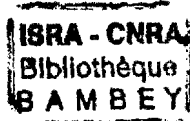


1986/86

ETUDES PHYSIOLOGIQUES SUR LA RESISTANCE A LA SECHERESSE DE:
L'ARACHIDE AU SENEGAL.
RESULTATS ACQUIS, TRAVAUX ACTUELS ET PERSPECTIVES.



D. ANNEROSE
C.N.R.A. BAMBEY

CN0101174

F600

ANN

I- INTRODUCTION

Dans les conditions de culture au Sénégal et en particulier pour ce qui concerne l'arachide l'eau constitue le facteur climatique limitant principal. Ce problème de l'alimentation hydrique de l'arachide et ses conséquences sur les rendements a été abordé depuis de longues années (PREVOT et coll. 1957) et a fait l'objet de nombreux travaux dont nous exposerons plus loin les principaux résultats.

Le phénomène global de diminution de la pluviométrie conjugué à la manifestation de périodes de sécheresse plus ou moins prolongées depuis plus d'une quinzaine d'années a accompagné les progrès constants effectués par la recherche agronomique à travers la mise au point de variétés plus performantes et de techniques culturales plus adaptées.

L'évolution de la situation climatique de ces dernières années a mis en évidence de façon dramatique la nécessité de poursuivre les efforts de recherche entamés afin d'assurer et de maintenir des niveaux de production compatibles avec les besoins alimentaires et économiques du pays.

Après une présentation succincte des principaux résultats obtenus les travaux menés actuellement seront décrits ainsi que les perspectives qu'il offrent et les voies nouvelles de recherche à explorer afin de répondre efficacement au problème ainsi posé.

II- TRAVAUX PRECEDENTS. ACQUIS

L'une des premières étapes a consisté à déterminer les différents stades de sensibilité à la sécheresse de l'arachide et à mettre en évidence les effets de la sécheresse sur la croissance et le développement de la plante (BILLAZ et OCHS 1961).

Les expérimentations menées avec des variétés tardives ont été réalisées en bacs de végétation, afin de maîtriser les apports en eau, ou au champ par la technique des parcelles temporairement couvertes. Les résultats ont mis en évidence :

- 1°. la sensibilité de l'arachide à la sécheresse durant toutes les phases de son cycle avec cependant une période critique allant du 50° au 80°j de son développement,
- 2°. que la sécheresse provoque une diminution de la croissance végétative, de l'activité de floraison et de formation des gynophores et du remplissage des gousses,
- 3°. la capacité de résistance à la sécheresse de la 47-16, lors d'une étude variétale comparative (BILLAZ 1962), qui a été conservée par la suite comme témoin de résistance à la sécheresse.

Dans un deuxième temps la mise au point et l'utilisation de tests dits de résistance à la sécheresse a permis une prospection systématique de l'importante collection existant.

Trois tests ont été utilisés:

- a) le test de germination à pression osmotique élevée (TOG), (GAUTREAU 1966a)
- b) le test de vitesse de croissance relative (TCR), (GAUTREAU 1966b),
- c) le test de résistance à la chaleur (TRC), (GAUTREAU 1966b).

Chacun de ces tests pris séparément ne pouvait rendre compte des mécanismes mis en oeuvre par la plante et de leur niveau d'interaction en condition de sécheresse, mais leur combinaison permettait d'avoir une appréciation, par le biais des quelques paramètres ainsi isolés, du comportement relatif de la plante. Certains d'entre eux (TRC et TCR) n'ont pu être conduits pour des raisons de reproductibilité que dans des conditions climatiques particulières (serre, enceinte régulée) ce qui limitait l'extrapolation des résultats aux conditions de culture réelles. Pour ces différentes raisons l'ensemble des résultats obtenus grâce à l'utilisation de ces tests a été suivi d'essais de confirmation comprenant l'établissement de courbes de sensibilité à la sécheresse pour chaque variété en serre ou au champ, des essais variétaux comparatifs pluriannuels en station et des essais de prévilgarisation dans des conditions de culture traditionnelles.

L'établissement des performances relatives aux tests de chaque variété par rapport à un témoin et pour différents niveaux d'alimentation hydrique suivies des essais de confirmation a permis d'écrémer la collection et de retenir un certain nombre de variétés a priori intéressantes pour

leur résistance à la sécheresse. C'est ainsi qu'ont été notamment mises en évidence les qualités de la 55-437 à cycle court qui est maintenant largement vulgarisée au Sénégal, la 70-112 à cycle intermédiaire et la 59-127 tardive destinée aux zones de pluviométrie plus favorables.

A partir des années 70 des travaux sur les paramètres hydriques de l'arachide sont venus s'ajouter à ceux précédemment décrits. Les variétés ainsi que les lignées proposées par les sélectionneurs ont été alors étudiées pour leur transpiration relative, leur résistance stomatique et leur potentiel hydrique foliaire. L'importance des conditions climatiques du moment sur les deux premiers paramètres, leur lourdeur et l'imprécision liée à leur détermination a principalement limité ce volet de recherches à l'étude des potentiels hydriques foliaires.

GAUTREAU (1977) a ainsi classé les variétés résistantes à la sécheresse en 3 catégories:

a) Les variétés ayant une bonne tolérance à la sécheresse qui présentent les potentiels foliaires les plus bas associés à une transpiration relative élevée. C'est le cas de la 59-127 et de la 73-33.

b) Les variétés à cycle court qui présentent des potentiels hydriques foliaires intermédiaires; elles échappent plutôt à la sécheresse de fin de cycle. C'est le cas de la 55-437 et de la 73-30.

c) Les variétés à potentiels élevés généralement associés à une transpiration relative satisfaisante; ces variétés évitent les effets de la sécheresse plutôt qu'elles ne les tolèrent. C'est le cas de la 57-422.

Des essais variétaux multilocaux ont montré que les variétés à potentiels hydriques foliaires les plus bas assureraient les meilleurs rendements. L'un des résultats essentiels de cette phase de travaux a été la vulgarisation de la 73-33 (GAUTREAU et coll. 1980) et de la 73-30 à cycle court et graines dormantes. Les variétés isolées à partir de ces tests ont été croisées et les descendances d'hybrides obtenus ont été testées du point de vue du potentiel hydrique. Les résultats obtenus restent à exploiter, GAUTREAU (1984) ayant par ailleurs montré qu'il y avait conservation des niveaux de potentiels foliaires avec un maintien des distances interhybrides au cours des générations et une dérive vers les potentiels les plus élevés.

III- TRAVAUX ACTUELS

1- Bases

La nature et la complexité des processus physiologiques conférant la résistance à la sécheresse (LEVITT 1972), leur niveau d'interaction ainsi que le coût énergétique associé à leur développement et à leur maintenance (HALL et coll. 1979)

reflètent le risque qui existe de sélectionner sur un seul critère physiologique. Outre que les progrès à terme sont aléatoires on risquerait d'obtenir in fine un individu ultra-performant pour le caractère en question et par ailleurs in-intéressant d'un point de vue agronomique. On pourrait penser qu'une approche empirique basée uniquement sur l'expression des rendements au champ serait une voie simplifiée de l'appréciation du niveau global d'intégration des mécanismes de résistance au niveau de la plante. Malheureusement cette approche est difficilement employable dans ces conditions semi-arides qui sont le lieu de variations importantes de l'intensité et de la date d'apparition de la sécheresse durant le cycle de développement de la plante. Ces considérations nécessitent une approche pluridisciplinaire dans le cadre d'un programme de sélection pour la résistance à la sécheresse. ↑

Depuis 1983-1984 un nouveau programme a été initié qui associe étroitement la sélection et la physiologie visant à mettre au point des variétés résistantes en sélectionnant directement sur des critères physiologiques. La première étape de ce programme a consisté à caractériser les types de sécheresse auxquels la plante sera soumise et de proposer des voies de recherche visant à produire des variétés adaptées.

Deux zones ont été schématiquement distinguées: ↗

a) Une zone de saison des pluies courte avec des faibles précipitations qui correspond à la région Centre-Nord du Sénégal. L'objectif pour cette zone est la création d'une variété à cycle plus court que celui des variétés vulgarisées actuellement (55-437 et 73-30 de 90j). La longueur maximale du cycle à obtenir a été fixée à 75 jours ce qui correspond à la précocité maximale disponible en collection (var. Chico). Une sélection par back-cross successifs a été initiée afin d'associer les gènes de précocité de Chico, qui a par ailleurs un comportement agronomique peu intéressant, aux potentialités agronomiques des variétés 55-437 et 73-30.

b) Une zone de saison des pluies plus longue avec l'apparition de sécheresses plus ou moins intenses qui correspond à la région Centre du bassin arachidier. Dans ce deuxième cas une sélection récurrente sur une population de départ à large variabilité génétique précèdera, après extraction de populations à différents niveaux, une sélection classique (KHALFAOUI et coll. 1985). La sélection se fait sur différents critères qui ont été choisis et mis au point sur la base des travaux antérieurs et en tenant compte de la complexité des mécanismes mis en jeu. ↘

2- Les tests de sélection pour la résistance à la sécheresse

Le choix d'une sélection directe par des tests physiologiques impliquent que ceux-ci présentent des propriétés qui sont parfois incompatibles entre elles. Un bon test de sélection doit être non destructif, reproductible, rapide et praticable sur un grand nombre d'individus. L'un des problèmes les plus importants dans l'obtention de ces caractéristiques ↗

est notamment le passage d'un test applicable à un individu à un test praticable sur plusieurs centaines. Cette contrainte explique que les tests choisis et qui vont être présentés ci-dessous sont à des niveaux de développement différents.

2.1- Résistance biotoplasmaïque des membranes

Ce test permet d'exprimer la capacité de la plante à maintenir l'intégrité de ses structures sous l'effet d'un stress hydrique ou thermique. Si ces structures sont peu altérées le tonoplasme cellulaire se comportera comme une membrane semi-perméable aux substances dissoutes (sucres, électrolytes, etc.), dans le cas contraire la diffusion de ces substances sera facilitée. Des travaux menés durant plusieurs années (A. N'DIAYE 1982, 1983, 1984) ont permis de montrer que les variétés présentant la meilleure résistance protoplasmique à la chaleur présentaient aussi les meilleures résistances à la dessiccation provoquée par des traitements osmotiques au Polyéthylène Glycol 600 (PEG). Ce test est maintenant parfaitement adapté aux conditions de sélection, l'intégrité membranaire étant déterminée après action de la chaleur soit par conductimétrie soit par dosage du Phosphate inorganique libéré. Les résultats obtenus à ce test lors d'une comparaison variétale sont indiqués dans le tableau I.

2.2- Teneur en amidon dans les racines

En condition de sécheresse la fermeture des stomates limite les échanges gazeux de la plante (H_2O , CO_2) et est à l'origine d'une carence glucidique de la plante comme semble l'attester le fait que dans un même temps la croissance végétative est moins affectée que la production florale en cas de sécheresse. Les plantes constituant des réserves en amidon durant la période favorable, notamment dans les racines, pourront en cas de sécheresse mobiliser ces réserves afin d'assurer l'activité de maintenance et de croissance de leurs organes. Ce test est très lourd à mener et malgré la collaboration d'instituts spécialisés comme l'ORANA le délai entre les prélèvements et l'obtention des résultats est trop long. L'une de nos préoccupations consiste actuellement à l'alléger au maximum (tableau I).

2.3- Vitesse de croissance racinaire

La rapidité d'installation du système racinaire est une caractéristique importante pour l'utilisation des premières pluies. Elle conduit à une meilleure colonisation du sol par les racines et à une meilleure extraction de l'eau du sol qui durant les périodes de sécheresse permet de limiter le niveau de stress hydrique dans la plante. Des travaux préliminaires ont été menés et ont montré que l'on peut classer les variétés en deux catégories, celles à croissance racinaire rapide et celles à croissance lente (N'DIAYE 1981). Ce test est heurté jusqu'à présent à des problèmes méthodologiques qui ont pu être contournés partiellement par une étude menée en conditions aéronautiques en collaboration avec le CIRAD. Un dispositif prototype est actuellement en phase

d'évaluation qui devrait nous permettre d'adapter rapidement ce test.

2.4- Le "Crop Water Stress Index" (CWSI)

Ce concept dérive du concept de "Stress Degree Day" (SDD) qui établit qu'à mesure que la transpiration de la plante ou de la culture approche son niveau potentiel sa température diminue (IDSO et coll. 1978). La sommation des différences journalières de températures entre la culture (ou la plante) et l'air ($T_c - T_a$) s'est révélée être un bon indicateur de l'état hydrique de la culture (EHRLE et coll. 1978). Cependant la prise en compte du bilan d'énergie indique que ce paramètre est non seulement sensible à la sécheresse mais aussi aux conditions locales (pression de vapeur, radiation nette, vitesse du vent). Le développement du CWSI a permis de normaliser le concept de SDD. En résumé il établit qu'à chaque valeur de déficit de pression de vapeur il existe une limite supérieure et inférieure de différence de température entre la culture (ou la plante) et l'air (JACKSON et coll. 1981). Une mesure de $T_c - T_a$ permet ainsi d'avoir une estimation du rapport Evapotranspiration réelle sur Evapo-transpiration maximale (ou potentielle) ETR/ETM , le CWSI donnant lui une estimation proche de $1 - ETR/ETM$ (IDSO et coll. 1981). Ainsi à mesure que le rapport ETR/ETM varie de 1 à 0 donc que la plante ou la culture subit un stress hydrique important le CWSI varie de 0 à 1. Des études préliminaires ont été menées cette année grâce à des mesures en téléthermométrie infra-rouge qui mettent en évidence des variations du CWSI avec l'état hydrique, l'heure de la journée, la saison et le type de variété (figures 1 et 2). Cette méthode de détermination de l'état hydrique d'une plante ou d'une culture est très rapide et présente l'avantage supplémentaire d'être non-disruptive. Nous comptons l'appliquer prochainement à condition que l'équipement correspondant soit disponible.

3. Effets de la sécheresse sur le développement et les paramètres physiologiques.

Parallèlement à cet ensemble de travaux de mise au point et de réalisation des tests des actions sont menées afin d'améliorer les connaissances sur la réponse intégrée de la plante à la sécheresse et d'apprécier de façon quantitative et qualitative les mécanismes physiologiques qui déterminent cette réponse. Tout gain de connaissance sur les caractéristiques individuelles de chaque variété permettra ainsi d'améliorer le choix des parents dans le programme de sélection et la qualité des critères de sélection des individus résultant des croisements et de leurs descendance.

3.1 Réponse à la sécheresse.

La réponse de l'arachide à des sécheresses d'intensité et de dates d'apparition différentes est évaluée dans un dispositif au champ installé en contre-saison grâce à un sys-

7

tème d'irrigation différentielle (HANKS et coll. 1976) et dans un dispositif pluri-annuel en conditions pluviales, la sécheresse étant dans ce cas provoquée par un décalage de la date de semis. Les principaux résultats (ANNEROSE 1984, 1985) indiquent que:

a) Il existe une relation linéaire entre le rendement et la quantité d'eau reçue à tous les stades de sécheresse (tableau II).

b) Une sécheresse durant le stade végétatif provoque une diminution de la sensibilité à la sécheresse des variétés testées qui s'accompagne d'une diminution du potentiel productif.

c) Le stade le plus sensible à la sécheresse est la phase de fructification active-remplissage des gousses (tableau III).

d) La composante du rendement la plus sensible à la sécheresse est la densité en gousses/m². La plante développant une stratégie consistant à réduire son nombre de fruits afin de maintenir le plus grand nombre de gousses viables (tableau IV).

e) La sécheresse provoque une diminution de la quantité de C et de N fixé dans la plante, une utilisation prolongée du C et du N fixé par les organes végétatifs et une réduction de la vitesse d'accumulation du C dans les graines (figure 3).

Ces premiers résultats permettent de distinguer plus précisément durant le développement de la plante les phases sensibles des phases dites critiques. Cette notion du type de phase est importante dans la mesure où une sécheresse d'intensité constante pourra avoir des effets extrêmement différents selon sa localisation dans le temps. DANCETTE (1984) a réalisé une étude sur les probabilités d'occurrence de sécheresse sur 40 années basée sur l'estimation du rapport ETR/ETM grâce à un modèle de simulation du bilan hydrique (tableau V). Il apparaît que si dans l'ensemble une variété de 90 jours est bien adaptée aux conditions climatiques de la zone de Bambey les risques de sécheresse pour une variété de 105 jours sont progressivement devenus très importants notamment durant la phase critique du développement. L'objectif sera donc pour ce dernier type de variété d'améliorer ses capacités de résistance à la sécheresse durant la phase critique particulièrement exposée au risque de sécheresse. Dans le cas de la variété de 90 jours la durée potentielle de la saison des pluies permet par contre de choisir la date de semis réduisant au maximum les risques de sécheresse.

3.2 Etude des paramètres physiologiques.

Un ensemble de travaux a été récemment initié afin de déterminer les effets de la sécheresse sur la résistance stomatique, le potentiel hydrique et l'activité photosynthétique. GAUTREAU (1977) a montré par l'intermédiaire de mesures de transpiration relative qu'il existait des différences variétales significatives en ce qui concerne la régulation stomatique et le potentiel hydrique de l'arachide. Il appa-

rait dès lors intéressant de s'interroger sur les effets de cette régulation sur la productivité dont la photosynthèse est un excellent critère d'évaluation. Une méthode simple de mesure a été développée à cette occasion qui permet de déterminer en conditions naturelles l'assimilation foliaire nette de CO₂ (ANNEROSE 1986 en cours). Dans un premier temps cette étude a été réalisée sur une variété, la 73-30 afin d'évaluer ces capacités d'acclimatation à la sécheresse. Durant la saison des pluies 2 parcelles, une témoin bien alimentée en eau et une "adaptée" soumise à une succession de cycles de sécheresse entrecoupés de périodes de réhydratation à capacité au champ par des irrigations complémentaires ont été analysées pour ces caractéristiques durant une période de sécheresse. Ces situations simulent des conditions climatiques maintenant fréquentes dans le bassin arachidier. Brièvement il apparaît que:

a) la manifestation d'un stress hydrique provoque une diminution des potentiels hydriques foliaires plus importante chez les plantes adaptées (figure 4)

b) la réponse des stomates à la sécheresse est plus rapide et plus forte chez les plantes adaptées qui limitent ainsi rapidement leurs pertes en eau par transpiration (figure 5)

c) l'activité photosynthétique est fortement diminuée chez les plantes adaptées principalement sous l'effet de la fermeture des stomates (figure 6).

Ces premiers résultats indiquent que la réaction de la plante à la sécheresse n'est pas définie une fois pour toute et qu'elle peut évoluer en fonction de son passé (nombre de cycles de sécheresse, intensité, date de manifestation) et probablement de son stade de développement (ACKERSON et coll. 1977). Des travaux ultérieurs devraient permettre de préciser l'importance de ce phénomène d'acclimatation, déterminer l'intérêt et le coût du maintien de l'activité photosynthétique en conditions de stress hydrique et évaluer les possibilités de sélectionner pour un tel caractère.

IV- PERSPECTIVES

Ce programme de recherche est actuellement à un tournant important. La réorientation des actions qui le compose, dans le but d'améliorer son efficacité, a pu se faire aisément grâce à la qualité des acquis accumulés précédemment. Un certain nombre de points requièreront cependant un effort continu:

- Il convient d'augmenter l'efficacité de certains des tests en les allégant ou en les remplaçant par d'autres plus performants. L'un des désavantages de certains tests résultant de leur qualités telles qu'elles ont été énoncées plus haut est que leur rapidité ne permet pas parfois de mettre en évidence les capacités d'acclimatation que la plante développe en conditions naturelles. L'importance de ce mécanisme a été mis récemment en évidence (tableau VI). Il apparaît nécessaire de mettre au point et d'introduire des méthodes d'évaluation de ce processus en amont dans le programme de sélection avant que tout ne soit joué.

- Il est nécessaire d'étendre les travaux sur la réponse au stress hydrique à l'ensemble des variétés afin de préciser les interactions variétés x sécheresse et d'améliorer nos connaissances sur les mécanismes d'adaptation à la sécheresse durant les phases dites critiques. Ceci devrait permettre un choix rationnel des variétés pour une zone donnée basé sur la connaissance de la durée des pluies et la probabilité d'occurrence des dates de sécheresse, d'adapter les dates de semis afin d'éviter les périodes de stress durant les phases critiques et de maximiser ainsi l'utilisation de l'eau par la plante.

- La poursuite de l'étude des caractéristiques physiologiques s'impose pour obtenir une meilleure compréhension des mécanismes de résistance à la sécheresse de l'arachide. Les résultats préliminaires montrent la nécessité de poursuivre les travaux sur les paramètres hydriques, d'entamer des recherches sur l'importance du maintien de la photosynthèse, la respiration, le transport et l'utilisation des assimilats en condition de sécheresse afin de déterminer la meilleure réponse adaptative pour une situation climatique connue. Ces travaux nécessiteront l'élargissement de la collaboration que nous avons déjà développée avec différents laboratoires afin d'obtenir l'efficacité des moyens qui nous fait parfois défaut dans certains domaines.

- Afin d'améliorer notre efficacité il est aussi souhaitable d'élargir la collaboration entre disciplines notamment avec les agronomes et les bioclimatologistes ce qui permettrait d'intégrer dans une démarche commune les connaissances sur le climat, l'importance des paramètres physiologiques et des pratiques culturales, conduirait à une meilleure compréhension des effets de la sécheresse sur la productivité et permettrait de proposer des alternatives réalistes compte tenu des particularités de la zone concernée.

- ACKERSON R.C. et D.R. KRIEG. 1977. Stomatal and non stomatal regulation of water-use in cotton, corn and sorghum. PLANT PHYSIOL. 60: 850-853
- ANNEROSE D. 1984. Réponse d'une variété d'arachide soumise à des sécheresses d'intensité croissante durant différentes phases de son cycle. Doc. ISRA. 41p
- ANNEROSE D. 1985. Effets de la date de semis sur la croissance, le développement, la fixation et l'utilisation du carbone et de l'azote par l'arachide. Doc. ISRA. 12p
- BILLAZ R. et P. OCHS. 1961. Stades de sensibilité de l'arachide à la sécheresse. Oléagineux, 10: 605-611
- BILLAZ R. 1962. Comparaison de quatre variétés d'arachide pour leur résistance à la sécheresse. Oléagineux, 1: 35-39
- DANCETTE C. 1984. Contraintes pédoclimatiques et adaptation de l'agriculture à la sécheresse en zone inter-tropicale. Actes du colloque "Résistance à la sécheresse en milieu inter-tropical". 24 au 27/9/1984. CIRAD-ISRA. p 27
- EHRLER W.L., IDSO S.B., JACKSON R.D. et REGINATO R.J. 1978. Wheat canopy temperature: relation to plant water potentials. AGRON. J. 70: 251-256
- FOREST F. 1984. Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales. Présentation et utilisation du logiciel BIP. DOC. GERDAT MONTPELLIER.
- GAUTREAU J. 1966a. Recherches variétales sur la résistance de l'arachide à la sécheresse. I. Les tests de germination à pression osmotique élevée. Oléagineux, 7: 437-440
- GAUTREAU J. 1966b. 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.R.C). Oléagineux, 12: 741-745
- GAUTREAU J. 1977. Niveaux de potentiels foliaires intravariétaux et adaptation 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
- GAUTREAU J. 1984. Les recherches sur la résistance à la sécheresse chez l'arachide menées au Sénégal. Résultats acquis et état actuel. Actes du colloque "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical". 24 au 27/9 1984. CIRAD. ISRA.
- HALL A.E., CANNELL G.H. et LAWTON H.W. 1979. Crop adaptation to semi-arid environments. Ecological Studies 34. Agriculture in semi-arid environments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p149
- HANKS R.J., KELLER J., RASMUSSEN V.P. et G.D. WILSON. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 426-429

- 11
- IDSO S.B., JACKSON R.D. et R.J. REGINATO. 1978. Extending the "degree day" concept of plant phenological development to include water stress effects. Ecology. 59: 431-433
 - IDSO S.D., JACKSON R.D., PINTER Jr P.J., REGINATO R.J. et HATFIELD J.L. 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. Agric. Meteo. 24: 45-55
 - JACKSON R.D., IDSO S.B., REGINATO R.J. et PINTER Jr P.J. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water Res. Res. 17, 4: 1133-1138
 - KHALFAOUI J.L.B. et D. ANNEROSE. 1985. Création variétale d'arachides adaptées aux contraintes pluviométriques des zones semi-arides. Colloque Arachide. Niamey. Sept. 1985.
 - LEVITT J. 1972. Responses of plants to environmental stress. Academic Press, New-York
 - N'DIAYE A. 1982. Physiologie de l'arachide. Rapport de synthèse 1981. Doc. ISRA.
 - N'DIAYE A. 1983. Physiologie de l'arachide. Rapport de synthèse 1982. Doc. ISRA.
 - N'DIAYE A. 1984. Physiologie de l'arachide. Rapport de synthèse 1983. Doc. ISRA.
 - PREVOT P. et M. OLLAGNIER. 1957. Le problème de l'eau dans l'arachide. Oléagineux. 4: 215-223

Tableau I: Résistance protoplasmique (A) et teneur en amidon (B) dans les racines de quelques variétés d'arachide

Variétés	% d'intégrité absolue (A)	Mg de glucose /g de MS (B)
57-422	60,4	19,6
KH-149A	56,8	14,4
73-30	55,6	16,2
79-66	54,1	13,7
55-437	47,4	14,5
69-101	47,4	15,1
47-16	45,6	13,8

Tableau II: Relations entre les rendements et la quantité d'eau recue et indices de sensibilité relative à la sécheresse pour 4 niveaux d'alimentation hydrique (variété 73-30).

Traitement	Equation de régression	R	I.S.R.
R0 : G.	$Y = 11,36X - 2187$	0,96 **	1
R0 : F.	$Y = 9,55X - 295$	0,92 **	1
R1 : G.	$Y = 8,35X - 1530$	0,98 **	1,21
R1 : F.	$Y = 6,88X - 109$	0,84 **	1,23
R2 : G.	$Y = 12,04X - 2385$	0,98 **	0,94
R2 : F.	$Y = 13,43X - 1330$	0,74 **	0,59
R3 : G.	$Y = 11,56X - 2642$	0,87 **	0,98
R3 : F.	$Y = 19X - 3261$	0,98 **	0,01

** : significatif à 1%

R0: témoin non stressé; R1: stress de la levée au 40^e jour;
R2: stress du 47^e jour au 75^e jour; R3: stress du 77^e jour au 88^e jour.

I.S.R.: Indice de Sensibilité Relative = $1 - ((pR_i - pR_0)/pR_0)$
avec pR_i = pente de la droite de réponse à l'eau du traitement R_i .

Tableau III: Effets de l'intensité et du stade de manifestation de la sécheresse sur les rendements (kg/ha) en gousses et en fanes de la variété 73-30.

Stades	Niveaux de sécheresse			$\bar{X}$	I.S.A.
	H	MH	S		
R0	G. : 2440	: 1600	: 320	1450	87
	F. : 3540	: 2930	: 1310	2590	63
R1	G. : 1410	: 740	: 180	780	87
	F. : 2200	: 1710	: 1250	1720	43
R2	G. : 1590	: 890	: 80	850	95
	F. : 2810	: 2390	: 1180	2130	58
R3	G. : 1020	: 250	: 10	430	99
	F. : 2760	: 1610	: 580	1650	79
$\bar{X}$	G. : 1610	: 970	: 150		
	F. : 2830	: 2160	: 1080		

G.: gousses; F.: fanes; H: humide; MH: moyennement humide; S: sec

I.S.A.: Indice de Sensibilité Absolue = $(1 - (Rdt\ S/Rdt\ H)) \times 100$

Tableau IV: Effets de l'intensité et du stade de manifestation de la sécheresse sur les composantes du rendement de la variété 73-30

				*		
		Niveaux de sécheresse				*
Stades					X	I.S.A.
		H	MH	S		
		Gousses/m2				
R0		290	210	70	190	76
R1		210	130	45	128	79
R2		260	150	30	150	90
R3		160	70	10	80	93
X		230	140	39		
		Poids de 100 gousses (g)				
R0		83	76	46	68	45
R1		67	55	35	52	47
R2		61	59	30	50	51
R3		63	36	23	41	63
X		68	56	33		
		Rendement au décorticage				
R0		0,78	0,77	0,62	0,72	20
R1		0,75	0,70	0,59	0,68	21
R2		0,69	0,72	0,60	0,67	13
R3		0,73	0,61	0,59	0,64	18
X		0,74	0,70	0,60		

* voir tableau III

Tableau V: Pourcentage d'années pendant lesquelles furent subies des sécheresses graves (ETR/ETM < 50%) pendant les phases du cycle d'une culture d'arachide à Bambey en sol sableux (réserve utile de 80 mm/mètre).
Extrait de DANCETTE (1984)

	Phases du cycle			Sur
				2
	Végétative	Floraison	Maturation	phases
1940-1949	10	20	40	0
1950-1967	6	6	28	0
1968-1979	0	33	75	25

Pour une variété de 105 jours

	Phases du cycle			Sur
				2
	Végétative	Floraison	Maturation	phases
1940-1949	10	20	0	0
1950-1967	17	17	0	17
1968-1979	8	17	0	0

Pour une variété de 90 jours

18

Tableau VI: Effets de la sécheresse sur le rapport parties aériennes/parties racinaires (PA/PR), la teneur en amidon dans les racines (A.) et la résistance protoplasmique (R.) de 2 variétés d'arachide.

	574 772				73-33			
	Adapté		Témoin		Adapté		Témoin	
	C	S	C	S	C	S	C	S
PA/PR :	1,97	2,44	1,9	1,58	2,35	1,87	2,4	2,65
A. *	12,55	11,09	10,4	9,46	9,14	10,3	11,22	7,19
R. **	46,5	33,87	55,16	64,81	10,99	8,7	15	18,66

* Teneur en amidon en mg de glucose/gr. de mat. sèche

** Résistance protoplasmique en % d'intégrité absolue

Le lot adapté a subi une série de 4 cycles de sécheresse entrecoupés de phases de réhydratation, le lot témoin a été constamment bien irrigué.

Le traitement S correspond aux lots testés durant un 5^e cycle de sécheresse et le traitement C aux lots testés au même moment dans de bonnes conditions hydriques.

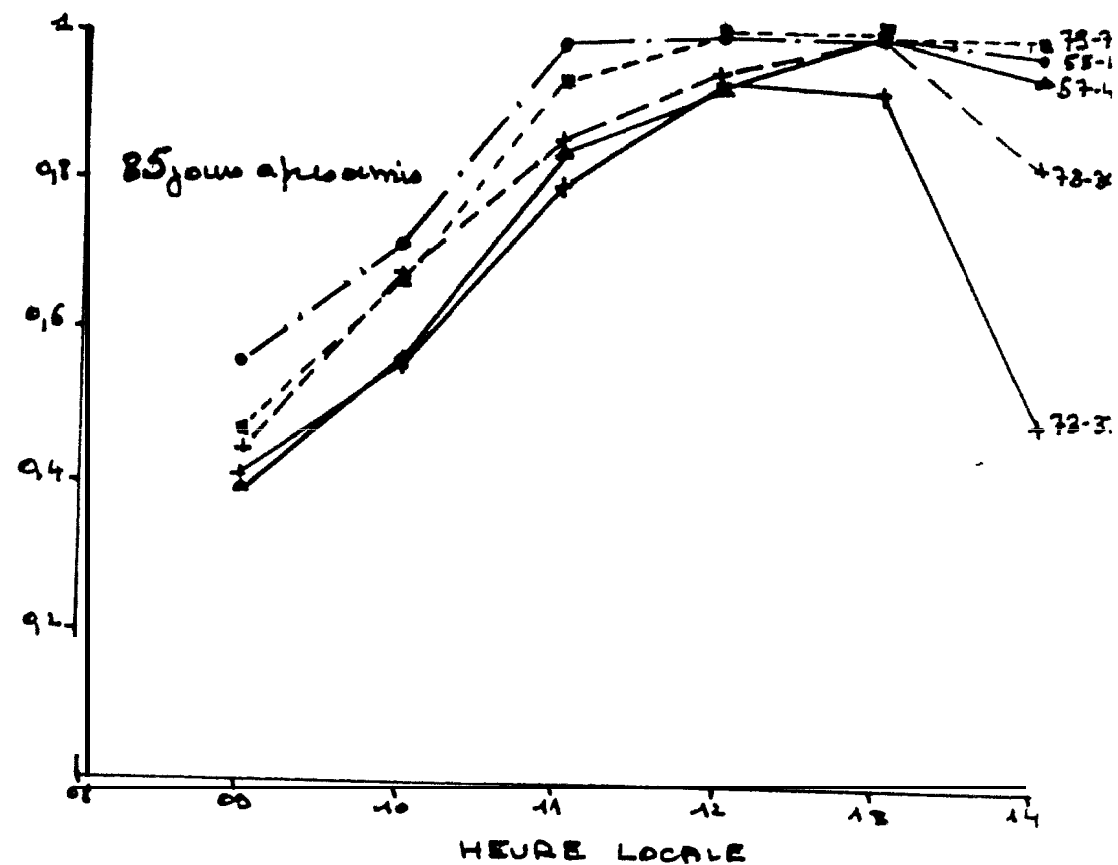
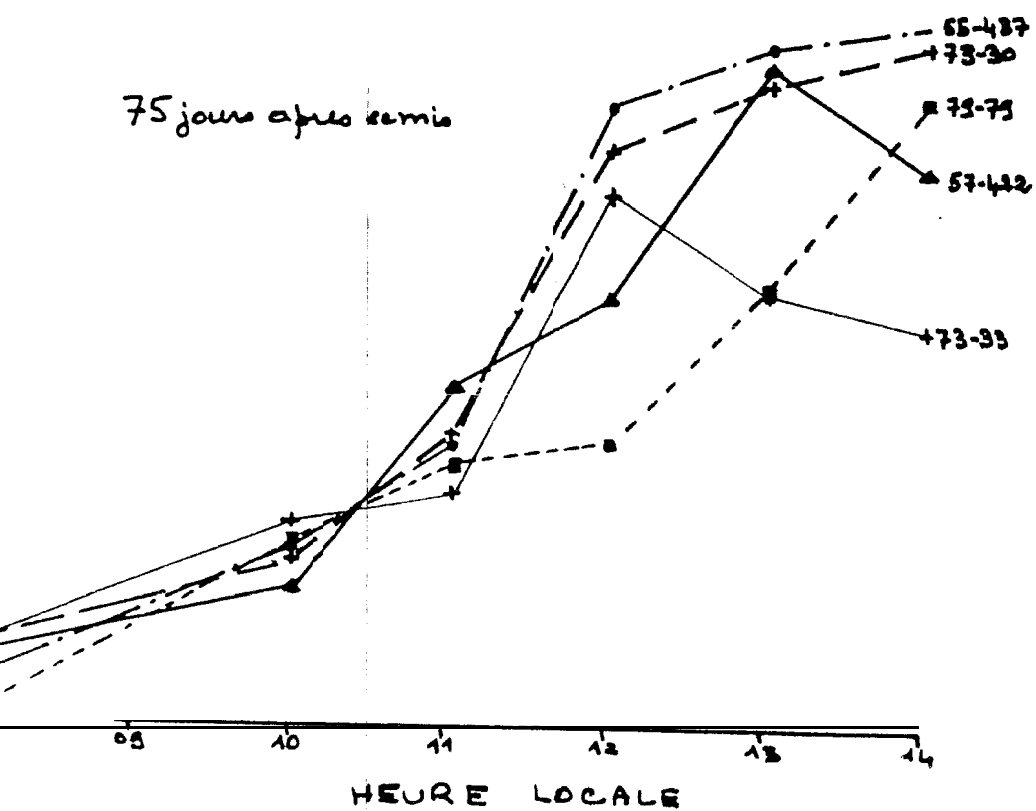
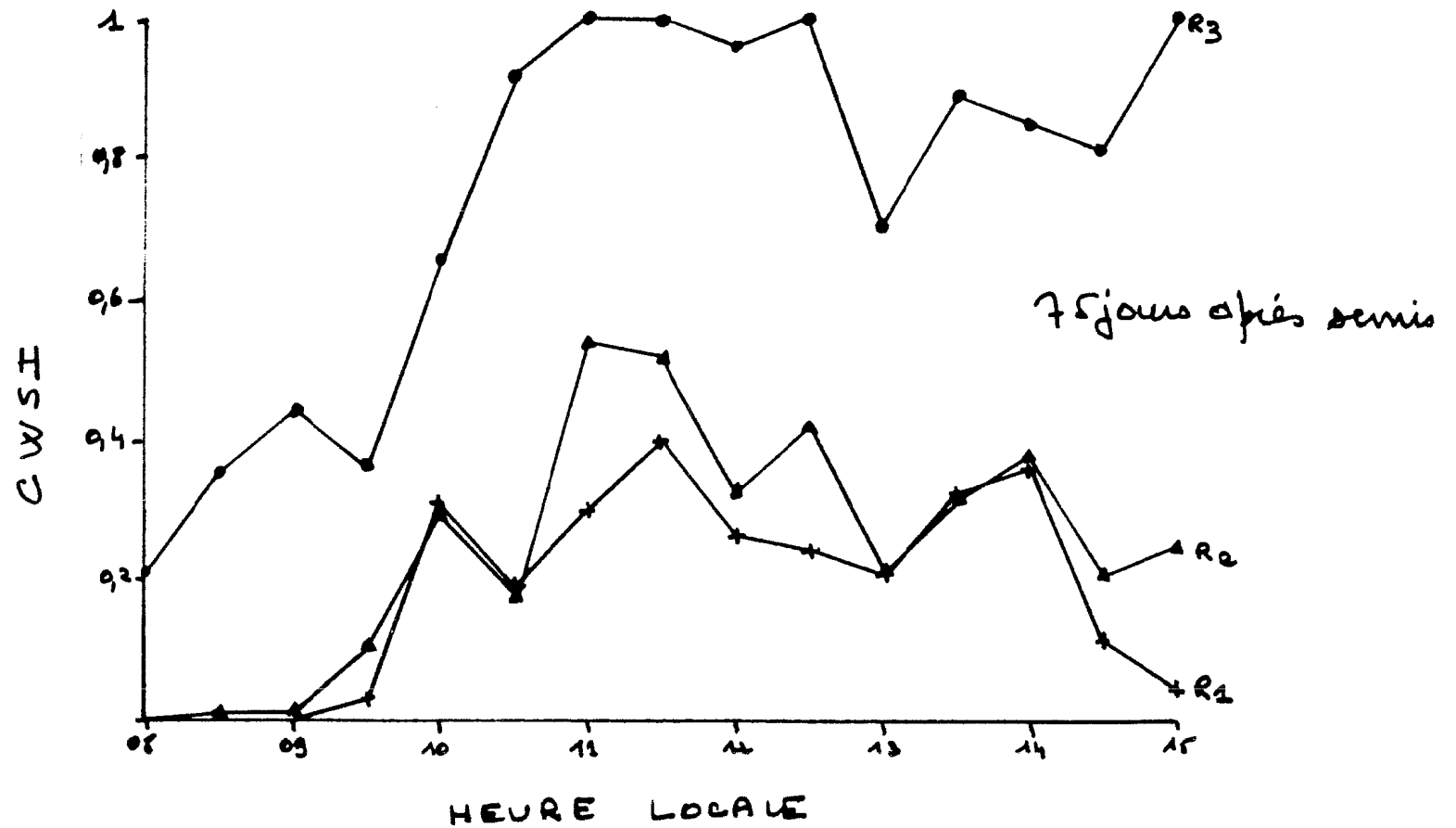
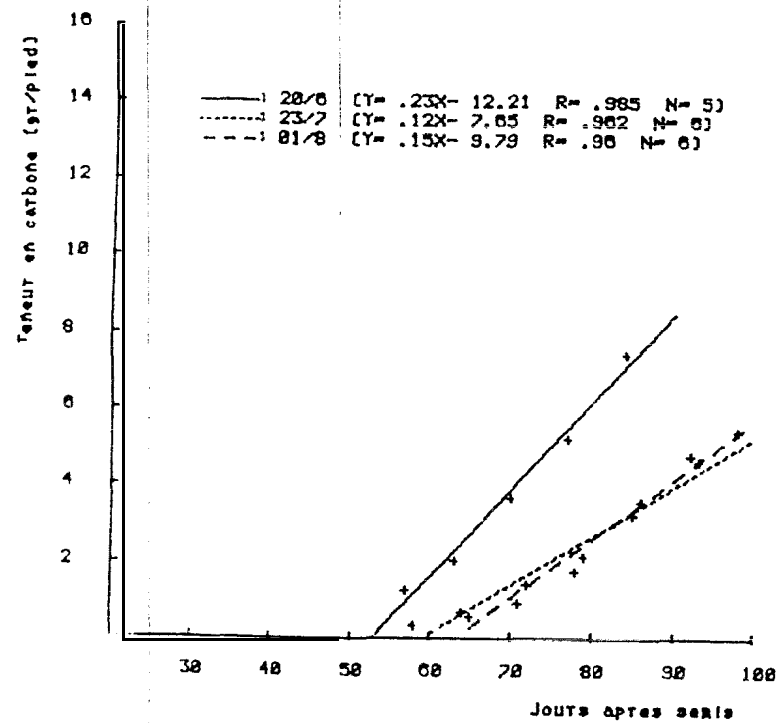


Fig1 Variation journalière du CWSI pour 5 variétés d'anchoa capturées au champ en fluvial à 2 périodes de l'un cycle.

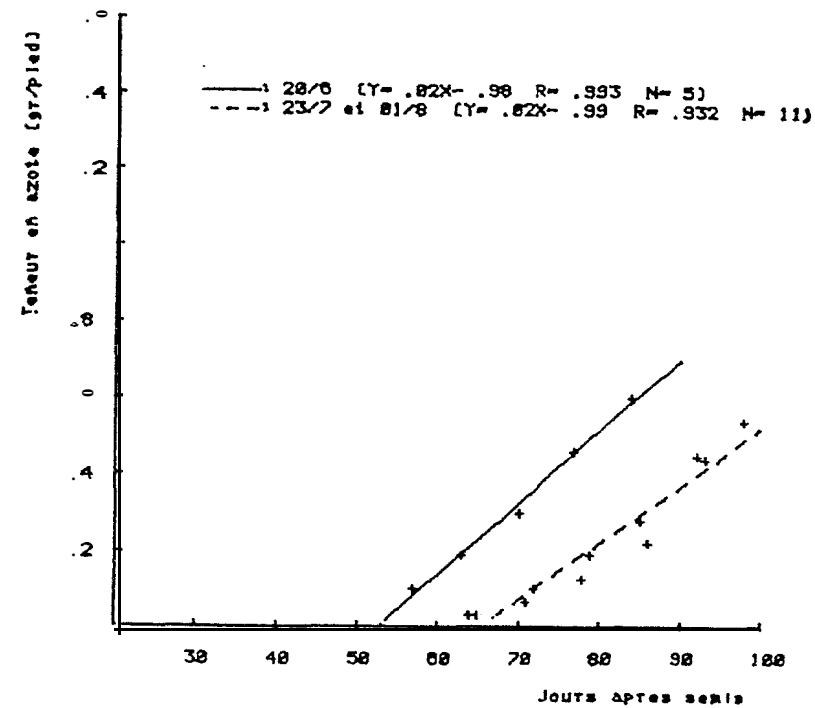


Fi. 2: Variation du CWSI sur une culture de courgette (73-30) pour 3 niveaux d'alimentation hydrique

R1: Étuvier + irrigation complémentaire tous les 2 jours
 R2: " " " " 4 jours
 R3: Étuvier strict.



EVOLUTION DE LA TENEUR EN CARBONE DES GRAINES POUR 3 DATES DE SEMIS.



EVOLUTION DE LA TENEUR EN AZOTE DES GRAINES POUR 3 DATES DE SEMIS. LES VALEURS OBTENUES POUR S2 ET S3 ONT ETE REGROUPEES.

FIGURE 3

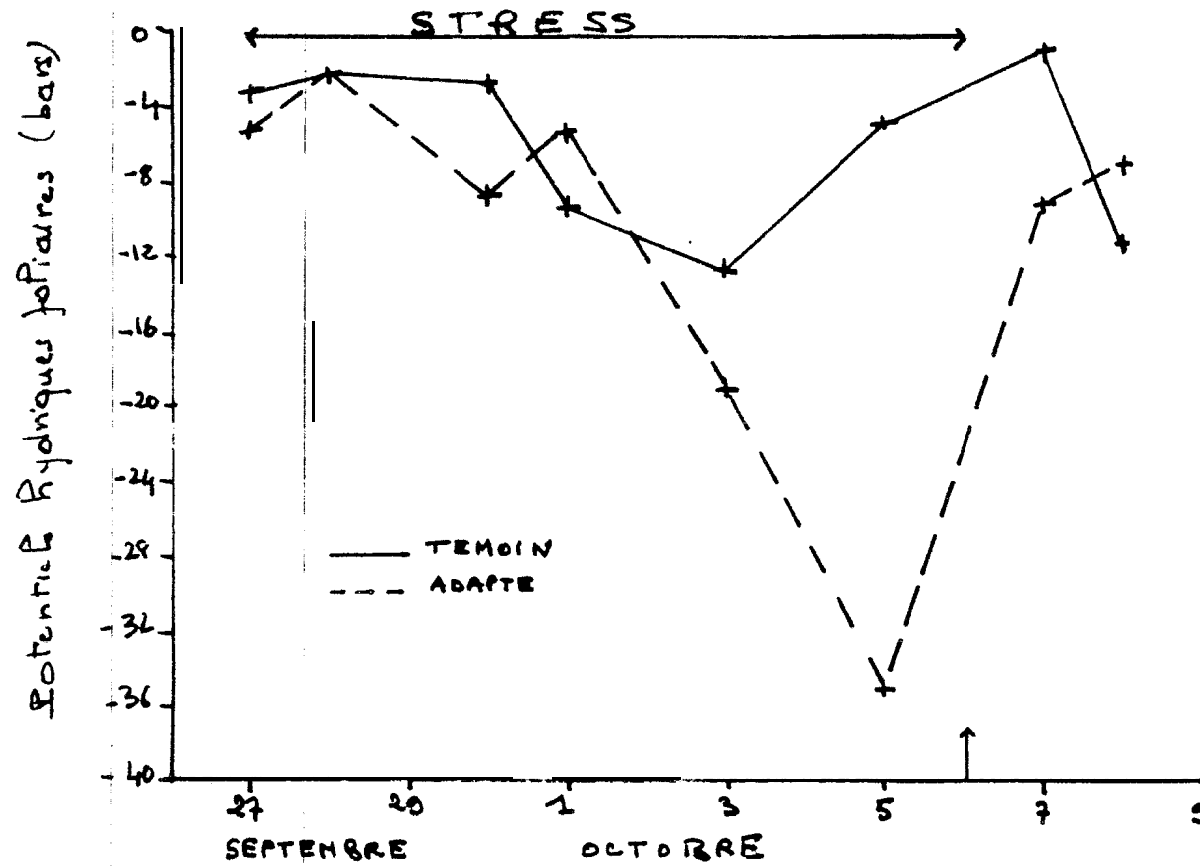


Fig 4: Evolution du potentiel
Hydrique foliaire de plants d'ourache. Le
lot adapté a précédemment subi une série de
cycles de sécheresse d'une durée de 5 jours entre
coupes de périodes de réhydratation en copacité au champ
↑: Irrigation

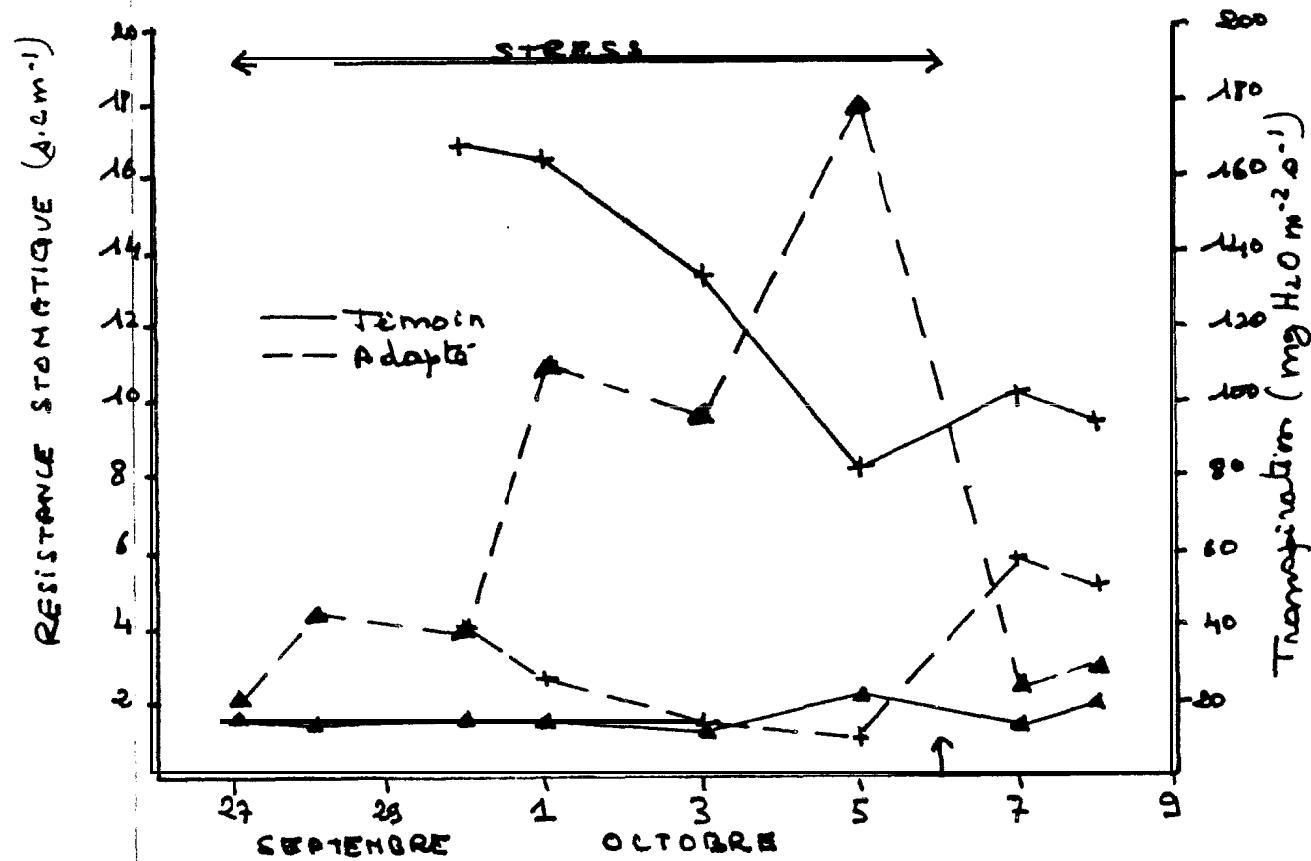


Fig 5: Evolution de la résistance stomatique et de la transpiration de plant d'arabide soumis à des conditions hydriques différentes (voir Fig 4)

▲ : Résistance stomatique
+ : Transpiration