélection. Les variétés hâtives ont généralement montré une résistance protoplasmique faible, la 55-437 a une résistance protoplasmique meilleure que la 73-30 (chaleur surtout). Le comportement de la 55-437 aux champs a été meilleur que celui en serre. Les conditions de développement de la plante ont apparu comme étant un élément à tenir en considération dans ce test. En serre, nous avons arrosé régulièrement les plantes, à la demande. En conditions de développement dans les champs de petites périodes de stress peuvent intervenir à tout moment ce qui peut induire un renforcement de la résistance du système membranaire qui confère alors au matériel un comportement satisfaisant dans le test artificiel comme cela a été obtenu chez le blé (BLUM et al 1981).

Par ailleurs aux champs des agressions plus ou moins sévères (sécheresse, attaque de différents prédateurs etc..) peuvent aussi influencer le comportement du matériel végétal dans ces tests.

Ainsi les conditions de développement des plantes apparaissent comme importantes dans le comportement du matériel comme le montrent les résultats obtenus ici et des travaux antérieurs (St-CLAIR, 1980).

Les variétés tardives qui ont été la plus part du temps intermédiaires ont montré quelques fois une résistance protoplasmique intéressante, la 57-313 surtout, malgré le fait qu'elles soient classées au Sénégal comme non résistantes à la sécheresse.

Les résultats obtenus dans ces tests avec la 57-422 et la 79-2 donnent des indications d'une certaine corrélation entre comportement de ces variétés ici et leur bonne tenue vis-à-vis de la sécheresse.

Nous l'avons indiqué plus haut le comportement de ces variétés dans nos essais aux champs ces dernières années montrent que globalement ces variétés ont une bonne résistance à la sécheresse.

Par ailleurs les résultats obtenus avec des variétés comme la 73-33 appellent à une prudence dans l'interprétation des rapports de ceux-ci avec la résistance à la sécheresse du matériel. En effet la 73-33 qui a une bonne résistance à la sécheresse a donné globalement de faibles performances dans ces tests, aux champs surtout (ce qui est corroboré par d'autres résultats, KETRING, 1985). Nous avons également fait état de résultats montrant le bon comportement de la plante entière vis-à-vis de la chaleur (GAUTREAU, 1966 et KETRING, 1985).

Si l'on ne se réfère qu'aux résultats de la 73-33 par exemple, ou de la 55-437 dans ces tests on aboutit à la conclusion que la résistance protoplasmique comme phénomène physiologique peut apparaître séparer chez l'arachide de ceux habituellement retenus pour désigner la résistance à la sécheresse.

Il y a là un ensemble d'informations utiles pouvant servir à tout programme de recherche qui retiendrait ces tests comme critères de sélection.

IV-CONCLUSION

Compte-tenu de l'importance de l'arachide dans l'économie du Sénégal et la dépendance de sa production sur la pluviométrie qui malheureusement est déficitaire ces dernières années, la recherche sénégalaise a entrepris des efforts tendant à minimiser les effets de ce déficit hydrique sur la production arachidière.

Des équipes de chercheurs comprenant notamment sélectionneurs et physiologistes (pour le cas qui nous intéresse aujourd'hui) utilisent les dernières techniques dans le domaine de la résistance au stress pour faire face à l'exacerbation des contraintes hydriques. Pour illustrer cet effort nous vous avons présenté ici quelques investigations que nous avons effectuées sur la résistance protoplasmique de l'arachide, compte tenu de l'importance que l'on connaît du bon état de ce milieu pour la survie et le bon fonctionnement de la cellule.

Les résultats montrent qu'il y a des différences significatives dans le comportement des variétés et que les résultats obtenus par les deux variantes de la méthode concordent pour l'essentiel.

Il est apparu que les conditions de développement de la plante peuvent être importantes dans le comportement du matériel végétal, les résultats obtenus ici sur quelques variétés en serre et aux champs montrent cela.

Les résultats obtenus ici avec la 73-33 notamment comparés à d'autres données obtenues par d'autres auteurs révèlent que chez l'arachide la thermostabilité membranaire au niveau de l'échantillon peut apparaître différente de la **tolérance** à la chaleur de la plante entière.

Nos travaux indiquent enfin qu'il faut ^{observer} / une prudence dans l'interprétation des résultats obtenus dans ces tests avant de conclure à une sensibilité ou une résistance à la sécheresse du matériel.

V - BIBLIOGRAPHIE ---

- ASANA, R.D., 1963 - In Environmental Control of Plant Growth, éd. par L. T. Evans, Academic Press, New-York, P. 364.
- BLUM, A. and EBERCON, A., 1981 - Cell. membrane stability in wheat Crop. Sci. 21-43-47.
- CISSE, L., IMBERNON, J., - Bilan hydrique et minéral des cultures d'arachide et de
DANCETTE C, 1985 mil à l'échelle d'un hectare. ISRA CNRA BAMBEY.
- DANCETTE, C., et SARH, L - Dégradation et régénération des sols dans les régions Cen-
1984 tre et Nord du Sénégal (Cap-Vert, Thiès, DIourbel, Louga).
Synthèse ISRA CNRA BAMBEY.
- CAUTREAU, J., 1966 - Recherches variétales sur la résistance de l'arachide à
la sécheresse. II. Les tests de vitesse de croissance
(T.C.R.) et les tests de résistance à la chaleur (T.C.R.).
Oléagineux, 12 : 741-745.
- GAUTREAU, J., 1977 - Niveaux de potentiels foliaires intravariétaux et adapta-
tion de l'arachide à la sécheresse au Sénégal. Oléagineux,
7 : 323-332.
- GAUTREAU, J., GARET, B. et J.C. MAUBOUSSIN, 1980 - Une nouvelle variété d'arachide ,
sénégalaise adaptée à la sécheresse : la 73-33. Oléagineux,
3: 149-154.
- HURD, E.A., 1975 - Need for physiology in breeding for drought resistance.
Presented to the Plant Physiology Seminar, University of
California, Riverside, October 22.
- ILJIN, W.S., 1930 - Di Ursachen der Resistenz von pflanzenzellen gegen Austro-
cknen. Protoplasma, 10, 379-414.
- ILJIN, W.S., 1953 - Causes of death of plants as a consequence of loss of wa-
ter : conservation of life in desicated tissues. Bull.
Torrey bot. Cl., 80, 156-177.
- ILJIN, W.S., 1957 - Drought resistance in plants and physiological processes.
Annu. Rev. Plant Phys. 8, 257-274.
- KETRING, D.L., 1985 - Physiological response of groundnut to temperature and
water deficit - Breeding implications = International sym-
posium on Agrometeorology of groundnut - 21-26. August
Niamey - NIGER.
- MAXIMOV, N.A., 1929 c - Internal factors of frost and drought resistance in plants.
Protoplasma, 7, 259-291.

- MAY, L.H. et MILTHORPE, F.L. , 1962 - Drought resistance of crop plants. Field Crop Abstracts, 15, 171-379.
- NDIAYE, A., 1979 - Contribution a l'étude de l'action de la sécheresse sur l'activité de quelques enzymes chez le mil (Pen-nisetum typhoides Burm.) - Thèse de 3e cycle Université PARIS VII.
- NDIAYE, A., 1982 - Physiologie de l'arachide : Rapport de synthèse 1981, doc. CNRA - BAMBEY.
- OPARINE, A.I., 1953 - Variations de l'activité des enzymes dans la cellule végétale sous l'effet des facteurs extérieurs. Bull. Soc. Chim. Biol., 35, 67-82.
- PREVOT, P., et OLLAGNIER, M., 1957- Le problème de l'eau dans l'arachide. Oléagineux, 4 : 215-223.
- SAINT-CLAIR, P.M., 1979 - Etude de quelques aspects de la résistance à la sécheresse du sorgho grain. TURRIALBA 29 (2), 139-146.
- SAINT-CLAIR, P.M., 1980 - Effet de l'âge et des conditions de croissance sur la résistance à la dessication de cultivars de sorgho grain Agronomie Tropicale XXXV (2), 183-188.
- STOCKER, O., 1948 - Beiträge zu einer Theorie der diirrerresistenz. Planta (Berl.), 35, 445-446.
- STOCKER, O., 1961 - Les effets morphologiques et physiologiques du manque d'eau sur les plantes. Recherches sur la zone aride XV. Echanges hydriques des plantes en milieu aride ou semi-aride, 69-113. Unesco.
- SULLIVAN, C.Y., 1971 - Technique for measuring plant drought stress. In drought injury and resistance in crops. CSSA Special publication N°2 - CROP SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, 1-18.
- SULLIVAN, C.Y., 1972 - Mechanisms of heat and drought resistance in grain sorghum and methods of measurement In sorghum in Sensivities - Editors N.G.P. Rao House. Oxford and IBI Publishing co. New Delhi = 247-264.
- SULLIVAN, C.Y., ROSS, W.M., EASTIN, J.D., and CLEGG, M.D., 1973 - Physiological selections for drought resistance in sorghum. In the physiology of yield and management of sorghum in relation to genetic improvement. Annual Report N° 7, University of Nebraska, ARS-USDA, the Rockefeller Foundation 43-57.

- VASILIEV, I.M., et VASSILIEV, M.G., **1936** -- Changes in carbohydrate content in wheat plant during the process of hardening for drought resistance. Plant Physiol., 2, 115-125.
- VIEIRA DA SILVA, J .B. , 1970- 1 - Recherches sur diverses manifestations de la résistance à la sécheresse chez les cotonniers. 2 - Proposition donnée par la faculté. Thèses de Doctorat d'Etat - ORSAY. A.0.4685.

Tableau 1 : Résistance Protoplasmique (chaleur!)

<u>Année 1981</u>				<u>Année 1982</u>				<u>Année 1983</u>				<u>Année 1984</u>			
<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>		<u>% dommage</u>	
57 -	422	36,39	a *	79 -	2	38,26	a	55 -	437	14,34	a	79 -	2	24,36	a
73 -	33	46,52	ab	73 -	33	39,91	a	57 -	422	20,33	ab	55 -	437	26,96	ab
23 -	206	53,60	b	69 -	101	50,41	ab	79 -	87	24,66	b	73 -	30	28,29	ab
55 -	437	58,82	b	28 -	206	52,73	ab	79 -	40	25,09	b	79 -	40	28,40	ab
73 -	30	60,77	b	57 -	313	53,02	ab	79 -	2	25,66	b	57 -	422	31,08	ab
<u>SERRE</u> (63 JOURS)				57 -	422	54,31	ab	57 -	313	26,84	b	79 -	87	36,78	ab
<u>MOYENNE</u> : 51,22				55 -	437	54,85	ab	73 -	30	28,92	b	73 -	33	37,21	ab
				73 -	30	63,29	b	73 -	33	29,28	b	57 -	313	38,44	ab
				<u>CHAMPS</u> (50 JOURS)				28 -	206	29,78	b	69 -	101	39,47	b
				<u>MOYENNE</u> : 50,85				69 -	101	32,36	b	28 -	206	39,96	b
								(64 JOURS)				<u>CHAMPS</u> (75 JOURS)			
								<u>MOYENNE</u> : 27				<u>MOYENNE</u> : 33,09			
								79 -	2	7,02	a				
								55 -	437	11,24	ab				
								57 -	313	12,30	ab				
								28 -	206	13,80	ab				
								69 -	101	15,19	ab				
								57 -	422	15,69	ab				
								79 -	40	15,84	ab				
								79 -	87	15,94	ab				
								73 -	33	16,31	ab				
								73 -	30	16,57	b				
								<u>CHAMPS</u> (76 JOURS)							
								<u>MOYENNE</u> : 13,99							

* Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman-keuls (à 5%).

Tableau 2 : Résistance Protoplasmique (Dessication)

<u>Année 1981</u>			<u>Année 1982</u>			<u>Année 1984</u>		
<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>		<u>Variétés</u>	<u>% dommage</u>	
73 - 33	27,43	a *	79 - 2	37,95	a	57 - 422	33,28	a
57 - 422	30,14	a	57 - 422	44,30	b	79 - 40	36,39	ab
55 - 437	39,83	b	57 - 313	46,78	bc	28 - 206	37,83	ab
28 - 206	41,64	b	69 - 101	48,93	bc	79 - 2	39,61	ab
73 - 30	44,78	b	73 - 33	50,39	bc	57 - 313	40,43	ab
<u>SERRE</u> (75 JOURS)			73 - 30	50,97	bc	73 - 33	40,78	ab
73 - 33 MOYENNE :	36,72	a	28 - 206	53,75	c	79 - 87	41,20	ab
57 - 422	41,87	ab	55 - 437	54,52	c	69 - 101	43,52	ab
57 - 313	42,74	ab	<u>SERRE</u> (49 JOURS)			55 - 437	50,42	b
79 - 2	47,71	ab	<u>MOYENNE</u> : 48,45			73 - 30	50,68	b
69 - 101	54,29	b	57 - 422	57,25	a	<u>CHAMPS</u> (76 JOURS)		
<u>SERRE</u> (39 JOURS)			55 - 437	58,18	a	<u>MOYENNE</u> : 41,41		
<u>MOYENNE</u> : 44,77			79 - 2	62,42	ab			
			57 - 313	66,23	bc			
			73 - 30	67,80	bc			
			28 - 206	70,09	bc			
			69 - 101	70,33	bc			
			73 - 33	73,32	c			
			<u>CHAMPS</u> (56 JOURS)					
			<u>MOYENNE</u> : 65,70					

Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au test de Newman-keuls (à 5%).

PEJORATION CLIMATIQUE (SERVICE BIOCLIMATOLOGIE ISRA-CNRA BAMBEY)



