

86/030

23 06 1986

D. ANNEROSE
IRHO / CIRAI)
ISRA. CNRA BAMBEY
SENEGAL

JUIN 1986

CN0101142
A540
ANN

COMPTE-RENDU SCIENTIFIQUE
DE MISSION

I. INTRODUCTION

Depuis 1983 un nouveau programme d'amélioration variétale de l'arachide pour la résistance à la sécheresse a été mis en place au CNRA de Bambey. Ce programme repose sur une association étroite entre la sélection et la physiologie et les chercheurs de ces différentes disciplines ont pu bénéficier, outre de la qualité des résultats déjà acquis, d'une fructueuse collaboration avec d'autres laboratoires notamment celui du Pr Vieira da Silva de l'Université Paris 7.

C'est dans ce cadre qu'a pu se dérouler cette mission durant les mois d'avril à juin au laboratoire de Biologie Végétale et d'Ecologie Forestière de Paris 7 à Fontainebleau.

II. OBJECTIFS

L'un des objectifs du programme est de sélectionner des variétés d'arachide destinées à la région Centre du bassin arachidier. Cette zone est caractérisée par une période des pluies généralement longue avec cependant l'apparition de sécheresses plus ou moins intenses durant notamment la phase de fructification-maturation. Les variétés sélectionnées devront donc avoir un cycle suffisamment long afin de s'inscrire correctement dans la durée potentielle de la saison des pluies et éviter ainsi les diminutions de potentiel productif et d'autre part elles devront posséder des caractéristiques de résistance leur permettant de supporter un stress hydrique en cours de cycle et de récupérer rapidement dès la reprise des pluies.

Depuis 1977 et suite aux travaux de J. GAUTREAU à Bambey une classification du degré de d'adaptation la sécheresse des variétés d'arachide a été établie sur la base des niveaux de potentiels foliaires observés en conditions naturelles. Schématiquement et pour la région concernée la distinction a été faite entre:

1°- les variétés tolérantes à la sécheresse présentant de bas potentiels hydriques foliaires et une bonne transpiration relative dont le type est 73-33,

2°- les variétés présentant des potentiels foliaires plus élevés et une faible résistance foliaire à la diffusion de l'eau, évitant plutôt les effets de la sécheresse comme 57-422.

A partir de ces données l'objectif de ce travail a consisté à préciser pour ces deux types variétaux :

- 1°- Les effets d'une variation du potentiel hydrique foliaire sur l'activité photosynthétique foliaire,
- 2°- Le rôle des substances glucidiques et leur importance en condition de sécheresse lorsque la photosynthèse est réduite.

III - MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les travaux ont été effectués sur deux variétés semi-hatives (105 jours), 57-422 et 73-33. Les plantes ont été cultivées en serre en condition de température contrôlée (27°C le jour et 17°C la nuit) et sous un éclairage d'appoint fournissant 800 uE.m⁻².s⁻¹ (400 à 700 nm).

Expérience 1: Les plantes âgées de 75 jours en phase de fructification-remplissage des gousses ont été séparées en 2 lots: - 1 lot témoin bien alimenté en eau par 2 arrosages journaliers à capacité au champ,

- 1 lot stressé par suspension d'arrosage au cours d'une série de deux sécheresses entrecoupées d'une période de réhydratation à capacité au champ.

Le potentiel hydrique foliaire (Ψ_f) a été suivi in vivo sur la 3^e feuille du rameau principal avec des psychromètres L 51 (WESCOR) en utilisant la technique du point de rosée. La photosynthèse nette foliaire (P_n) est déterminée sur la 2^e ou 3^e feuille avec un analyseur à rayonnement infra-rouge de type ANIR (SCLUMBERGER). Une lampe à vapeur de mercure de 400 watts fournit une énergie de 1000 uE.m⁻².s⁻¹ (400 à 700 nm) au niveau de la feuille et la température de l'enceinte est maintenue à 27°C. La surface de la feuille étudiée est déterminée par planimétrie et son potentiel hydrique par la technique de point de rosée en utilisant des chambres équipées de thermocouples (C30 WESCOR). Durant ce traitement les concentrations en glucides solubles et en amidon des différents organes sont déterminées par la technique de dosage à l'anthrone.

Expérience 2: sur de jeunes pieds de 73-33 et de 57-422 âgés de 1 mois en phase végétative et placés dans les mêmes conditions décrites précédemment l'évolution de P_n en fonction de Ψ_f a été suivie durant une sécheresse par suspension d'arrosage.

IV - RESULTATS

1) Photosynthèse et potentiel hydrique.

L'évolution du potentiel hydrique durant les 2 cycles de sécheresse pour les 2 variétés est représentée sur les figures 1a et 1b. Compte tenu de la taille des pots, du développement des plantes et des conditions climatiques dans la serre l'installation du stress est très rapide pour les 2 variétés. A l'issue du 1^{er} cycle de sécheresse des Ψ_f extrêmement bas (< -70 bars) sont observés chez les 2 variétés. Durant le 2^e cycle de sécheresse le stress s'installe plus vite chez 57-422 et les potentiels atteints à l'issue de ce dernier cycle sont beaucoup plus bas que ceux observés chez 73-33. Ceci est probablement dû à la plus forte défoliation observée chez 73-33 durant le 1^{er} stress qui conduirait à une réduction des besoins en eau.

L'évolution de P_n en fonction de Ψ_f ne semble pas affectée par le stade de développement de la plante (fig 2a et 2b). En bonnes conditions d'alimentation hydrique les 2 variétés ont une activité photosynthétique identique ($11 \pm 1,2$ mg $CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot h^{-1}$ pour 57-422 et $10,1 \pm 1,7$ pour 73-33). Pour des Ψ_f supérieurs à -15 bars P_n ne semble pas affectée, lorsque Ψ_f est inférieur à -15 bars P_n diminue chez les 2 variétés notamment chez 73-33. 57-422 présente cependant une meilleure tolérance de sa photosynthèse aux bas potentiels hydriques puisque P_n s'annule pour des Ψ_f compris entre -50 et -55 alors qu'elle s'annule pour des Ψ_f de -35 bars chez 73-33. Le maintien d'une activité photosynthétique pour de faibles Ψ_f permet d'assurer une meilleure production chez les plantes durant un stress à condition néanmoins que les pertes en eau par transpiration soient régulées. Des mesures de résistance à la diffusion de l'eau n'ont pu être effectuées durant cette expérience cependant GAUTREAU a montré au cours d'essais pluriannuels que 57-422 maintenait un niveau de résistance stomatique comparable à celui observé chez les variétés ayant les Ψ_f les plus bas pour une même intensité de sécheresse. Cet ensemble de données concernant cette variété constitue probablement un début d'explication aux excellents résultats qu'elle obtient lors des différents essais variétaux menés ces dernières années.

2) Substances glucidiques (Tableaux I et II)

Au niveau des feuilles, sous l'effet de la sécheresse, la concentration en amidon diminue par rapport au témoin bien arrosé notamment chez 57-422 durant le 1^o cycle de sécheresse, parallèlement la concentration en sucres solubles demeure identique à celle du témoin chez 57-422 durant le 1^o stress puis diminue lors du 2^o stress alors qu'elle est en diminution par rapport au témoin chez 73-33 surtout durant le 1^o stress de forte intensité. Globalement la concentration en sucres (amidon + sucres solubles) est plus élevée chez 57-422 pour les 2 traitements sauf durant le 2^o cycle où l'intensité du stress a été plus importante pour cette variété (fig 1a).

Dans les tiges la concentration en amidon ne varie pas sous l'effet de la sécheresse sauf pour 57-422 durant le 2^o cycle de sécheresse. La concentration en glucides augmente chez les 2 variétés durant le 1^o stress principalement sous l'effet d'une augmentation en sucres solubles notamment chez 73-33.

Dans les racines les concentrations en amidon sont peu élevées comparativement à celles observées initialement dans les autres organes. Pour les 2 variétés cette concentration diminue légèrement durant l'expérience sans qu'un effet particulier de la sécheresse puisse être mis en évidence. La concentration en sucres solubles par contre augmente fortement durant le 1^o cycle de sécheresse chez 57-422 et diminue rapidement durant le 2^o cycle alors qu'elle n'est pas du tout affectée par la sécheresse chez 73-33. Cette augmentation de la concentration en sucres solubles ne pouvant s'expliquer par une hydrolyse de l'amidon des racines il est probable qu'il y ait un transfert de sucres solubles des feuilles vers les racines.

La fructification étant un processus relativement étalé dans le temps, les gousses sur lesquelles les dosages de sucres ont été effectués n'étaient pas systématiquement dans un état de développement identique ce qui explique les variations obtenues sur les mesures. Globalement la concentration en sucres totaux dans les gousses augmente en condition de sécheresse chez les 2 variétés principalement sous l'effet d'une augmentation de la concentration en sucres solubles. L'hypothèse d'un transfert de sucres solubles à partir des feuilles peut aussi s'appliquer dans ce cas, de même il est probable que le maintien de P_n pour de bas Ψ_f permet la production d'une plus grande quantité de sucres solubles transférables vers les gousses.

V- DISCUSSION

Dans les conditions de cet essai et pour les 2 variétés étudiées seules les feuilles constituent des organes de réserves en amidon mobilisables en condition de sécheresse. Les faibles concentrations trouvées dans les racines ne permettent pas de noter de variations appréciables des concentrations en amidon sous l'effet de la sécheresse. Il apparaît que la stratégie de ces 2 variétés ne consiste pas à stocker des réserves mobilisables en condition de sécheresse mais plutôt à maintenir un certain niveau d'activité photosynthétique pour de bas potentiels foliaires. L'intérêt adaptatif d'un tel comportement doit cependant être analysé en regard de l'équilibre existant entre la régulation des pertes en eau et le maintien d'un certain niveau d'assimilation en CO_2 . Nos travaux et ceux de GAUTREAU ont déjà montré que les variétés cultivées au Sénégal ont plutôt tendance à maintenir leur transpiration au risque d'une diminution importante des réserves en eau du sol. Ce comportement est somme toute "normal" dans la mesure où l'arachide n'a pas la capacité à ce stade de son développement, comme certaines plantes indéterminées, d'arrêter son développement lors d'une sécheresse et de répondre très rapidement au retour des conditions favorables, mais a plutôt tendance à accélérer le développement des premières gousses formées au détriment des plus récentes.

La conséquence directe de ces résultats sur le programme de sélection que nous menons est qu'il apparaît difficile de rechercher des individus présentant des concentrations en amidon dans les racines mobilisables en cas de sécheresse comme c'est le cas chez le cotonnier et le palmier à huile. Les faibles valeurs trouvées chez ces 2 variétés connues pour leur bonne adaptation à la sécheresse et l'absence de variations appréciables de ce paramètre durant un stress hydrique rendrait sûrement ardue l'obtention de gains significatifs au cours des différents cycles de sélection. Des analyses réalisées actuellement dans les laboratoires du Pr Vieira da Silva sur plusieurs variétés représentant les différents types comportementaux vis à vis de la sécheresse permettront de préciser à nouveau cette conclusion.

Il apparaît par contre possible de sélectionner des individus ayant une activité photosynthétique suffisante en cas

de sécheresse par le biais par exemple d'une détermination des concentrations en sucres totaux dans les feuilles durant les premiers cycles de sélection où la population à cribler est importante et en aval par des déterminations directes de la photosynthèse grâce des méthodes rapides et simples comme celle que nous utilisons actuellement à Bambey.

VI- CONCLUSIONS

Ce travail et la richesse des échanges avec le Pr Vieira Da Silva a permis l'obtention de ces résultats particulièrement importants pour notre compréhension des mécanismes de résistance à la sécheresse chez l'arachide. Notre prochain objectif sera d'étendre l'étude de ces paramètres aux autres variétés, notamment les variétés parentales du programme de sélection récurrente et d'apprécier leur importance dans le comportement de l'arachide vis à vis de la sécheresse en conditions naturelles.

TABLEAU I: EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN AMIDON ET EN SUCRES SOLUBLES DURANT UNE SECHERESSE DANS LES ORGANES DE DEUX VARIETES D'ARACHIDE. (Mg de glucose par gr. de poids sec)

| | | 57-422 | | | | 73-33 | | | |
|-----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | NORMAL | | STRESSE | | NORMAL | | STRESSE | |
| | | AMIDON | S. SOL. |
| J0 | F | 37,8+ _{9,4} | 76,0+ _{25,7} | - | - | 42,6+ _{1,0} | 80,0+ _{13,9} | - | - |
| | T | 28,4+ _{7,0} | 60,0+ _{2,5} | - | - | 52,2+ _{11,2} | 92,0+ _{0,4} | - | - |
| | 6 | 30,6+ _{1,8} | 167+ _{56,4} | - | - | 27,2+ _{9,1} | 522+ ₂₀₈ | - | - |
| | R | 16,2+ _{0,3} | 112+ _{27,6} | - | - | 10,3+ _{6,4} | 110+ _{15,1} | - | - |
| J5 | F | 60,5+ _{13,0} | 92,0+ _{29,2} | 15,7+ _{10,9} | 88,5+ _{22,7} | 23,1+ _{7,6} | 102+ _{27,2} | 11,3+ _{1,3} | 54,4+ _{26,2} |
| | T | 12,8+ _{1,1} | 57,4+ _{19,4} | 18,7+ _{4,5} | 96,7+ _{23,1} | 10,5+ _{3,7} | 94,5+ _{3,6} | 20,1+ _{10,6} | 128+ _{40,3} |
| | 6 | 14,0+ _{5,4} | 342+ _{68,6} | 30,5+ _{10,5} | 681+ ₂₄₀ | 21,8+ _{6,6} | 201+ ₃₇ | 35,4+ _{19,4} | 574+ ₂₂₇ |
| | R | 10,7+ _{3,3} | 37,7+ _{6,1} | 17,8+ _{8,9} | 265+ _{45,4} | 2,8+ _{0,5} | 28,5+ _{7,2} | 4,8+ _{2,9} | 32,2+ _{10,8} |
| J12 | F | 10,4+ _{2,0} | 189+ _{28,6} | 6,7+ _{0,3} | 38,5+ _{0,8} | 9,3+ _{3,3} | 98,8+ _{31,8} | 3,7+ _{1,0} | 62,5+ _{9,5} |
| | T | 22,9+ _{8,1} | 223+ ₇₅ | 3,0+ _{0,2} | 48,8+ _{2,0} | 3,7+ _{0,9} | 70,8+ _{9,8} | 3,8+ _{2,6} | 47,7+ _{2,7} |
| | 6 | 5,8+ _{2,0} | 649+ ₁₇₂ | 2,5+ _{0,1} | 104+ _{5,9} | 4,4+ _{1,3} | 206+ _{68,7} | 21,6+ _{14,6} | 230+ ₁₄₃ |
| | R | 5,5+ _{0,3} | 95,0+ _{7,9} | 2,3+ _{0,0} | 17,1+ _{1,1} | 0,7+ _{0,3} | 72,8+ _{10,3} | 1,9+ _{0,1} | 97,2+ _{9,4} |

F: Feuilles; T: Tiges; 6: Gousses; R: Racines
 J: Jours après début de la sécheresse

TABLEAU II: EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN GLUCIDES (AMIDON + SUCRES SOLUBLES) DURANT UNE SECHERESSE DANS LES ORGANES DE DEUX VARIETES D'ARACHIDE. (Mg de glucose par gr. de poids sec).

| | | 57-422 | | | | 73-33 | | | | | | |
|------|---|--------|-------|---------|-------|--------|---------|---------|-------|-------|-------|--------|
| | | NORMAL | | STRESSE | | NORMAL | | STRESSE | | | | |
| | T | | | | | | | | | | | |
| | I | 123,8 | +35 | 1 | 1 | 122,6 | +14,7 | 1 | 1 | | | |
| | I | 88,4 | +9 | 5 | 1 | 144,2 | +11,6 | 1 | 1 | | | |
| J 0 | I | 397,6 | +58 | 2 | 1 | 549,2 | +217,11 | 1 | 1 | | | |
| | I | 126,2 | +27,7 | | | 120,3 | +21,5 | 1 | 1 | | | |
| | I | 152,5 | +42,2 | 1 | 104,2 | +33,6 | 125,1 | +34,8 | 165,6 | +27,5 | | |
| | I | 70,2 | +20,5 | 1 | 115,4 | +27,6 | 105,1 | +7,3 | 148,1 | +50,9 | | |
| J 5 | I | 358 | +74,0 | 1 | 711,5 | +250,5 | 1 | 222,8 | +43,6 | 1 | 609,4 | +246,4 |
| | I | 48,4 | +9,4 | 1 | 282,8 | +54,3 | 1 | 31,3 | +7,7 | 1 | 37,0 | +13,7 |
| | I | 199,4 | +30,6 | 1 | 45,2 | +1,3 | 1 | 108,1 | +35,1 | 1 | 66,2 | +10,5 |
| | I | 345,9 | +83,1 | 1 | 51,8 | +2,2 | 1 | 74,5 | +10,7 | 1 | 51,6 | +5,3 |
| J 12 | I | 655 | +174 | 1 | 10,65 | +6,0 | 1 | 210,4 | +70,0 | 1 | 251,6 | +157,6 |
| | I | 100,5 | +8,2 | 1 | 19,4 | +1,1 | 1 | 74,3 | +10,6 | 1 | 99,3 | +9,5 |