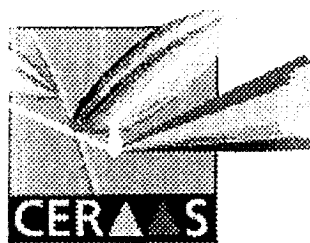




Université Abdou Moumouni  
Faculté d'Agronomie  
GRESA

## Protection de l'environnement et amélioration des systèmes agaires sahéliens

**Caractérisation** du comportement morpho-physiologique  
en condition de déficit hydrique de variétés d'arachide  
(*Arachis hypogaea* L.) cultivées en zone semi-aride  
d'Afrique Tropicale.



Centre d'étude régional pour  
l'amélioration de  
l'adaptation à la sécheresse

Mémoire présenté par  
Issaka OUEDRAOGO  
En vue de l'obtention du DESS

**Directeur de mémoire :** Dr. Ebrahim AMOUKOU

**Maître tfe stage :** Dr. Macoumba DIOUF

**Noms des membres du Jury**

- Président : Dr. Toudou ADAM
- Rapporteur : Dr. Ibrahim AMOUKOU
- Membres : Dr. Idrissa SOUMANA  
Dr. Macoumba DIOUF

Celui **qui** pourra faire pousser deux grains de maïs ou deux brins d'herbes là où un seul poussait auparavant aura plus de mérite devant l'humanité et rendra un service plus vital à son pays que toute la race des politiciens rassemblée.

Jonathan Swift

1667-1745

# REMERCIEMENTS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été menés au laboratoire de Physiologie Végétale du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) basé à Thiès au Sénégal.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur Harold Roy-Macauley, Directeur du CERAAS, qui a bien voulu m'accueillir dans le Centre, pour son assistance matérielle, morale et scientifique.

Cette reconnaissance va aussi à monsieur Toudou Adam, Coordonnateur du Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA) de Niamey pour avoir tout mis en œuvre afin que je puisse réaliser ce stage au CERAAS.

J'exprime toute ma profonde gratitude à monsieur Macoumba Diouf, Agrophysiologiste du CERAAS, qui a dirigé ce travail avec toute la rigueur scientifique et la compétence qui lui sont reconnues.

Je remercie sincèrement monsieur Amoukou Ibrahim, Enseignant-chercheur à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Niamey, qui a spontanément accepté d'être directeur de ce mémoire et qui a activement participé à notre formation.

J'adresse tous mes remerciements à tous les chercheurs du CERAAS, Serge Braconnier, Benoît Sarr, Oumar Diouf, Danielle Clavel, Chucks Ogbonnaya, David Boggio, N'deye Ndack Diop.

Mes remerciements s'adressent également à tout le personnel du CERAAS avec une mention spéciale à P. M. Sall, Technicien ; A. Kandji, Gestionnaire ; R. Sarr, Assistante de direction ; I. Sylla, Informaticienne ; F. Diallo, Documentaliste et M. Sarr, Secrétaire de direction.

Il me plaît de dire merci à mes camarades stagiaires pour les instants partagés ensemble et les discussions et suggestions constructives : J.P. Braly, S. Gourdel, M. Gueye et L. D. Faye.

Je remercie tous mes supérieurs hiérarchiques qui ont accepté que je suive cette formation, plus particulièrement monsieur Sérémé Paco, Directeur de l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA).

J'associe à mes remerciements toute ma famille et plus particulièrement mon épouse Solange et nos trois enfants Marianne, Abdoulaye et Sarah qui ont accepté de subir mes absences répétées et plus ou moins prolongées.

# RESUME

**Caractérisation du comportement morpho-physiologique en condition de déficit hydrique de variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) cultivées en zone semi-aride d'Afrique Tropicale.**

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.), légumineuse d'origine sud-américaine, présente un intérêt économique et agronomique majeur. Depuis trois décennies, la production arachidière a connu de nombreuses fluctuations dues à la baisse et à l'irrégularité des précipitations. La stabilisation voire l'amélioration des rendements qui s'imposent devraient passer par l'obtention de variétés à cycle relativement court et ayant une bonne aptitude à supporter d'importantes périodes de sécheresse au cours du cycle. Ainsi, les réponses morpho-physiologiques en condition de déficit hydrique de quatre variétés d'arachide de cycle précoce, issues des programmes nationaux de sélection du Sénégal (Fleur 11 et 55-437) et du Burkina Faso (AI-K 85-19 et KH 149-A) ont été évaluées et comparées.

Des paramètres morphologiques liés au volume racinaire, au poids de matière sèche, au nombre de feuilles et à la surface foliaire ont été mesurés. Sur le plan physiologique, la caractérisation du comportement des génotypes a été réalisée à l'aide des mesures de potentiel hydrique foliaire et de la fluorescence chlorophyllienne.

Les résultats ont permis de montrer que le déficit hydrique réduit de manière significative le nombre de feuilles, la surface foliaire et la biomasse aérienne. Par contre, il augmente sensiblement les valeurs du rapport biomasse racinaire sur biomasse aérienne (MSR/MSA).

Avec un volume racinaire, une biomasse racinaire et aérienne plus élevés comparativement aux autres variétés en condition de stress hydrique, la variété Fleur 11 apparaît comme la plus intéressante.

Les variétés étudiées ont toutes montré des potentiels hydriques foliaires bas sous l'effet du stress révélant ainsi leurs caractères de génotypes productifs. Par ailleurs, elles ont eu un comportement analogue vis-à-vis de l'activité photochimique. L'effet dépressif du stress sur le rendement photochimique maximal s'est manifesté tardivement (stress sévère) ce qui semble traduire une certaine résistance de l'appareil photosynthétique de ces variétés.

**Mots clés :** Sécheresse, potentiel hydrique foliaire, activité photochimique, *Arachis hypogaea* L., zone semi-aride.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

|                            |                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><math>\psi_m</math></b> | Potentiel hydrique foliaire minimum                                                 |
| <b>ANOVA</b>               | Analyse de variance                                                                 |
| <b>ATP</b>                 | Adenosine Triphosphate.                                                             |
| <b>CERAAS</b>              | Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse         |
| <b>CIRAD</b>               | Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement |
| <b>CNRA</b>                | Centre national de recherche agronomique.                                           |
| <b>CO<sub>2</sub></b>      | Dioxyde de carbone.                                                                 |
| <b>CORAF</b>               | Conseil ouest et centre africains pour la recherche et le développement agricoles.  |
| <b>CREAF</b>               | Centre de recherches environnementales agricoles et de formation.                   |
| <b>HR</b>                  | Humidité relative.                                                                  |
| <b>INERA</b>               | Institut de l'environnement et des recherches agricoles.                            |
| <b>ISRA</b>                | Institut sénégalais de recherche agricole.                                          |
| <b>MPa</b>                 | Mégapascal.                                                                         |
| <b>NADPH H</b>             | Nicotinamide Adenesine Diphosphate.                                                 |
| <b>SNK</b>                 | Student Newmans Keuls.                                                              |
| <b>T.O.G.</b>              | Test de germination à pression osmotique élevée.                                    |
| <b>VCR</b>                 | Vitesse de croissance racinaire.                                                    |

# TABLE DES MATIERES

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCTION.....                                                                                                      | 1  |
| SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....                                                                                          | 4  |
| 1.1. PRÉSENTATION ET CARACTÉRISTIQUES BOTANIQUES DE L'ARACHIDE.....                                                    | 5  |
| 1.1.1. Origines, distribution, production.....                                                                         | 5  |
| 1.1.2. Caractéristiques botaniques de l'arachide.....                                                                  | 6  |
| 1.2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE.....                                                                                          | 9  |
| 1.2.1. La sécheresse et l'adaptation à la sécheresse : Définition, formes et évaluation des risques de sécheresse..... | 10 |
| 1.2.2. Les mécanismes physiologiques d'adaptation des plantes à la sécheresse.....                                     | 11 |
| 1.3. EFFETS DE LA SÉCHERESSE SUR LE COMPORTEMENT AGRONOMIQUE DE L'ARACHIDE.....                                        | 14 |
| 1.4. RÉPONSES AGROPHYSIOLOGIQUES DE L'ARACHIDE AU DÉFICIT HYDRIQUE.....                                                | 16 |
| 1.5. ACQUIS DES RECHERCHES SUR LA RÉSISTANCE À LA SÉCHERESSE DE L'ARACHIDE.....                                        | 17 |
| MATÉRIEL ET MÉTHODES.....                                                                                              | 25 |
| 2.1. SITE D'ÉTUDE.....                                                                                                 | 26 |
| 2.2. MATÉRIEL VÉGÉTAL.....                                                                                             | 26 |
| 2.3. MÉTHODES.....                                                                                                     | 28 |
| 2.3.1. Techniques et conditions de culture.....                                                                        | 28 |
| 2.3.2. Dispositif expérimental.....                                                                                    | 28 |
| 2.3.3. Suivi du développement des plantes.....                                                                         | 29 |
| 2.3.3.1. Observations phénologiques.....                                                                               | 30 |
| 2.3.3.2. Surface foliaire et poids de matière sèche.....                                                               | 30 |
| 2.3.3.3. Volume racinaire et poids de matière sèche des racines.....                                                   | 30 |
| 2.3.4. Mesures physiologiques.....                                                                                     | 31 |
| 2.3.4.1. Mesure du potentiel hydrique foliaire.....                                                                    | 31 |
| 2.3.4.2. Mesure de la fluorescence chlorophyllienne.....                                                               | 32 |
| 2.3.5. Méthode d'analyse des résultats.....                                                                            | 36 |
| RÉSULTATS ET DISCUSSION.....                                                                                           | 37 |
| 3.1. RESULTATS.....                                                                                                    | 38 |
| 3.1.1. État hydrique des pots.....                                                                                     | 38 |
| 3.1.2. Effets du déficit hydrique sur la croissance et le développement des plantes.....                               | 38 |
| 3.1.2.1. Suivi phénologique.....                                                                                       | 38 |
| 3.1.2.2. Nombre de feuilles.....                                                                                       | 39 |
| 3.1.2.3. Surface foliaire.....                                                                                         | 40 |

|                                         |                                                                               |           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.2.4.                                | Matière sèche aérienne (MSA).....                                             | 41        |
| 3.1.2.5.                                | Volume racinaire (VR).....                                                    | 43        |
| 3.1.2.6.                                | Matière sèche racinaire(MSR) et rapport (MSR/MSA) ..                          | 44        |
| 3.1.3.                                  | Effets du déficit sur l'état hydrique interne des plantes..                   | 46        |
| 3.1.4.                                  | Effets du déficit hydrique sur les paramètres de l'activité photosynthétique. | 49        |
| 3.2.                                    | DISCUSSIONS .....                                                             | 50        |
| <b>CONCLUSION-PERSPECTIVES .....</b>    |                                                                               | <b>55</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b> |                                                                               | <b>58</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>                     |                                                                               | <b>66</b> |

# LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1 :</b> Représentation stylisée de l'arachide (Source : ICAR, 1990).....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8  |
| <b>Figure 2 :</b> Mécanismes d'adaptation des plantes à la sécheresse. (Source : Levitt. 1980)....                                                                                                                                                                                                                                                  | 11 |
| <b>Figure 3 :</b> Carte variétale 1996 de l'arachide au Sénégal (Source : Clavel et N'Doye 1997).....                                                                                                                                                                                                                                               | 18 |
| <b>Figure 4 :</b> Plan du dispositif expérimental.....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 20 |
| <b>Figure 5 :</b> Chambre à pression (Source : Anonyme).....                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 32 |
| <b>Figure 6 :</b> Schéma simplifié de la chaîne de réaction constituant la photosynthèse (Source : Eyletters et Bourrié. 1096).....                                                                                                                                                                                                                 | 30 |
| <b>Figure 7 :</b> Voies de désexcitation chez une plante saine et une plante stressée (Source : Eyletters et Bourrié. 1096).....                                                                                                                                                                                                                    | 33 |
| <b>Figure 8 :</b> Rythme d'émission florale en nombre de fleurs par jour des variétés Fleur 11 et AHIK X5-19 Témoins (TO) et Stressées (T1) à titre indicatif, les observations ayant été réalisées sur un seul bloc. ....                                                                                                                          | 38 |
| <b>Figure 9 :</b> Nombre de feuilles par plante avant l'installation du déficit hydrique (20 jrs) chez les quatre variétés. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 5%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....                   | 39 |
| <b>Figure 10 :</b> Nombre de feuilles par plante après 13 jours de déficit hydrique chez les quatre variétés. Effet Interaction significatif. les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 5%. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne ..... | 40 |
| <b>Figure 11 :</b> Comparaison de la surface foliaire entre les deux traitements pour les quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 5% Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....   | 41 |
| <b>Figure 12 :</b> Poids de matière sèche aérienne (PMSA) des quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 5%. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne .....                             | 42 |
| <b>Figure 13 :</b> Poids de matière sèche aérienne (PMSA) des plantes stressées après 13 jours de stress (T1 33) et après 14 jours de réhydratation (T1 47). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....                                                                                           | 42 |
| <b>Figure 14 :</b> Volume racinaire des quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 5%. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne .....                                                   | 43 |
| <b>Figure 15 :</b> Volume racinaire des plantes stressées après 13 jours de stress (T1 33) et après 14 jours de réhydratation (T1 47). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....                                                                                                                 | 44 |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 16</b> | Poids de matière sèche racinaire (PMSR) avant l'induction du déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....                                                                    | 44 |
| <b>Figure 17</b> | : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des variétés après 13 jours de déficit hydrique. Effet Interaction significatif, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 1%). Les barres; verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne. .... | 45 |
| <b>Figure 18</b> | : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des stressées (T133) après 13 jours de déficit hydrique et après 14 jours de réhydratation (T147). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.....                                                                                          | 46 |
| <b>Figure 19</b> | : Evolution du potentiel hydrique foliaire au cours des périodes de déficit hydrique et de réhydratation chez les quatre variétés. Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (SNK 5%).....                                                                                                | 47 |

---

## LISTE DES TABLEAUX.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau 1</b> : Classification et principales caractéristiques des arachides cultivées (Source : Schilling, (1996)).                                                                                                                                                                                                        | 7  |
| <b>Tableau 2</b> : Durée des phases végétatives de l'arachide en nombre de jours en fonction du cycle (Source : Khalfaoui, 1988).                                                                                                                                                                                              | 9  |
| <b>Tableau 3</b> : Mécanismes d'adaptation à la sécheresse (Avantages et Inconvénients) (Source Annerose, 1991)                                                                                                                                                                                                                | 14 |
| <b>Tableau 4</b> : Caractères à rechercher pour des variétés bien adaptées aux conditions de sécheresse de différentes zones et localités du Bassin arachidier sénégalais. (Source : Annecrosc, 1990).                                                                                                                         | 21 |
| <b>Tableau 5</b> : Caractéristiques des variétés d'arachide étudiées.                                                                                                                                                                                                                                                          | 2  |
| <b>Tableau 6</b> : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des quatre variétés après la réhydratation. L'analyse statistique n'indique pas de différence significative.                                                                                                                                                        | 45 |
| <b>Tableau 7</b> : Rapport MSR/MSA aux 20 <sup>ème</sup> , 33 <sup>ème</sup> et 47 <sup>ème</sup> jas des variétés étudiées. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 1%.                                                                                           | 46 |
| <b>Tableau 8</b> : Effets du déficit hydrique au 28 <sup>ème</sup> jas et 33 <sup>ème</sup> jas et de la réhydratation 39 <sup>ème</sup> jas sur le $\psi_m$ et les paramètres de la photochimie ( $k_p$ et $F_v/F_m$ ). Les moyennes affectées de lettres distinctes sont significativement différentes (SNK au seuil de 5%). | 49 |

# **INTRODUCTION**

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) est un oléagineux qui tient une place de choix dans les productions végétales des régions soudano-sahéliennes. Le succès de cette culture de rente réside respectivement dans sa rusticité, son rôle de légumineuse améliorante dans les successions culturales, son importante valeur énergétique et nutritionnelle, sa bonne valeur marchande sous forme d'huile ou de graines. Sa rusticité et sa plasticité lui ont permis de s'adapter à des climats relativement secs.

Ainsi, au Burkina Faso, au nord des zones cotonnières là où le facteur sécheresse pénalise la culture du coton, l'arachide constitue la principale culture de rente. Au Sénégal, la culture de l'arachide est pratiquée sur l'ensemble du territoire, elle est pratiquement la seule culture industrielle dont le rôle est capital dans l'économie du pays.

Depuis bientôt trois décennies, le Burkina Faso, à l'instar du Sénégal et des autres pays sahéliens, connaît une péjoration climatique. Cette dernière se traduit à la fois par une baisse et une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviosité qui entraînent une baisse des rendements. Cette dérive climatique a induit de nombreuses fluctuations de la production arachidière occasionnant environ 50% de perte par rapport aux rendements potentiels (Bockclé-Morvan *et al.*, 1974 ; Clavel, 1998).

Face à cette situation, une politique agricole efficace s'impose pour assurer une augmentation des productions et garantir une autosuffisance alimentaire. C'est pourquoi, la lutte contre les effets de la sécheresse est devenue, de nos jours, un objectif majeur au niveau des institutions de recherche, de développement mais aussi des pouvoirs publics et des partenaires au développement.

Si dans des pays économiquement plus avancés, des techniques telles que l'irrigation ont été développées afin de s'affranchir du manque d'eau, elles restent cependant, comme la plupart des techniques d'aménagement, difficilement accessibles aux pays en développement. Pour ces pays, l'agriculture pluviale reste la pratique la plus courante.

Dans ce contexte, la plupart des pays concernés ont engagé des recherches dans la création de matériel végétal mieux adapté à la sécheresse et dans le développement des techniques culturales permettant d'améliorer les conditions hydriques du milieu. Cela a conduit, d'une part, à la mise au point de variétés précoces, et d'autre part, à la mise en place d'expérimentations axées sur les techniques culturales (Somé, 1989 ; Annerose, 1990).

Cependant, les nouvelles techniques d'économie de l'eau mises au point grâce aux efforts de recherche nécessitent dans la plupart des cas que l'agriculteur supporte le coût d'un

investissement minimum, incompatible avec la diminution de son pouvoir d'achat. Par ailleurs, la recherche de la précocité présente elle aussi des inconvénients car elle s'accompagne d'une diminution de la production potentielle (Kane, 1991).

Toutefois, les progrès les plus importants réalisés dans la sélection pour l'amélioration des rendements des espèces cultivées en régions arides et semi-arides ont consisté à réduire la durée du cycle de développement. Mais un autre problème majeur avec les variétés précoces d'arachide qui sont principalement du type Spanish est qu'elles ne sont pas dormantes. De ce fait, en cas de pluies en fin de cycle, et si la récolte est tardive en raison du manque de main-d'œuvre, les graines peuvent germer en terre (Clavel, *com. pers.*). Ainsi, on s'oriente de nos jours vers la sélection de variétés à cycle court possédant le caractère de dormance.

En zone semi-aride, caractérisée par une forte hétérogénéité des formes de sécheresse, la simple observation des variations pluriannuelles des rendements observées d'une variété ne permet pas de déterminer précisément son adaptation ou pas à la sécheresse. L'analyse doit alors être complétée par une meilleure compréhension des mécanismes du fonctionnement de la plante (mécanismes physiologiques et biochimiques, caractères anatomiques, morphologiques et phénologiques). Cette approche physiologique doit être intégrée dans le cadre d'un effort pluridisciplinaire pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail de mémoire qui s'est déroulé au sein d'une équipe pluridisciplinaire constituée de chercheurs (bioclimatologue, sélectionneur, écophysiologiste, agrophysiologiste, biochimiste, biométricien) du Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) basé à Thiès au Sénégal (annexe 1). L'étude a été conduite en condition de déficit hydrique sur quatre variétés d'arachide cultivées en zone semi-aride d'Afrique tropicale.

son objectif principal était d'évaluer et de comparer sous différents régimes hydriques, le comportement morphologique et physiologique des meilleures entrées stabilisées d'arachide issues des programmes nationaux de sélection du Sénégal et du Burkina Faso.

Dans la première partie de ce mémoire, la problématique de l'étude est abordée. La deuxième partie constitue une synthèse de la littérature scientifique qui traite de l'arachide, de la sécheresse, des mécanismes physiologiques d'adaptation des plantes, de l'état des recherches sur la résistance à la sécheresse. La troisième partie présente le site d'étude, le matériel et les méthodologies utilisés. Enfin, la quatrième partie est consacrée aux résultats obtenus, à leur discussion et enfin aux perspectives.

## **1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **1.1. Présentation et caractéristiques botaniques de l'arachide**

### **1.1.1. Origines, distribution, production.**

L'arachide, plante originaire d'Amérique du Sud (Ray, 1982), est largement cultivée dans les aires tropicales et subtropicales du continent africain.

L'arachide appartient à la super famille des Légumineuses, famille des Fabacées (Schilling, 1982). L'espèce cultivée est *Arachis hypogaea* L.

En 1997, la production mondiale de l'arachide était évaluée à 30 millions de tonnes base coque (F.A.O., 1997). L'Asie est de loin le principal producteur avec 67% de la production mondiale. L'Afrique fournit 25% de cette production pour environ 1/3 des superficies cultivées (F.A.O., 1997).

Au Burkina Faso, la production d'arachide a doublé au cours de la décennie 1980-1990 avec 140 000 tonnes de gousses en 1990 (F.A.O., 1990) et continue de s'accroître avec 213 000 tonnes en 1995 et 230 000 tonnes en 1996 (F.A.O., 1997). Cependant, cette production représente seulement 3% de la production africaine (F.A.O., 1990 ; 1997). Cet accroissement de la production est essentiellement dû à l'augmentation des surfaces emblavées qui sont passées de 189 000 ha en 1990 à 280 000 ha en 1996, alors que les rendements moyens augmentaient d'environ 15% au cours de cette même période (700 à 800 kg de gousses par ha) (CILSS, 1995 ; F.A.O., 1997). Les rendements en culture irriguée atteignent 3 à 4,5 tonnes.ha<sup>-1</sup> (Schilling, 1996).

Il faut noter que la recherche agricole a contribué largement à l'augmentation de ces rendements qui restent toutefois inférieurs à la moyenne mondiale estimée à 1 273 kg de gousses par ha (F.A.O., 1997). Ainsi, de nombreuses études ont permis d'améliorer les techniques de production conduisant à un accroissement des rendements en milieu paysan. La production en milieu paysan est passée de 400 à 500 kg de gousses par ha au début des années 1983 à plus de 700 kg.ha<sup>-1</sup> en moyenne ces dernières années (Zagré *et al.*, 1997). En conditions expérimentales, ces rendements atteignent 2000 kg.ha<sup>-1</sup> pour les variétés précoces et 3000 kg.ha<sup>-1</sup> pour les tardives (Zagré *et al.*, 1997).

Ces rendements demeurent cependant faibles par rapport aux potentiels pédo-climatiques du Burkina Faso et sont très variables en champ paysan. Au Burkina Faso, l'avenir de la culture arachidière est conditionné par la création de variétés productives, précoces et/ou

physiologiquement adaptées à la sécheresse, résistantes aux maladies et aux prédateurs, et par la maîtrise de la fertilisation et des techniques culturales (Zagré *et al.*, 1997).

Au Sénégal, la culture de l'arachide, pratiquée sur l'ensemble du territoire, est particulièrement développée dans le bassin Arachidier qui couvre une superficie de 3 700 000 ha dont 1 450 000 en moyenne sont affectés à cette culture (Fall, 1998).

Au cours de ces deux dernières décennies, les surfaces emblavées en arachide sont restées assez stables, tandis que les rendements ont sensiblement fluctué en raison principalement de la sécheresse. En 1997/98 le rendement au niveau national s'élevait à 695 kg.ha<sup>-1</sup> pour l'arachide d'huilerie et à 645 kg.ha<sup>-1</sup> pour l'arachide de bouche contre respectivement 687 kg.ha<sup>-1</sup> et 914 kg.ha<sup>-1</sup> pour la campagne 1996/97 (DISA, 1998). Il s'en est suivi une forte variabilité de la production nationale. Par exemple, la production d'arachide d'huilerie a été estimée à 505 894 tonnes en 1997/98 contre 588 181 tonnes en 1996/97, soit une baisse de 14%. La production d'arachide de bouche estimée à 38 931 tonnes en 1997/98 a connu une baisse de 33% par rapport à 1996/97 (DISA, 1998). Comparée à la production moyenne des cinq dernières années (695 223 tonnes), on enregistre une baisse de 27% (DISA, 1998).

Le Sénégal, de 1990 à 1997, est passé du cinquième au septième rang mondial avec une production estimée à 680 000 tonnes (F.A.O., 1990; 1997). Mais, en superficies emblavées, il est resté durant la même période au cinquième rang mondial. Ceci signifie que les rendements ont chuté, passant ainsi de 940 kg.ha<sup>-1</sup> en 1995 à 687 kg.ha<sup>-1</sup> en 1996 (F.A.O., 1997).

Dans ce contexte, la stabilisation voire l'augmentation de la production arachidière et celle des espèces cultivées en général constituent des objectifs prioritaires pour le Sénégal. Pour atteindre ces objectifs, la sélection et la vulgarisation de variétés répondant à des critères de productivité, de longueur de cycle cultural et de tolérance à la sécheresse sont indispensables.

### 1.1.2. Caractéristiques botaniques de l'arachide

L'arachide *Arachis hypogaea* L., est une plante herbacée annuelle. Les variétés d'arachide cultivées sont classées en trois groupes : Spanish, Valencia et Virginia (Tableau 1 j). Les variétés qui sont cultivées au Sénégal et au Burkina Faso sont surtout celles des groupes Spanish et Virginia.

Les plants d'arachide se présentent sous forme érigée ou rampante ; toutefois, la tige principale est toujours érigée, ce sont les rameaux primaires qui traînent une partie de leur longueur sur le sol. L'axe principal et les ramifications peuvent atteindre 20 cm suivant la

variété et les conditions du milieu (Gillier et Silvestre, 1969). Les variétés précoces sont de port érigé tandis que les variétés tardives ont un port érigé, rampant ou intermédiaire (Jacquot, 1959).

Tableau 1: Classification et principales caractéristiques des arachides cultivées (Source : Schilling, (1996)).

|                                        |                                              |                |                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Genre</b>                           | Arachis                                      |                |                |
| <b>Espèce</b>                          | hypogaea                                     |                |                |
| <b>Sous-espèces</b>                    | hypogaea                                     | fastigiata     | fastigiata     |
| <b>Variétés</b>                        | hypogaea                                     | vulgaris       | fastigiata     |
| <b>Types</b>                           | Virginia                                     | Spanish        | Valencia       |
| <b>Port</b>                            | érigé ou rampant, très ramifié (buissonnant) | érigé          | érigé          |
| <b>Ramification</b>                    | Alterné                                      | séquentielle   | séquentielle   |
| <b>Fleur s u r tige non principale</b> |                                              | oui            | oui            |
| <b>Couleur feuillage</b>               | vert foncé                                   | vert clair     | vert clair     |
| <b>Cycle</b>                           | 120 - 150 jours                              | 85 - 110 jours | 85 - 110 jours |
| <b>Gousses</b>                         | 2 graines                                    | 2 graines      | 3 à 4 graines  |

A partir des travaux de Bunting (1955) et de ceux de Jacquot (1962), Gillier et Silvestre (1969) distinguent, en fonction du mode de ramification, le groupe à ramifications séquentielles et le groupe à ramifications alternées.

Le système racinaire de l'arachide est du type pivotant (pivot central pouvant dépasser un mètre) et se caractérise par la présence de nodosités (association symbiotique avec ici bactéries fixatrices d'azote) essentiellement dans les quinze premiers centimètres du sol. Chez l'arachide, l'absorption racinaire se fait par le parenchyme cortical, les racines n'ayant pas de vrais poils absorbants.

Les feuilles sont pennées et possèdent le plus souvent deux paires de folioles (Figure 1). Les inflorescences SC présentent sous forme d'épis de 3 à 5 fleurs. Elles prennent naissance sur les rameaux végétatifs, à l'aisselle d'une feuille complète ou rudimentaire. Les fleurs sont jaunes.,

papilionacées et sessiles. La floraison de l'arachide est continue. Elle est variable selon les variétés et les conditions écologiques. La floraison atteint son maximum entre le 25<sup>ème</sup> et le 45<sup>ème</sup> jas pour les variétés précoces et entre le 40<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> jas pour les tardives.

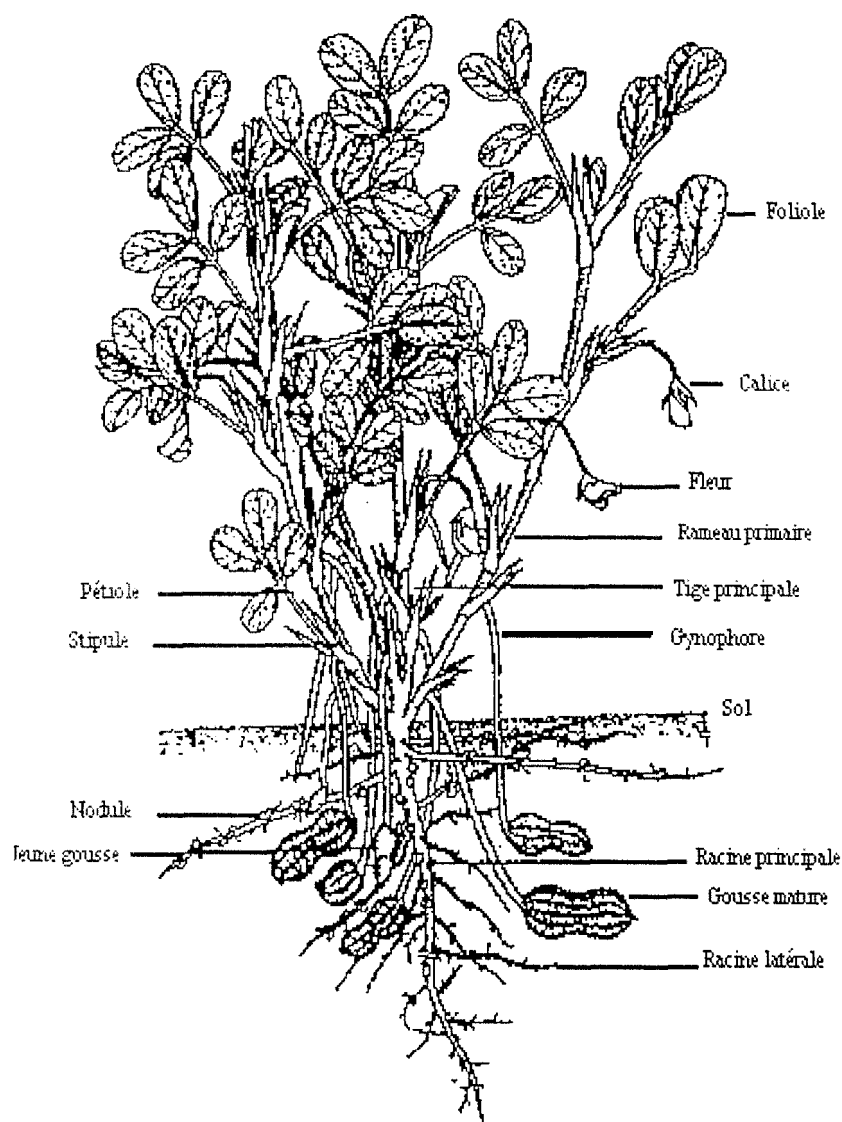


Figure 1 : Représentation stylisée de l'arachide (Source : ICAR, 1990).

L'arachide est presque strictement autogame. Ce comportement est dû à la fécondation nocturne et à la non ouverture des fleurs avant fécondation. Après la fécondation, la base de l'ovaire s'allonge pour former un organe improprement appelé gynophore (Cattan, 1996). Le gynophore croît verticalement sous l'effet d'un géotropisme positif. A l'extrémité du gynophore, le fruit, appelé gousse se développe après sa pénétration dans le sol dans une position horizontale entre 2 à 7 cm de profondeur. La gousse est formée d'une coque indéhiscente contenant 1 à 4 graines selon les variétés. Le fruit enterré participe à l'absorption hydrique et minérale de la plante (Cattan, 1996). En raison de ce mode particulier de

fructification, l'arachide s'accommode très bien des sols sableux, légers, aérés, bien drainés, meubles et perméables (Schilling, 1996).

Il faut relever que toutes les fleurs formées ne donnent pas de fruits. Ainsi, la floraison utile est celle qui se produit à une période où la maturation des gousses aura le temps de se réaliser. Cet aspect souligne le lien entre les rendements de la culture et la date de semis. Cette date doit être bien choisie en fonction de la durée du cycle des variétés (Tableau 2).

Tableau 2 : Durée des phases végétatives de l'arachide en nombre de jours en fonction du cycle (Source : Khalfaoui, 1988).

| Cycle | Développement | Floraison utile | Formation des gynophores | Maturation |
|-------|---------------|-----------------|--------------------------|------------|
| 75    | 24            | 19              | 19                       | 13         |
| 90    | 30            | 21              | 21                       | 18         |
| 105   | 34            | 23              | 23                       | 25         |
| 110   | 37            | 23              | 23                       | 27         |
| 120   | 40            | 24              | 24                       | 32         |

## 1.2. Contexte de l'étude

### 1.2.1. La sécheresse et l'adaptation à la sécheresse : Définition, formes et évaluation des risques de sécheresse

Les conséquences de la sécheresse sont faciles à appréhender mais le problème de la définition exacte de la sécheresse demeure. En effet, le concept de sécheresse évoque des choses différentes et, comme le souligne Heathcote (1973), il y a probablement autant de sécheresse qu'il y a d'utilisateurs de l'eau. Toutefois, il a été montré par Gibbs et Maher (1967) que la pluviométrie était le meilleur indicateur de la sécheresse.

Dans le contexte de notre étude, nous allons nous en tenir aux définitions climatique et agronomique de la sécheresse. La sécheresse sur le plan climatique se traduit par une baisse de la pluviosité par rapport à une valeur normale calculée sur une période et un lieu donnés à partir de séries pluviométriques pluriannuelles (Rasmusson, 1987). Cette période s'étale sur 30 ans au moins selon les normes de l'OMM. Au Sahel, la normale 1951-1980 a été choisie comme période de référence (CIEH, 1986). Cette période est connue comme comportant à la fois des années excédentaires et des années déficitaires. Toutefois, la normale 1961-1990 qui

inclut un grand nombre d'années sèches peut aussi être utilisée. La sécheresse agronomique se rapporte à une réduction de l'apport d'eau par rapport à l'optimum correspondant à une satisfaction totale des besoins de la plante (Khalfaooui, 1988). L'eau ne constituera donc pas selon cet auteur, un facteur limitant pour la productivité de la culture. Ainsi, la sécheresse agronomique exprime un déficit hydrique dans le système sol-plante-atmosphère préjudiciable à la production agricole (Diouf, 1997). Pour caractériser cette sécheresse, des modèles dynamiques du bilan hydrique, ont été développés (Annerose et Diagne, 1990)

Par ailleurs, les notions d'adaptation et de résistance sont régulièrement utilisées de manière ambiguë l'une à la place de l'autre. Selon Demarly (1984), l'adaptation se traduit en réponse à une contrainte, par une succession de modifications au niveau cellulaire, sub-cellulaire et moléculaire, qui dépendent des potentialités génétiques de l'espèce. Ceci aboutit à des transformations morphologiques et physiologiques déterminant une résistance plus ou moins achevée et efficace de l'individu à la contrainte. Dès lors, l'adaptation correspond à une dynamique réactionnelle dont la résultante est la résistance à la sécheresse (Vartanian et Lémée, 1984). Ici, la notion de potentialités génétiques est mise en exergue. Par conséquent, l'adaptation à la sécheresse se définit par comparaison entre génotypes. Les meilleurs génotypes sont ceux dont les qualités physiologiques leur permettent, pour une même sécheresse, d'avoir une chute de productivité moindre par rapport à l'optimum.

Au Sénégal comme au Burkina Faso, un phénomène général de diminution du volume et de la durée utile de pluie s'observe depuis plus de deux décennies, auquel s'ajoute une forte probabilité de risque de sécheresse en cours de cycle (Annerose, 1988 ; Somé, 1989). Ces conditions ont abouti dans le Bassin Arachidier sénégalais, à la délimitation de zones caractérisées par des conditions climatiques différentes (Annerose, 1988) :

- ▮ une zone Nord où la durée potentielle de pluies est réduite et où les variétés à cycle très courts sont requises;
- ▮ une zone (entre marquée par une saison des pluies plus longue mais où les risques de sécheresse en cours de cycle sont plus importants. C'est surtout pour cette zone que les critères de sélection variétale doivent tenir compte à la fois des caractéristiques liées à la production et de celles liées à la physiologie de l'adaptation à la sécheresse.

L'état de sécheresse qui sévit depuis plus de deux décennies dans toute la savane au sud du Sahara et même dans la zone guinéenne échappe présentement à toutes les prévisions des spécialistes. Cependant, on peut remarquer qu'à l'échelle du siècle, la caractérisation de cet

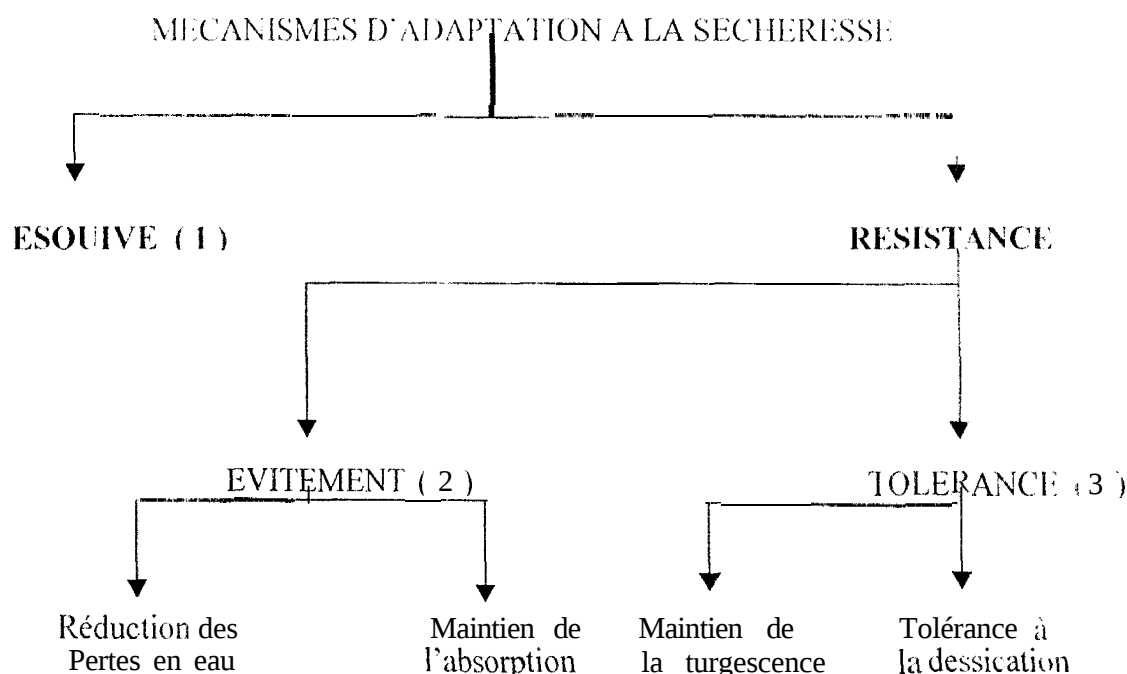
état par des séries chronologiques des pluviosités annuelles ne permet pas de conclure à l'existence d'une tendance au dessèchement (Eldin, 1984).

## I.2.2, Les mécanismes physiologiques d'adaptation des plantes à la sécheresse

Quand l'alimentation en eau par les racines ne parvient plus à compenser les pertes dues à la transpiration foliaire liée à la demande évaporative, la plante subit un stress hydrique, principal facteur limitant de la production des cultures en zone aride et semi-aride

La teneur en eau du végétal est un indicateur de l'état de son alimentation hydrique. Les végétaux sont caractérisés par une grande capacité de résistance à des variations importantes de la teneur en eau de leurs tissus (Morard, 1995). Selon cet auteur, beaucoup de plantes peuvent supporter sans dommage apparent une perte d'eau de 30% : voire même 40% pour le maïs et 70% pour la luzerne.

Les stratégies et mécanismes développés par les végétaux en situation de contrainte hydrique ont occasionné de nombreux essais de classification (Vartanian et Lémée, 1984). Cependant, il est convenu de considérer de nos jours, la classification proposée par Levitt (1980) comme la plus complète. Elle a permis de distinguer trois concepts dans les mécanismes d'adaptation (Figure 2).



(1) : développement phénologique rapide

(2) : maintien de l'état hydrique des tissus

(3) : diminution de l'état hydrique des tissus

Figure 2 : Mécanismes d'adaptation des plantes à la sécheresse. (Source : Levitt, 1980)

### ➤ *L'esquive de la sécheresse*

C'est la capacité d'une plante à réaliser son cycle complet de développement (germination, croissance, feuillaison, floraison, fructification, formation de graines) avant que des déficits hydriques importants ne se manifestent. C'est la précocité qui rend compte de ce concept, c'est un caractère intéressant seulement en cas de sécheresse de fin de cycle. Sa limite est essentiellement liée à son faible potentiel de production. En effet, la sélection sur ce critère peut impliquer des rendements plus faibles au cours d'années suffisamment pluvieuses (Vartanian et Lemée, 1984).

### ➤ *L'évitement de la sécheresse*

Cette stratégie comprend les mécanismes de régulation des pertes en eau et de maintien de l'absorption racinaire, qui permettent à la plante de maintenir ses tissus à un potentiel hydrique élevé lors d'une sécheresse. Ceci laisse supposer que la plante développe un système racinaire efficace et profond, essentiel au maintien de l'absorption hydrique par une meilleure colonisation du sol.

Cette amélioration du système racinaire constitue une des caractéristiques les plus efficaces d'adaptation à la sécheresse (Kramer, 1969). Cependant, en permettant d'augmenter la consommation en eau, elle risque de diminuer la quantité d'eau disponible pour la plante en fin de cycle. Ceci est particulièrement important en zone sahélienne généralement caractérisée par un déficit hydrique en fin de cycle où seules les réserves en eau du sol permettent à la plante d'achever son développement. Par ailleurs, la sélection pour l'amélioration de ce caractère est difficile à mettre en œuvre (Annerose, 1988).

La régulation des pertes d'eau par les stomates et la cuticule (Turner, 1986), l'enroulement des feuilles et la réduction de la surface foliaire (Annerose, 1988), permettent l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en réduisant les pertes aux heures chaudes de la journée (heures de forte demande évaporative). Dans ces conditions, la plante assure l'assimilation photosynthétique en début et en fin de journée lorsque la demande évaporative est faible. Toutefois, c'est la fermeture hydroactive des stomates, associée à une faible transpiration cuticulaire qui constitue le mécanisme de régulation des pertes en eau le plus satisfaisant (Lougnet, 1984).

Evitt (1980) considère en fait l'évitement de la sécheresse comme étant une "résistance constitutionnelle" de la plante c'est-à-dire la faculté du végétal de maintenir un déficit hydrique relativement bas en condition de sécheresse. Cette résistance constitutionnelle peut

résulter de différents caractères : rapport surface transpirante/surface absorbante, possibilité de s'alimenter en eau dans les zones de pF assez élevés, contrôle de la transpiration par une bonne régulation stomatique, présence de tissus spécialisés dans l'accumulation de l'eau, cuticule épaisse, etc.

### ➤ **La tolérance à la sécheresse**

Cette forme de résistance est considérée comme essentiellement liée à la résistance protoplasmique (Ghenkel 1956 cité par Gautreau (1966) ; Stocker, 1958). Ces auteurs soutiennent que tous les effets de la sécheresse résultent des changements de la structure du plasma. Dans ce cas, la plante tout en endurent un déficit hydrique développe des stratégies lui permettant de maintenir l'intégrité de ces fonctions métaboliques. Ces stratégies sont principalement le maintien de la turgescence et la tolérance à la déshydratation.

#### └ Le maintien de la turgescence

La diminution de turgescence constitue un des effets négatifs principaux du stress hydrique sur les fonctions de la plante (Hsiao, 1973). La régulation osmotique en permettant le maintien total ou partiel de la turgescence favoriserait la fermeture tardive des stomates, la photosynthèse, l'expansion foliaire et racinaire lors d'une sécheresse (Turner, 1986). Selon Turner (1986), le principal effet de la chute du potentiel osmotique lors d'un déficit hydrique est le maintien de la turgescence des cellules. Elle permet également le maintien d'une bonne capacité des tissus foliaires à récupérer après une sécheresse.

#### └ La tolérance à la dessiccation

La sécheresse entraîne des modifications profondes dans la structure des systèmes membranaires qui fragilisent les membranes des organites cellulaires (Pham Thi, 1984 ; Vieira Da Silva *et al.*, 1990). La tolérance à la dessiccation est la capacité de résistance des membranes cellulaires à la dégradation et la capacité de résistance des protéines membranaires et cytoplasmiques à la dénaturation (Turner, 1986). Elle est évaluée généralement par la mesure de l'intégrité des membranes cellulaires après un stress ou un choc thermique sévère (Wright & Jordan, 1970 ; Blum & Ebercon, 1981). Annerose (1990) a pu montrer sur la base d'un dosage d'électrolytes et de phosphate inorganique libérés sous l'effet d'un choc osmotique ou thermique que les variétés d'arachide les plus tolérantes (79-40 et 57-422) maintiennent un pourcentage d'intégrité membranaire plus élevé (79,7% et 74%) par rapport aux variétés sensibles (Chico : 33,52% ; 55-437 : 43,97%).

La grande variabilité des formes de sécheresse permet rarement d'expliquer le niveau d'adaptation d'un matériel végétal donné par la seule considération d'un mécanisme pris isolément. Chacune de ces formes d'adaptation présente des avantages mais aussi des inconvénients (Tableau 3). Ainsi, une variété adaptée à un environnement semi-aride devra nécessairement présenter un équilibre entre les réponses d'esquive, d'évitement et de tolérance afin de maintenir des niveaux de productivité satisfaisants.

**Tableau 3 : Mécanismes d'adaptation à la sécheresse (Avantages et Inconvénients)**  
(Source : Annemose, 1991)

| Nature                     | Mécanismes                                                                                                                            | Avantages                                             | Inconvénients                                                                                                                      |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Esquive de la sécheresse   | Précocité, développement phénologique rapide                                                                                          | Diminution des risques de sécheresse en fin de cycle. | Diminution du potentiel de production                                                                                              |
|                            | Plasticité phénologique                                                                                                               | Ajustement du cycle selon conditions hydriques        | Idem                                                                                                                               |
| Évitement de la sécheresse | Maintien de l'absorption racinaire (Augmentation longueur et densité racinaire) (Diminution résistance hydraulique)                   | Augmentation des quantités d'eau disponibles          | Investissement des assimilats dans le système racinaire au détriment des autres organes.                                           |
|                            | réduction des pertes en eau (Augmentation résistance stomatique et cuticulaire) (Diminution surface transpirante et charge radiative) | Meilleure efficacité d'utilisation de l'eau.          | Mauvaise gestion de l'eau disponible<br><br>Réduction de la photosynthèse avec comme conséquence baisse de la production.          |
| Tolérance à la sécheresse  | Tolérance des tissus à la déshydratation<br><br>Maintien de la turgescence des tissus                                                 | Poursuite du développement en conditions de stress    | Coût énergétique pour la mise en place et le maintien des mécanismes<br><br>Mobilisation d'assimilats pour l'ajustement osmotique. |

### 1.3. Effets de la sécheresse sur le comportement agronomique de l'arachide

Les effets de la sécheresse sur la plante sont à la fois directs et indirects, car l'état hydrique du sol interagit avec la température du sol (Turner et Kramer, 1980), la disponibilité en éléments nutritifs, notamment l'azote (Radin et *al.*, 1985 cité par Lacape, 1998) et le développement des organismes pathogènes et des parasites (Hake et *al.*, 1990 ; Ragazzi, 1995 cités par Lacape, 1998)

Le déficit hydrique réduit très précocement la fixation de l'azote. Une baisse de l'activité fixatrice des nodosités détachées de la racine de plantes subissant un déficit hydrique a été observée par Pankhurst et Sprent (1975) cités par Obaton (1992) et Diouf (1996). La reprise de l'activité fixatrice en fin de stress est beaucoup lente à cause sans doute de la destruction des nodosités ou de l'inactivation irréversible de la nitrogénase. La formation de nouvelles nodosités actives dure une douzaine de jours, après la levée du déficit hydrique (Wery *et al.*, 1986), Obaton et Kimou (1985) cités par Obaton (1992) et Diouf (1996)).

Chez l'arachide, toutes les périodes du cycle végétatif sont sensibles à la sécheresse qui diminue de façon importante les rendements (au moins 20%) (Prevot et Billaz, 1962). Ces mêmes auteurs pensent que, dans le cas d'une variété tardive, la sécheresse la plus dommageable est celle qui intervient du 50<sup>ème</sup> au 80<sup>ème</sup> jas soit pendant le pic de floraison et dans ce cas elle entraîne une baisse de rendement d'environ 50%. Bockelé-Morvan *et al.*, (1974) et Gautreau (1982) considèrent les stades de croissance active et de floraison (entre 35 et 70 jas) comme les périodes durant lesquelles l'arachide est le plus sensible à la sécheresse, et qu'une sécheresse précoce peut affecter la croissance et l'émission de fleurs. D'autres auteurs pensent par contre que le stade de développement le plus sensible serait la période de remplissage des gousses (Annerose, 1984; Nageswara *et al.*, 1985; 1988; Stirling *et al.*, 1989). Ces mêmes auteurs pensent que les bonnes capacités de récupération de l'arachide permettent de limiter les effets lorsque la sécheresse intervient pendant la phase végétative ou accessoirement pendant la floraison.

Par ailleurs, Nageswara *et al.* (1985) ont montré qu'un gain de rendement en gousses de 13 à 19% est obtenu par rapport au témoin non stressé, lorsqu'un léger déficit hydrique intervient durant la phase de préfloraison. Ces mêmes travaux ont indiqué que de très faibles rendements ont été obtenus dans les parcelles sévèrement stressées malgré une réhydratation adéquate subséquente à la phase de préfloraison.

Il semble donc que l'arachide présente plusieurs stades de forte sensibilité à la sécheresse mais qu'une période de sécheresse limitée à la phase végétative ou en début de floraison favorise la résistance (Clavel, *com.pers.*)

En outre, la sécheresse n'a pas seulement pour effet de diminuer la production de l'année (parfois même de la rendre pratiquement nulle), mais présente aussi un effet secondaire très important sur celle de l'année suivante avec les graines récoltées ayant une mauvaise valeur semencière (Gillier, 1969). Par ailleurs, la part de la production à réserver pour les semences

est considérable -- 10 à 15% en année normale -- mais en année de sécheresse, elle peut dépasser 30% et dans bien des cas le capital semencier n'est pas reconstitué (Bockelée°Morvan *et al.* 1974).

L'endurcissement à la sécheresse par trempage des semences dans des solutions d'oligo-éléments ou de calcium semblerait avoir un effet favorable sur le nombre de pieds survivants dans le cas d'une sécheresse accentuée (Prevot et Billaz, 1963).

## **1.4. Réponses agrophysiologiques de l'arachide au déficit hydrique**

Il existe une grande diversité variétale au niveau des réponses de l'arachide à la sécheresse, concernant à la fois l'efficacité de l'eau consommée et le rendement avec ses différentes composantes (Annerose, 1990). Toutefois, la diminution de la fructification et par conséquent du nombre de gousses par m<sup>2</sup> demeurent les paramètres les plus sensibles à la sécheresse.

Chez l'arachide, en conditions de sécheresse de fin de cycle, le caractère petites gousses est associé à une meilleure production (Annerose, 1990). Selon le même auteur, cet avantage serait lié à la diminution de la durée nécessaire à la formation de ces gousses.

Le maintien de l'absorption hydrique par un système racinaire profond et développé, grâce à une meilleure colonisation du sol, favorise une meilleure extraction de l'eau par la plante (Chopart, 1980 : 1984). L'amélioration de l'enracinement est vraisemblablement le mécanisme d'évitement de la sécheresse le plus efficace chez l'arachide. Dans ce sens, Annerose (1988) a mis en évidence, sur un échantillon restreint de variétés vulgarisées, d'importantes variations de la vitesse d'elongation racinaire. Ceci indique qu'il est possible d'effectuer une sélection précoce dans l'objectif d'améliorer les caractéristiques racinaires de l'arachide.

D'autres travaux (Chopart, 1980 : 1984 ; Annerose, 1990 ; Ketring et Reid, 1993) font état chez l'arachide de racines pouvant atteindre des profondeurs de 120, 150 et même 180 cm : avec des redistributions latérales pouvant atteindre 46 cm en conditions hydriques limitantes. Toutefois, la croissance racinaire peut être affectée par un stress hydrique précoce mais conserve une très forte capacité de reprise dès que les plantes sont réhydratées (Meisner et Karnok, 1992).

D'autres mécanismes permettant de limiter les pertes en eau en situation de déficit hydrique ont été mis en évidence chez l'arachide. Il s'agit de la diminution de la surface foliaire donc

de la transpiration, par flétrissement temporaire ou abscission foliaire (Annerose, 1990 ; Ferreira *et al.*, 1992 ; Chapman *et al.*, 1993).

Il a été établi par Gautreau (1977) l'existence d'une grande diversité génotypique chez l'arachide en ce qui concerne la réponse des stomates à une sécheresse. Annerose (1990) a montré que la régulation des pertes en eau par contrôle stomatique constituait un mécanisme efficace de maintien de l'hydratation des tissus foliaires. La réduction de la photosynthèse due à la fermeture stomatique pose le problème de l'alimentation carbonée surtout durant la formation et le remplissage des gousses. Les études de Annerose (1990) ont montré que dans ces conditions, l'arachide est capable de satisfaire les besoins en éléments carbonés de ses gousses en formation par une redistribution, en direction de ces gousses, des assimilats nouvellement synthétisés. Puis, lorsque la sécheresse se prolonge, les besoins des gousses sont assurés par une remobilisation des substances carbonées stockées sous forme d'amidon dans les feuilles, les tiges et les racines (Annerose, 1990).

L'ajustement osmotique lors d'un déficit hydrique semble limité chez l'arachide (Bennet *et al.*, (1981 : 1984) ; Erickson & Stewart, 1985 cités par Annerose (1988)).

## **1.5. Acquis des recherches sur la résistance à la sécheresse de l'arachide**

Dans l'étude des stratégies de résistance ou d'adaptation des plantes à la sécheresse, il convient de caractériser d'abord les différents types de sécheresse rencontrés. A partir de ces travaux de caractérisation de la sécheresse, il ressort que la sécheresse au Sénégal et au Burkina Faso, peut prendre deux formes principales (Annerose 1988 ; 1990 ; Somé, 1989)

- 1 une courte saison des pluies avec une faible pluviosité dans les zones Nord de ces deux pays ;
- 2 une saison des pluies **plus** longue mais avec des risques de sécheresse en cours de cycle et caractérisée par une grande variabilité spatio-temporelle pour les zones centre et sud.

Cette distinction des formes de sécheresse a permis la définition des objectifs à atteindre pour l'amélioration des rendements dans chaque zone considérée. Ainsi, en ce qui concerne les zones nord la recherche de la précocité du matériel végétal apparaît comme le principal objectif à atteindre. Par contre, pour les zones sud et centre, c'est l'amélioration des aptitudes des variétés à tolérer la sécheresse en cours et en fin de cycle qui est à rechercher (Annerose, 1988 ; 1991).

Cependant, il faut noter que depuis 1983, l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) a initié sur ces bases un programme pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse. Auparavant, on connaissait déjà, depuis les années 1960, l'ampleur des pertes de production provoquées par des déficits hydriques aux divers stades de végétation (Gautreau, 1997).

Des essais variétaux en conditions de sécheresse naturelles et artificielles, réalisés bien avant les années 1970 ont conduit au choix de la variété hâtive 55-437 de 90 jours. Cette variété, avec un rendement de  $1800 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  pour un régime hydrique de 300 mm, est tout à fait indiquée pour être vulgarisée dans les zones nord du Bassin Arachidier (région de Louga), où les pluies de début d'hivernage tardaient au-delà du 15 juillet (Schilling & Misari, 1993 ; Gautreau, 1997). Compte tenu de ses performances, la variété 55-437 a été diffusée dans le cadre de productions industrielles au Niger, dans les zones sèches du Nigeria, du Tchad, du Cameroun et de la Gambie (Schilling et Misari, 1993).

En suivant une démarche identique, une carte variétale du Sénégal a été établie (Khalfoui, 1988; Clavel et N'Doye, 1997) (Figure 3).

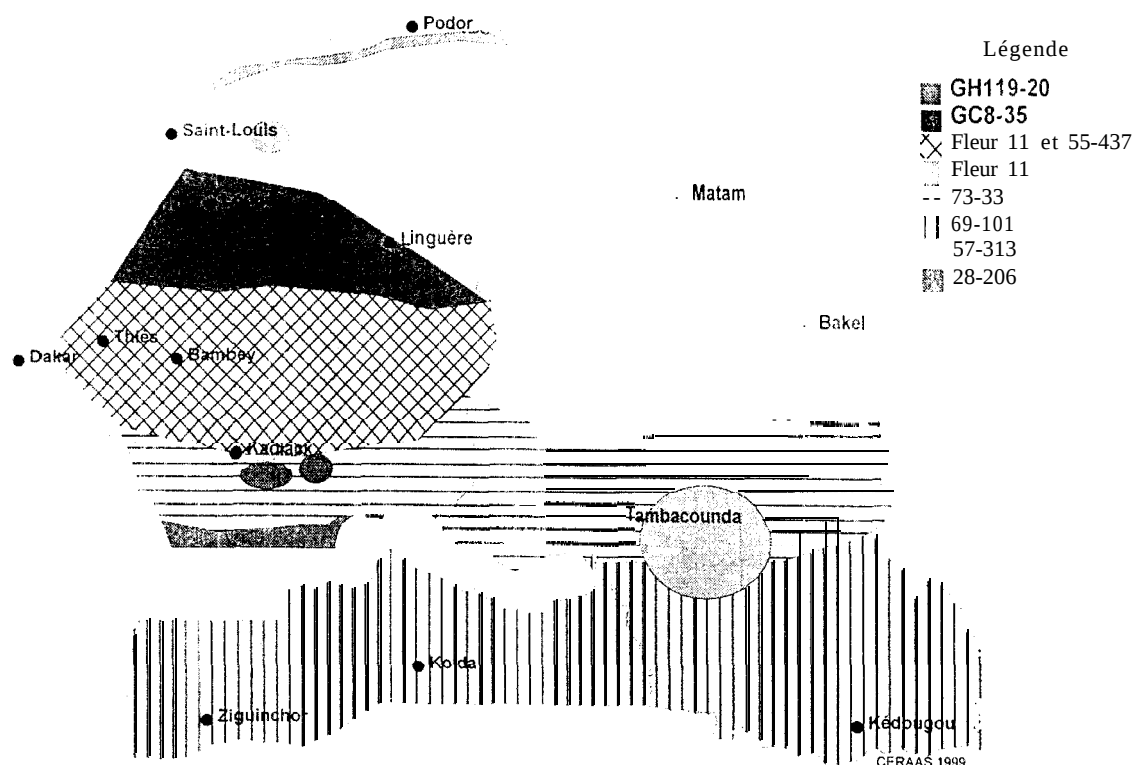


Figure 3 : Carte variétale 1996 de l'arachide au Sénégal (Source : Clavel et N'Doye, 1997)

L'absence de dormance chez les variétés du type Spanish a amené la sélection variétale à s'orienter vers la création de cultivars associant la précocité et la dormance pour les zones centre-nord (600–900 mm) ayant des risques de pluies de fin d'hivernage. C'est le cas des cultivars 73–30 avec un cycle de 95 jours et 73–33 avec un cycle de 105 jours, obtenus par croisement entre Spanish et Virginia (Schilling & Misari, 1993).

Un ideotype d'adaptation à la sécheresse a été défini sur la base de trois principaux caractères physiologiques : la croissance du système racinaire, la résistance protoplasmique et la régulation des pertes en eau. Sur cette base, un inventaire des mécanismes et des caractères adaptatifs à rechercher pour chaque région du Bassin Arachidier Sénégalais a été réalisé (Annerose, 1990) (Tableau 4).

Au Burkina Faso, avant 1983 l'amélioration variétale de l'arachide pour la résistance à la sécheresse a été principalement conduite à partir du Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation de Kamboinsè (CREAF). Ce centre a été chargé de développer les variétés précoces (90 jours) et extra précoces (75–80 jours) destinées aux zones Centre, Centre-Est, Centre-Nord et Nord à pluviométrie limitée et à courte saison de pluies. Ainsi, de nouvelles variétés hâtives issues de croisements divers ont été vulgarisées comme TS 32–I et CN 94 C (Zagré *et al.*, 1997). Ces variétés précoces sont venues s'ajouter à d'autres cultivars hâtifs, KH 149-A, KH-241 D et TE 3, diffusés à partir de la station de Niangoloko.

L'impact de la sécheresse sur la productivité arachidière a obligé les chercheurs à reformuler de nouvelles stratégies de recherche. C'est ainsi qu'un colloque intitulé "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical : quelles recherches pour le moyen terme ?" a été organisé à Dakar par le CIRAD et l'ISRA en septembre 1984. Ce dernier a jeté les bases scientifiques du projet "Amélioration génétique de l'arachide pour l'adaptation à la sécheresse" qui avait pour objectif de créer des variétés mieux adaptées aux conditions de sécheresse du Sénégal, du Burkina Faso et des pays de la zone semi-aride tropicale. Les méthodes utilisées pour atteindre cet objectif ont porté sur des recherches intégrées et pluridisciplinaires (sélection, physiologie, bioclimatologie, génétique et agronomie). Ce programme de recherche a connu trois phases de 1985 à 1987, puis de 1989 à 1992 et enfin de 1994 à 1998 (Clavel, 1995 ; 1996 ; 1997 ; 1998).

Au cours de la première phase, les différents types de sécheresse rencontrés au Sahel ont été précisés. Les tests physiologiques définitifs choisis pour la sélection ont été mis au point. Ces

tests physiologiques ont trait à la croissance et au volume racinaire, à la régulation stomatique, à la résistance des membranes cellulaires à la dessiccation et à la chaleur. Des rétro-croisements pour la précocité (55-437 et 73-30 sur le parent Chico de 75 jours) et la réduction de la grosseur des graines (55-437 sur 57-422) ont été entrepris.

A la fin de la deuxième phase, d'importants résultats étaient déjà acquis. De nouvelles variétés à cycle très précoce ayant donné de bons résultats en expérimentation comparative ont été mises au point au Sénégal et au Burkina Faso. Il s'agit de ICGS 11, 26, 31, 55, AHH<sup>85-19</sup>, GC 8-35. Les études physiologiques relatives au développement du système racinaire, aux échanges gazeux et à la résistance membranaire étaient également engagées au Sénégal.

Tableau 4 : Caractères à rechercher pour des variétés bien adaptées aux conditions de sécheresse de différentes zones et localités du Bassin arachidier sénégalais.  
(Source : Annerose, 1990)

| Région<br>Localité              | Cycle<br>(jours) | Système racinaire                                                                        | Régulation des pertes en<br>eau                                                            | Résistance<br>protoplasmique                                    | Autres<br>caractères                                                                          |
|---------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| NORD<br>Louga<br>à<br>Thiémakha | < 90             | Installation rapide<br>Profondeur<br>moyenne<br>Densité optimale<br>sur tout le profil   | Stomates très sensibles<br>Surface foliaire réduite<br>Développement végétatif<br>sensible | Forte à la<br>déshydratation<br>Forte à la chaleur              | Dormante<br>Redistribution<br>rapide des<br>assimilats vers<br>les gousses<br>Petites gousses |
| CENTRI-<br>NORD<br>Bambey       | 90               | Installation normale<br>Profond<br>Densité normale<br>Redistribution lors<br>d'un stress | Stomates peu sensibles<br>Développement végétatif<br>sensible                              | Forte à la<br>déshydratation<br>Moyenne à la<br>chaleur         | Redistribution<br>rapide des<br>assimilats vers<br>les gousses<br>Petites gousses             |
| CENTRI-<br>NORD<br>Diorbèl      | 90               | Installation normale<br>Profond<br>Dense<br>Redistribution lors<br>d'un stress           | Stomates peu sensibles<br>Développement végétatif<br>moyennement sensible                  | Forte à la<br>déshydratation<br>Moyenne à la<br>chaleur         | Dormante<br>Gousse de taille<br>moyenne                                                       |
|                                 | 105              | Installation normale<br>Profond<br>Dense<br>Redistribution lors<br>d'un stress           | Stomates peu sensibles<br>Développement végétatif<br>très sensible                         | Forte à la<br>déshydratation<br>Forte à la chaleur              | Redistribution<br>rapide des<br>assimilats vers<br>les gousses<br>Petites gousses             |
| CENTRI-<br>SUD<br>Kaolack       | 105              | Installation normale<br>Profond<br>Dense<br>Redistribution lors<br>d'un stress           | Stomates peu sensibles<br>Développement végétatif<br>sensible                              | Forte à la<br>déshydratation<br>Forte à la chaleur              | Redistribution<br>rapide des<br>assimilats vers<br>les gousses<br>Petites gousses             |
| CENTRI-<br>SUD<br>Niort         | 105-120          | Installation normale<br>Profond<br>Dense                                                 | Stomates très peu<br>sensibles<br>Développement végétatif<br>insensible                    | Très forte à la<br>déshydratation<br>Très forte à la<br>chaleur | Grosses Gousses                                                                               |

Les actions de recherche relatives à la troisième phase ont porté sur la mise au point d'itinéraires techniques adaptés aux systèmes de culture. En outre, l'effet de la sécheresse sur la contamination par *Aspergillus flavus* et sur la composition des acides gras a été étudié.

L'évaluation variétale dans divers champs paysans et sur différents sites a confirmé la valeur agronomique de nombreuses variétés récemment mises au point. Ces variétés, correspondant à la zone arachidière du Sénégal et du Burkina Faso, ont été mises à la disposition des services de vulgarisation. On distingue :

- ▢ La variété 59-127 tardive de 120 jours, avec un rendement en gousses de  $1485 \text{ kg ha}^{-1}$  pour un régime pluviométrique de 650 à 750 mm (Gautreau, 1977). Selon Gautreau<sup>o</sup>(1977), cette variété présente un potentiel foliaire très bas en toutes circonstances et simultanément une transpiration foliaire élevée. La variété 59-127 a par ailleurs montré une pression de succion élevée au cours de mesures menées en 1967 par Gautreau (1969). On admet généralement que les plantes résistantes à la sécheresse ont une pression de succion plus élevée que les non résistantes (Kramer, 1959).
- ▢ La variété 57-422 semi-hâtive de 105 jours avec  $1700 \text{ kg.ha}^{-1}$  pour un régime pluviométrique d'environ 650 à 750 mm. Cette variété présente des potentiels foliaires plus élevés (en valeurs négatives), tout en maintenant des échanges gazeux satisfaisants avec l'atmosphère en cas de sécheresse (Gautreau, 1977).
- ▢ La variété 55-437 qui s'est finalement consacrée comme la variété à cultiver dans le grand nord de ces pays avec un rendement de  $1800 \text{ kg.ha}^{-1}$  pour un régime pluviométrique ne dépassant pas 300 mm. Elle présente la caractéristique d'un ajustement osmotique un peu meilleure que les autres dans les tissus foliaires permettant ainsi de différer la fermeture des stomates et donc de maintenir sa photosynthèse en condition de stress. La variété 55-437 montre en outre, des particularités de variétés hâtives qui constituent un cas singulier en ce sens que la principale composante de leur adaptation aux zones semi-arides est l'esquive à la sécheresse (Gautreau, 1977). La brièveté de leur cycle leur permet généralement d'échapper aux sécheresses sévères de fin de saison, fréquentes dans leur zone de culture.

D'autres variétés très performantes ont été vulgarisées. Il s'agit des variétés GC 8-35 et Fleur 11. La variété GC 8-35 a un cycle de 80 jours et un rendement en gousses supérieur de 30% à la variété 55-437 pour une pluviosité d'environ 370 mm. La variété Fleur 11 a un cycle

de 90 jours, un rendement en gousses supérieur de 30% par rapport à la variété 55-437, et est adaptée à la zone centre caractérisée par une sécheresse de fin de cycle.

D'après Ghenkel (1956) cité par Gautreau (1966), la résistance à la sécheresse est un attribut lié à la faculté de supporter l'excès de chaleur et de déshydratation. Cet auteur indique que la résistance à la chaleur est liée à la viscosité du protoplasme et la résistance à la déshydratation est associée à l'élasticité du protoplasme. Il souligne d'ailleurs, que ces deux aspects de la résistance à la sécheresse sont partiellement antagonistes. Les plantes conciliant ces deux caractères sont rares et réunissent toutes les conditions pour que leur résistance à la sécheresse au champ soit effective. Différents tests réalisés de 1962 à 1965 ont permis de mettre en évidence l'excellente résistance à la chaleur de sept variétés (48-111, 53-68, 58-160, 59-127, 24-11, 59-163, 59-262) (Gautreau, 1966).

En 1962 et 1963, Gautreau (1966) a vérifié que la baisse relative de vitesse de croissance des plantes en période de sécheresse dépendait du degré de résistance à la sécheresse des variétés : plus la résistance à la sécheresse des variétés était élevée, plus la baisse de vitesse de croissance relative (VCR) était faible. La méthode a consisté à comparer la VCR de variétés inconnues à celle d'une variété témoin : la 47-16. Au cours des différents tests, plusieurs variétés ont montré une VCR élevée en conditions de sécheresse. Par contre, seulement quatre variétés (24-11, 53-68, 58-160 et 59-127) ont une VCR élevée et une résistance à la chaleur élevée (Gautreau, 1966).

Il est à signaler que ces variétés qui se sont révélées résistantes à la sécheresse à travers les tests de résistance à la chaleur et de vitesse de croissance rapide avaient été auparavant soumises à des tests précoces sur les graines (Gautreau, 1966). Cet auteur a pu montrer à partir de tests de germination à pression osmotique élevée (T.O.G.) que les variétés résistantes présentent des taux de germination de 60 à 80% contre 0 à 20% pour les variétés sensibles.

Ces différents tests et mesures de résistance à la sécheresse ont permis de mettre en valeur à partir de 1971 les caractéristiques d'une nouvelle variété dénommée 73-33 (création du CNRA de Bambo) face aux lignées ou variétés étudiées concurremment (Gautreau *et al.*, 1980). Ces auteurs indiquent que pratiquement dans toutes les situations, les plus-values de rendement en gousses dégagées par la 73-33 ont été substantielles par rapport aux témoins que sont la 28-206 et la 57-122.

Enfin, il est à noter que chez L'arachide, les génotypes qui résistent à la sécheresse répondent bien à l'irrigation contrairement à d'autres espèces comme le maïs. Pour cette culture, les

hybrides répondant bien à l'irrigation s'avèrent non performantes en condition de sécheresse (Clavel, *com. pers.*).

Les différentes manifestations de la résistance à la sécheresse ne sont pas exclusives les unes des autres, mais ne sont pas non plus nécessairement liées, la résistance pouvant provenir de l'intégration de plusieurs modalités. D'où la complexité de la recherche des bases de la résistance, celles-ci devant être recherchées à tous les niveaux de la plante entière (transpiration, régulation stomatique, rapport partie aérienne/système racinaire), de l'organe et de la cellule.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 2.1. Site d'étude

L'expérimentation a été conduite dans l'enceinte du CERAAS du 12 juillet au 1<sup>er</sup> septembre 1999 en serre à Thiès (14°42' N 16°28' O) situé à 72 km à l'est de Dakar, sous éclairage naturel. La durée d'insolation mensuelle moyenne est de 230 heures de juillet à septembre. L'humidité relative et la température ambiante dans la serre ont été préréglées respectivement à 75% et à 30°C.

Le climat de la localité est du type sahélien. Ce climat se caractérise par une saison sèche longue s'étalant d'octobre à juin soit une durée de 9 mois et une saison des pluies d'une durée de 3 mois allant de mi-juillet à mi-octobre. Les températures moyennes maximales pendant les périodes les plus chaudes (mai à juillet) sont de l'ordre de 37 à 38°C, pendant que les minimales pendant les périodes les plus fraîches (janvier et février) se situent entre 18 et 20°C (Sarr, *com.pers.*).

## 2.2. Matériel végétal

L'étude a porté sur quatre variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) (Tableau 5) sélectionnées par les programmes nationaux d'amélioration de l'arachide du Sénégal (Fleur 11 et 55-437) et du Burkina Faso (KH 149-A et AHK 85-19). Ces variétés ont été diffusées en milieu paysan dans ces deux pays et dans certains pays de la région sahélienne. Cependant, la variété AHK 85-19 n'a pas été acceptée par les paysans en raison de la faible taille de ses granes, elle sert plutôt de géniteur pour la précocité (Zagré, *com.pers.*). Les fiches techniques des trois variétés vulgarisées (Fleur 11, 55-437 et KH 149-A) sont présentées en annexes 2, 3 et 4.

Le choix du matériel végétal a été fait en considérant le type botanique et la durée du cycle. Toutes les variétés appartiennent au type botanique Spanish et sont à port érigé. La longueur du cycle observée en collection dans la région semi-aride va de 75 jours, pour les variétés les plus précoces, à 90 jours pour les plus tardives. Cependant, la faible productivité des variétés les plus hâtives limite la précocité des variétés actuellement vulgarisées à une longueur de 90 jours (Annerose, 1990). La longueur de cycle des variétés étudiées est de 90 jours sauf la variété AHK 85-19 qui a un cycle de 75 à 80 jours.

Tableau 5 : Caractéristiques des variétés d'arachide étudiées.

| Variétés           | Caractères végétatifs                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Caractères agronomiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Caractères du grain                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FLEUR 11           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Origine : Chine</li> <li>- Obtention : Sénégal (1993)</li> <li>- Type botanique : spanish</li> <li>- Port érigé et grandes folioles</li> <li>- Beaucoup de ramifications secondaires</li> <li>- Résistance protoplasmique faible</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle : 90 jours</li> <li>- Non dormante</li> <li>- Semences <b>75 à 80 kg.ha<sup>-1</sup></b></li> <li>- 300 à 500 mm</li> <li>- Bon enracinement</li> <li>- Rendement en gousses : 1500 à 3600 kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gousse bigraine</li> <li>- Grosse graine allongée et rose clair</li> <li>- Poids 100 gousses : 130 à 140 g</li> <li>- Poids de 100 graines : 50 à 55 g</li> <li>- 70 à 72% de rendement au décortilage</li> <li>- 50 à 51% de teneur en huile</li> </ul> |
| 55-43 <sup>2</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Origine : Amérique du Sud</li> <li>- Obtention : Sénégal (1955)</li> <li>- Cultivée dans toute l'Afrique sahélienne</li> <li>- Type botanique : spanish</li> <li>- Port érigé et grandes folioles</li> <li>- Faible capacité photosynthétique en cas de sécheresse</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle : 90 jours</li> <li>- 300 à 500 mm</li> <li>- Rendement en gousses : 1900 à 3300 kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>- Non dormante : 30%</li> <li>- Semences : 60 kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>- Densité : 166000 pieds.ha<sup>-1</sup></li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Petite gousse bigraines</li> <li>- Petite graine ronde et rose clair</li> <li>- Poids 100 gousses : 85 à 95 g</li> <li>- Poids de 100 graines : 30 à 34 g</li> <li>- 75% de rendement au décortilage</li> <li>- 49% de teneur en huile</li> </ul>        |
| KH 140-A           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Origine : hybride F7 IRHO</li> <li>- Obtention : Burkina Faso en 1964</li> <li>- Type botanique : spanish</li> <li>- Port semi-érigé à moyennes folioles</li> <li>- Panification séquentielle</li> <li>- Bonne capacité photosynthétique en cas de sécheresse</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle : 90 jours</li> <li>- 500 à 800 mm</li> <li>- Rendement en gousses : 1000 à 2000 kg.ha<sup>-1</sup> au nord et au centre du Burkina et 2500 à 3000 kg.ha<sup>-1</sup> au sud.</li> <li>- Non dormante.</li> <li>- Semences : 50 à 60 kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>- Densité : 166000 pieds.ha<sup>-1</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gousse bigraine</li> <li>- Graine rouge et allongée</li> <li>- Poids 100 gousses : 65 à 75 g</li> <li>- Poids de 100 graines : 30 à 35 g</li> <li>- 67 à 70% de rendement au décortilage.</li> <li>- 48 à 50% de teneur en huile</li> </ul>              |
| AHK 85- 19         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtention : Burkina Faso en 1985.</li> <li>- Type botanique : spanish</li> <li>- Adaptée aux zones moins pluvieuses du Burkina.</li> <li>- Port érigé</li> <li>- Pas de fiche technique</li> </ul>                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle : 75 à 80 jours. Géniteur de précocité</li> <li>- Variété très précoce.</li> <li>- 300 à <b>400 111111</b></li> <li>- Rendement en gousses : 1200 à 2500kg.ha<sup>-1</sup> avec un rendement moyen de 1500kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>- N'est pas accepté en milieu paysan</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poids de 100 graines : 27 g à 32 g</li> <li>- Pas acceptée en milieu paysan du fait de la petite taille des graines</li> <li>- 70% de rendement au décortilage</li> </ul>                                                                                |

## 2.3. Méthodes

### 2.3.1. Techniques et conditions de culture

Les plantes ont été cultivées dans des pots en PVC ayant 15 cm de diamètre, 20 cm de hauteur et un volume de 3,5 dm<sup>3</sup>. Ces pots sont tapissés de gravillons au fond (475 g par pot) et remplis de sol *dior* (4,9 kg par pot) jusqu'à 1 cm du bord. Le sol utilisé est de type ferrugineux tropical faiblement lessivé, peu évolué, constitué de dépôts successifs de matériaux sableux et à faible teneur en argile et limons (4% argile, 1% limon, 72% sables fins, 22% sables grossiers sur l'horizon 0- 30 cm) appelé localement "*dior*" (Charreau, 1959). L'humidité volumique de ces sols à la profondeur de 30 cm, à la capacité au champ, est à 12% et au point de flétrissement à 0,75% (Résultats non publiés du service de bioclimatologie de l'ISRA).

Les semences des quatre variétés d'arachide ont été traitées au granox (fongicide composé de Captan® 10%, Benomyl 10% et Carbofuran 20%) à raison de 100 g pour 25 kg d'arachide. Ces semences traitées ont été mises à prégermer le 13 juillet dans des boîtes de pétri, sur du papier ouate humide, à environ 30°C pendant 48 h. Les graines prégermées ont alors été semées le 15 juillet à raison de trois graines prégermées par pot préalablement arrosé la veille à la capacité au champ.

Au 9<sup>ème</sup> jas, un démariage a été effectué à raison d'une plante par pot. Il a été suivi d'un apport de solution nutritive NPK (8- 18- 27) à la dose de 150 kg.ha<sup>-1</sup>. Jusqu'à l'induction du déficit hydrique, l'humidité de tous les pots a été maintenue à la capacité au champ (par arrosage régulier).

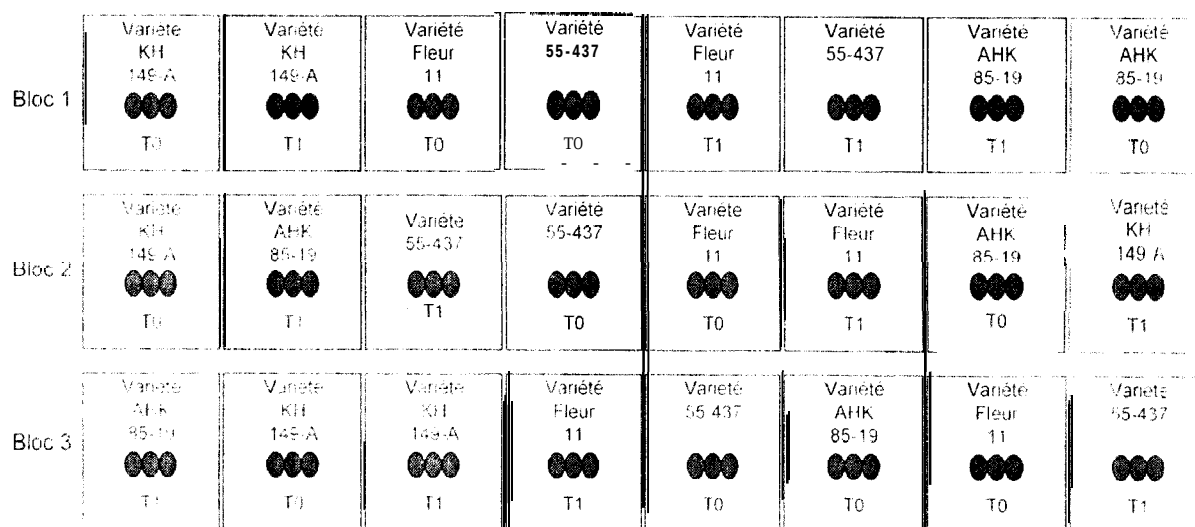
Une protection insecticide et fongicide renforcée a été réalisée par des traitements systématiques décadaires par pulvérisation de Cyperax (volume de 6 ml pour l'ensemble du compartiment de la serre correspondant à la dose de 11 ha<sup>-1</sup>). Une apparition de symptômes de cercosporiose au stade précoce nous a amené à effectuer un traitement fongicide par pulvérisation au Benomyl à raison de 400 g.ha<sup>-1</sup> au 19<sup>ème</sup> jas.

### 2.3.2. Dispositif expérimental

Le dispositif comprend trois blocs entièrement randomisés (Figure 4). Les *Castor* et *Amorim* sont la variété à quatre niveaux (AHK 85- 19, KH 149- A, Fleur 1 1 et 55- 437) et le régime

hydrique à deux niveaux (alimentation hydrique optimale ou T0 et stress hydrique ou T1), soient huit traitements. Chaque traitement est répété trois fois, le nombre total de pots est de 72, l'unité expérimentale étant constituée de 3 pots.

L'application du stress hydrique a été réalisée par suspension de l'arrosage au 20<sup>ème</sup> jas. Quand le potentiel hydrique foliaire des plantes stressées a atteint les valeurs de l'ordre de -3.0 à -3.5 MPa, les plantes ont été réhydratées afin de pouvoir apprécier la capacité de récupération des différentes variétés.



T0 : Plantes témoins arrosées à l'optimum

T1 : Plantes subissant le déficit hydrique 20 jas et réhydratées quand le potentiel foliaire atteint -3 à -3.5 Mpa

Figure 4 : Plan du dispositif expérimental

### 2.3.3. Suivi du développement des plantes

Les paramètres mesurés ont été le nombre de feuilles, la surface foliaire, le volume racinaire, et le poids de matière sèche aérienne et racinaire. Ces mesures destructives ont été réalisées à chaque fois sur un pot choisi au hasard parmi les pots de l'unité expérimentale au 20<sup>ème</sup> jas (date d'induction du déficit hydrique), 33<sup>ème</sup> jas (date de réhydratation des plantes soumises au déficit hydrique) et au 47<sup>ème</sup> jas (fin du traitement). A la fin du traitement, la sénescence de certaines feuilles n'a pas permis d'évaluer la surface foliaire. Seuls le volume racinaire, le poids de matière sèche aérienne et souterraine ont été mesurés à cette date.

### **2.3.3.1. Observations phénologiques**

Les observations phénologiques ont porté essentiellement sur la levée et sur la floraison (rythme).

### **2.3.3.2. Surface foliaire et poids de matière sèche**

La surface foliaire a été mesurée à l'aide d'un planimètre de type Li-cor modèle 3000 (Li-cor Inc., Lincoln, Nebraska, U.S.A.). Cet appareil, comprenant une pince et une console de lecture, permet des mesures fiables de surface foliaire sur des feuilles détachées.

Pendant la mesure, la feuille placée dans la pince est scannée par un faisceau lumineux provenant d'une étroite bande de lumière rouge émise par des diodes. Ces diodes se situent à 1 mm du bord supérieur de la pince. La valeur de la surface foliaire est affichée sur la console de lecture. Le Li-cor 3000 est associé à un convoyeur modèle Li-cor 3050A qui présente un film transparent sur lequel sont disposées les feuilles.

Avant la mesure, un étalonnage de l'appareil a été effectué. Il a consisté à faire passer un étalon (disque de surface connue) sur le convoyeur et à lire la surface sur la console. Lorsque la valeur lue est différente de la surface réelle, une remise à zéro est opérée jusqu'à l'obtention de la valeur réelle.

Pour chaque plante, les feuilles étaient détachées des tiges puis placées une par une sur le convoyeur. La surface cumulée de l'ensemble des feuilles de l'échantillon était affichée sur la console de lecture. Les feuilles et les tiges de chaque plante ont ensuite été séchées à l'étuve à 70°C pendant 72 heures, puis pesées pour avoir le poids de matière sèche.

### **2.3.3.3. Volume racinaire et poids de matière sèche des racines**

Le volume racinaire a été déterminé par la méthode du déplacement volumique. Pour cela, les racines de chaque plante, étaient rincées rapidement sous un jet d'eau puis introduites dans une éprouvette graduée, contenant un volume d'eau  $V_1$ . Par déplacement volumique, un nouveau volume  $V_2$  était obtenu. La différence  $V_2 - V_1$  constitue le volume racinaire. Les racines étaient ensuite séchées à l'étuve à 70°C pendant 72 h et pesées pour la détermination du poids de matière sèche racinaire (PMSR).

### 2.3.4. Mesures physiologiques

Les mesures physiologiques ont porté sur l'état hydrique interne des plantes (potentiel hydrique foliaire) et la fluorescence chlorophyllienne. Ces mesures ont été effectuées deux fois par semaine entre 11 h et 13 h.

#### 2.3.4.1. Mesure du potentiel hydrique foliaire

Le potentiel hydrique foliaire est une grandeur thermodynamique qui caractérise l'état énergétique de l'eau dans la plante. Il correspond à l'énergie nécessaire pour extraire l'eau du tissu végétal et la porter à l'état libre. Il est défini par rapport au potentiel de l'eau pure libre (à la pression atmosphérique et à la même température) conventionnellement fixé à zéro, et est noté en valeurs négatives.

Son évolution a toujours été considérée comme un critère d'appréciation de la cinétique de déshydratation des plantes soumises à la contrainte hydrique. Il sera d'autant plus bas (en valeurs négatives) que le déficit hydrique interne du végétal sera marqué.

Sa définition ainsi que celle de ses différentes composantes et ses méthodes de mesure ont été largement abordées par Diouf (1993). Le potentiel hydrique foliaire est la somme algébrique des potentiels de turgescence (hydrostatique), osmotique, matriciel et de gravité :  $\Psi_h = (\Psi_t) + (\Psi_o) + (\Psi_m) + (\Psi_g)$ . Le potentiel de turgescence est dû à la tension développée dans les cellules contre les parois ; le potentiel osmotique, aux solutés dans les vacuoles des cellules ; le potentiel matriciel, aux forces d'inhibition des colloïdes et aux forces capillaires dans les parois cellulodiques ; le potentiel gravitationnel est dû à la gravité (Douguet et Laffray, 1988 ; Diouf, 1993). À l'exception des plantes des sols sales ou trop secs, le potentiel osmotique est généralement négligeable.

Par ailleurs, le potentiel matriciel et de gravité sont généralement négligés. En définitive, en condition hydrique optimale la mesure du potentiel hydrique total revient à une détermination du potentiel de turgescence ou potentiel hydrostatique ou encore tension de sève dans le xylème. Dans nos conditions d'étude, le potentiel hydrique a été défini par la relation :  $\Psi_h = (\Psi_t) + (\Psi_o)$ .

Au cours de cet essai, les mesures ont été effectuées entre 11 h et 13 h, période de la journée pendant laquelle les conditions microclimatiques sont relativement stables. Pour ce faire, la chambre ou bombe à pression de Scholander type PMS 1001 modèle PMS (PMS Co., Corvallis, Oregon, USA) (Scholander *et al.*, 1965), a été utilisée. Cette chambre

comporte un compartiment de mesure étanche (en acier), un manomètre et une bonbonne de gaz inerte (air comprimé). Ce gaz peut également être de l'azote comprimé ou un mélange oxygène-azote pauvre en oxygène (Louguet et Laffray, 1988 ; Diouf, 1993) (Figure 5).

Les mesures ont porté sur la 3<sup>ème</sup> feuille entièrement développée à partir de l'extrémité de la tige principale des plants d'arachide. Elles ont été réalisées de manière très rapide pour éviter la chute du potentiel par perte d'eau du végétal entre l'excision et la mise sous pression de la chambre – toujours inférieure à 20 secondes – (Turner, 1981 cité par Lacape 1998).

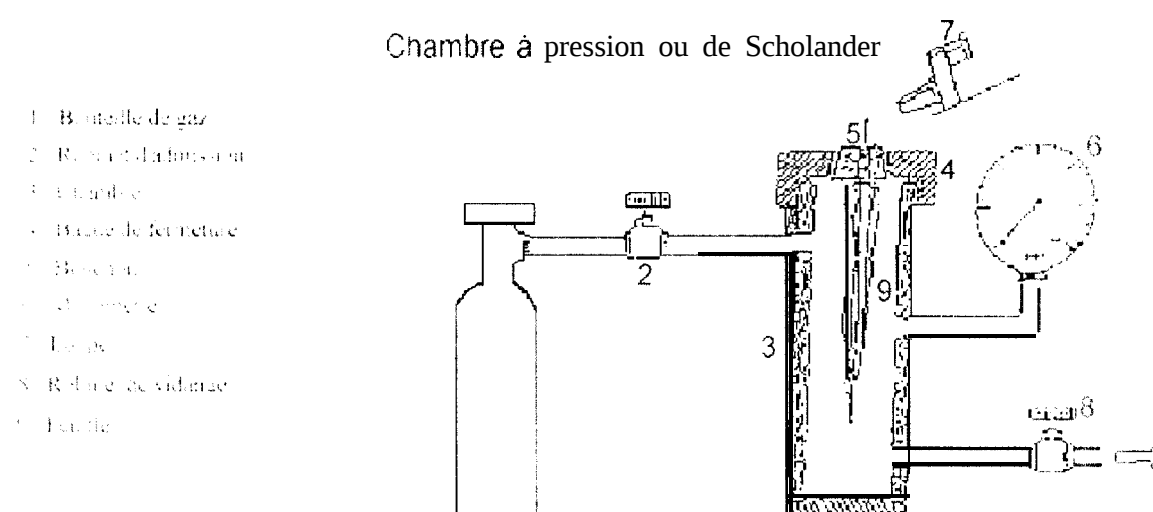


Figure 5 : Chambre à pression (Source : Anonyme)

Pendant la mesure, une section franche est pratiquée sur le pétiole de la 3<sup>ème</sup> feuille. Cet échantillon est inséré dans un bouchon de façon à ce que le pétiole dépasse de quelques millimètres du bouchon : ce qui permet d'assurer l'étanchéité dans la chambre de mesure. Par la suite, une pression est appliquée lentement et progressivement dans la chambre à l'aide du gaz comprimé jusqu'à l'apparition du ménisque de sève au niveau de la section du pétiole matérialisée par une tâche humide sur le papier buvard. La valeur de la pression lue à cet instant au niveau du manomètre correspond, au signe près, au potentiel hydrique foliaire.

Les mesures du potentiel hydrique foliaire ont été effectuées deux fois par semaine à partir du 20<sup>ème</sup> jas.

#### 2.3.4.2. Mesure de la fluorescence chlorophyllienne

Dans la première étape de la photosynthèse dite phase claire, la plante intercepte les photons : de lumière et les utilise pour scinder les molécules d'eau ( $H_2O$ ) en oxygène ( $O_2$ ), protons ( $H^+$ ) et électrons. Cette réaction a lieu au niveau du photosystème II (PSII). Les protons  $H^+$

interviennent dans la formation d'adénosine triphosphate (ATP) qui constitue un stock d'énergie pour la plante. Le transfert d'électrons aboutit à la formation d'une autre molécule très énergétique la nicotinamide adénine dinucléotide phosphate ( $\text{NADPH}^+\text{H}^+$ ) (Figure 6). L'énergie stockée sous forme d'ATP et de  $\text{NADPH}^+\text{H}^+$  est exploitée dans une seconde phase dite phase obscure pour réduire le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) en sucres, produits qui sont à la base de la plupart des molécules organiques de la plante.

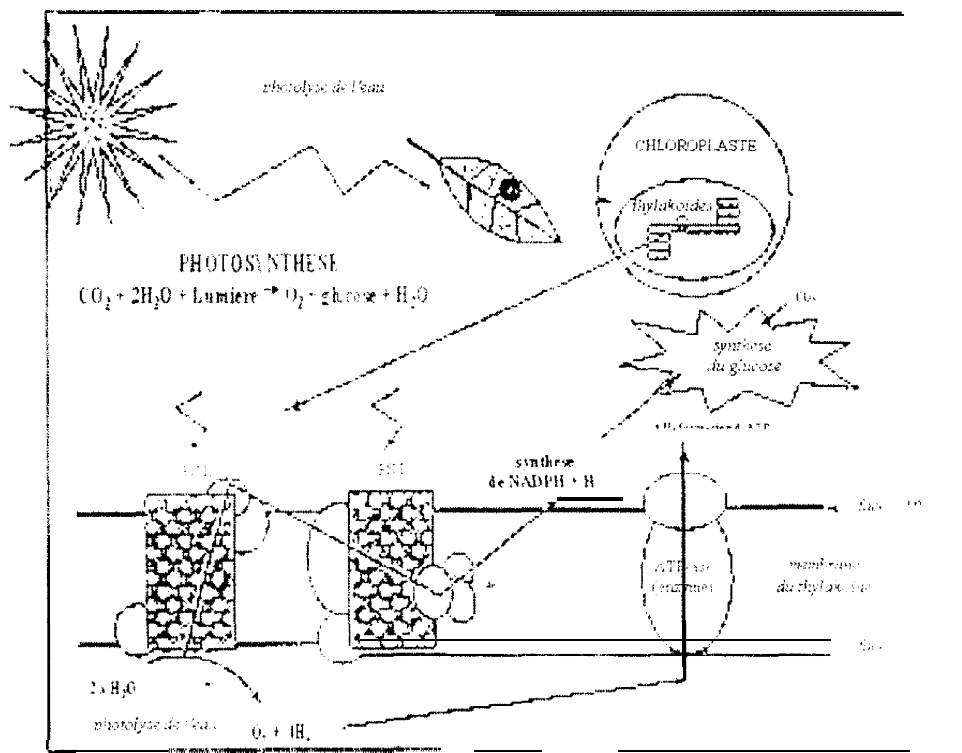


Figure 6 : Schéma simplifié de la chaîne de réaction constituant la photosynthèse (Source : Eyletters et Bourrié, 1996)

La fluorescence chlorophyllienne s'effectue pendant la phase claire de la photosynthèse au cours des transferts de l'énergie d'excitation entre les molécules de chlorophylle a (processus primaires de la photosynthèse). Elle constitue un processus de désactivation des pigments excités qui entre en compétition avec la photochimie et la dissipation thermique (Figure 7) et reste très étroitement liée à l'activité photosynthétique des plantes.

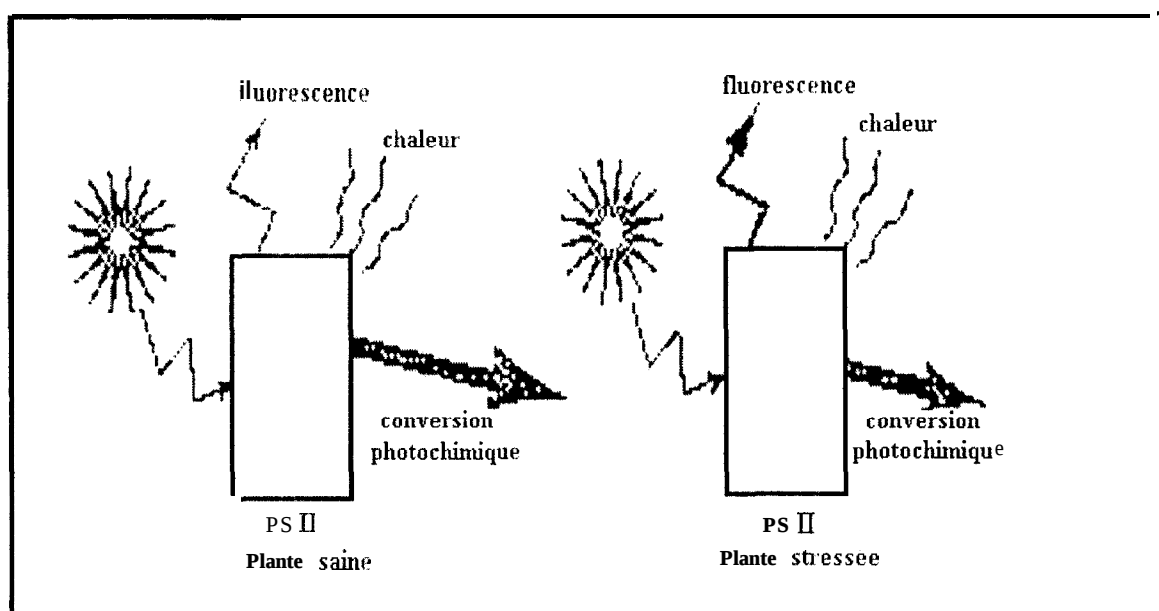


Figure 7 : Voies de désactivation chez une plante saine et une plante stressée (Source : Eyletters et Bourrié, 1996)

En effet, en conditions favorables, les photons absorbés par les pigments photosynthétiques sont en majorité utilisés par la conversion photochimique (20 à 25%), alors qu'une faible partie (3 à 5%) est ré-émise sous forme radiative (fluorescence, phosphorescence) ou dissipée sous forme non radiative – chaleur – (65%) (Anonyme).

Par ailleurs, une forte relation existe entre ces différentes voies de désactivation. Lors du ralentissement de l'activité photosynthétique par les stress environnementaux (déficit hydrique, déficience minérale, toxicité, hautes et basses températures, fortes luminosités etc.), on note un accroissement des formes de dissipation autres que le transfert d'électrons (Figure 7).

C'est ainsi que l'augmentation de l'émission de fluorescence chlorophyllienne permet d'indiquer une perturbation de la dissipation d'énergie par photochimie. Par sa facilité et sa rapidité de mesure, sa richesse en information sur l'activité photochimique notamment celle du PS II (plus sensible aux contraintes environnementales), le signal de fluorescence revêt un intérêt écophysologique certain. Il permet de mettre en évidence les limitations photosynthétiques avant l'apparition des premiers symptômes visibles (Eyletters et Bourrié, 1996).

### ➤ Principe

Lorsqu'on illumine une feuille préalablement adaptée à l'obscurité, on enregistre une émission de fluorescence qui varie avec le temps d'illumination. Ce phénomène est connu sous le nom d'effet Kautsky et peut être matérialisé sous une forme graphique dite courbe d'induction (Figure 8).

On distingue deux phases :

- ▢ une montée très rapide de fluorescence ( 1 à 2 secondes) ;
- ▢ une descente lente (10 à 15 mn) vers un état stationnaire correspondant à une extinction ou *quenching*.

Dans le cadre de ce travail, c'est la phase rapide qui a été suivie à l'aide d'un fluorimètre modèle PEA (Plant Efficiency Analyser) type PEA MK2 (Hansatech Instruments Ltd. Kings Lynn, England). C'est un appareil portable, léger, utilisable aussi bien au champ qu'au laboratoire et qui permet des mesures « in vivo ». L'appareillage comprend :

- ▢ Une sonde lumineuse qui contient un système optique permettant d'envoyer un rayon lumineux saturant sur la feuille et de détecter le signal de fluorescence émis en réponse. L'éclairement est réalisé à l'aide de 6 photo-diodes émettant un rayon de lumière rouge d'une longueur d'onde de 650 nm qui excite préférentiellement le PS II, et dont l'intensité maximale atteint  $3000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ . La détection de la fluorescence induite se fait grâce à une photodiode réceptrice associée à un circuit amplificateur.
- ▢ Une unité de contrôle munie d'un microprocesseur permettant d'intégrer les signaux lumineux, de réaliser les opérations de calculs et de stocker les données.

Avant la mesure, les feuilles des plantes étudiées sont adaptées à l'obscurité pendant une demi-heure au moins grâce au positionnement des clips munis d'un clapet. Sur le plan physiologique, cette opération arrête le moteur énergétique de la photosynthèse et vide la chaîne de transfert d'électrons. Les centres réactionnels sont alors totalement ouverts.

Au moment de la mesure, le clapet est ouvert et on envoie un flash lumineux sur la surface-test. Les accepteurs d'électrons du PS II sont saturés. L'énergie lumineuse excédant les possibilités de collecte du PS II est réémise sous forme de fluorescence, selon une cinétique particulière traitée immédiatement par le microprocesseur du fluorimètre. Ensuite, la chaîne de transfert d'électrons s'enclenche et atteint un régime stationnaire.

L'intensité de la fluorescence augmente rapidement (1 seconde), d'une valeur initiale ( $F_0$ ) vers une valeur maximale ( $F_m$ ). Elle est mesurée en cinq instants déterminés après le flash

$T_1 = 50 \mu\text{s}$  ;  $T_2 = 100 \mu\text{s}$  ;  $T_3 = 300 \mu\text{s}$  ;  $T_4 = 2 \text{ ms}$  ;  $T_5 = 30 \text{ ms}$ . Les valeurs critiques de cette progression changent totalement en cas de perturbation et des paramètres clés sont calculés et directement affichés ( $F_0$ ,  $F_m$ ,  $F_v$ ,  $F_v/F_m$ ) de même que le temps mis pour atteindre  $F_m$  appelé aussi  $T_{f_{\text{max}}}$ .

Les autres paramètres ainsi que les courbes d'évolution de la fluorescence peuvent être visualisés lors de l'interprétation des données à l'aide du logiciel Analyser sur PC.

Dans ce travail, deux paramètres de quantification des réactions photochimiques ont été utilisés : l'efficacité photochimique maximale ( $F_v/F_m$ ) et la constante des réactions photochimiques ( $k_p$ ).

L'annexe 5 présente la signification physiologique d'autres paramètres.

### **2.3.5. Méthode d'analyse des résultats**

Les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel SAS suivant le processus d'analyse de variance (ANOVA), et du test des moyennes de Student Newman-Keuls (S.N.K.).

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## 3.1. Résultats

### 3.1.1. Etat hydrique des pots

Au cours de l'expérimentation, l'application des traitements hydriques a permis d'apporter par arrosage 3750 ml d'eau pour les plantes témoins et 2050 ml d'eau pour les stressées. Ainsi le cumul des apports en eau des plantes stressées a enregistré un déficit hydrique de 45% par rapport à celui des plantes témoins.

### 3.1.2. Effets du déficit hydrique sur la croissance et le développement des plantes

#### 3.1.2.1. Suivi phénologique

La prégermination des semences a permis une bonne levée pour l'ensemble des traitements

La floraison a débuté sensiblement à la même période pour toutes les variétés. (18<sup>ème</sup> jas pour les variétés AHK 85-19 et Fleur 11, 19<sup>ème</sup> jas pour 55-437 et KH 149-A) (Figure 8).

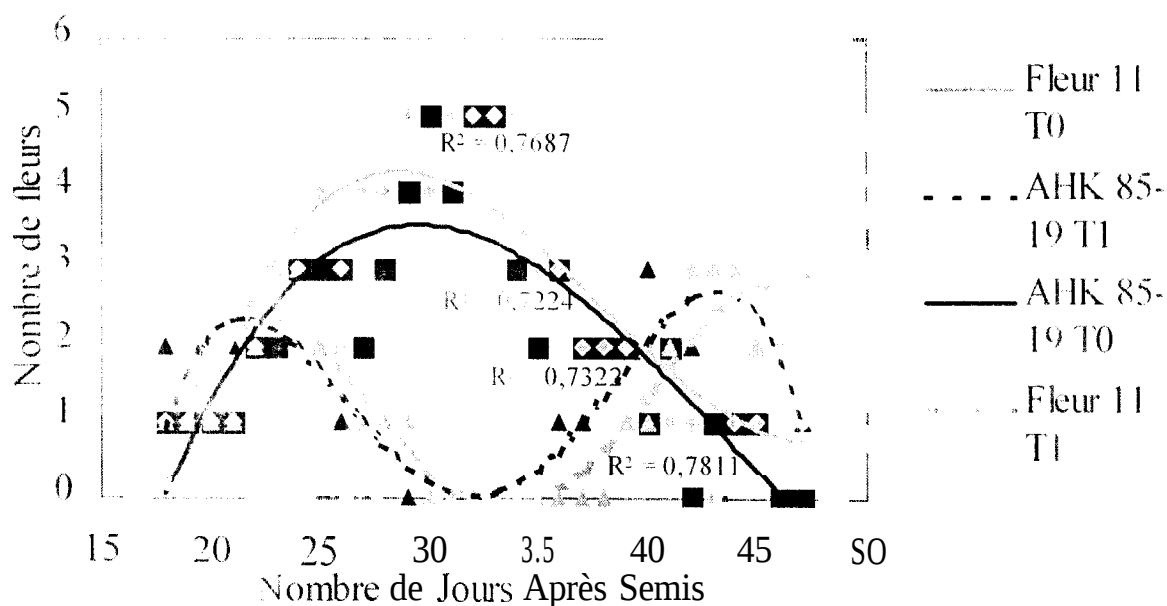


Figure 8 : Rythme d'émission florale en nombre de fleurs par jour des variétés Fleur 11 et AHK 85-19 Témoins (T0) et Stressées (T1) à titre indicatif, les observations ayant été réalisées sur un seul bloc.

Le rythme initial d'émission florale est d'une fleur par jour durant les trois premiers jours après le début de la floraison. Ce rythme est passé ensuite à 2-3 fleurs par jour puis a évolué

rapidement chez toutes les variétés pour atteindre un maximum de 4 à 5 fleurs par jour au 29<sup>ème</sup> jas chez les témoins (T0). Chez les plantes stressées, on a noté une diminution du rythme d'émission florale à partir du 27<sup>ème</sup> jas (de 2-3 fleurs par jour à 1 fleur par jour) pour s'arrêter au 30<sup>ème</sup> jas.

Après un pic de floraison obtenu 10 à 11 jours après l'apparition de la 1<sup>ère</sup> fleur, le rythme d'émission florale des plantes témoins a décru à partir du 35<sup>ème</sup> jas (2 à 3 fleurs par jour), et a continué à chuter sans s'arrêter jusqu'à la fin du traitement (47 jas)

Après la reprise de l'arrosage (33 jas), on a noté une réapparition de fleurs sur les plantes réhydratées 36 jas sur les variétés AHK 85-19 et KH 149-A, puis 39 jas sur les variétés 55-437 et Fleur 11. Le rythme d'émission florale était alors d'environ 2 à 3 fleurs par jour et s'est maintenu jusqu'à la fin du traitement (47 jas).

### 3.1.2.2. Nombre de feuilles

Avant l'installation du déficit hydrique (20 jas), on constate une variabilité génétique du nombre de feuilles par plante entre les variétés étudiées (Figure 9). Une différence significative a été notée entre ces dernières, avec un nombre de feuilles plus élevé chez Fleur 11 (22 feuilles) et plus faible chez AHK 85-19 (12 feuilles). Les variétés 55-437 (20 feuilles) et KH 149-A (15 feuilles) présentent des valeurs comparables et intermédiaires entre Fleur 11 et AHK 85-19.

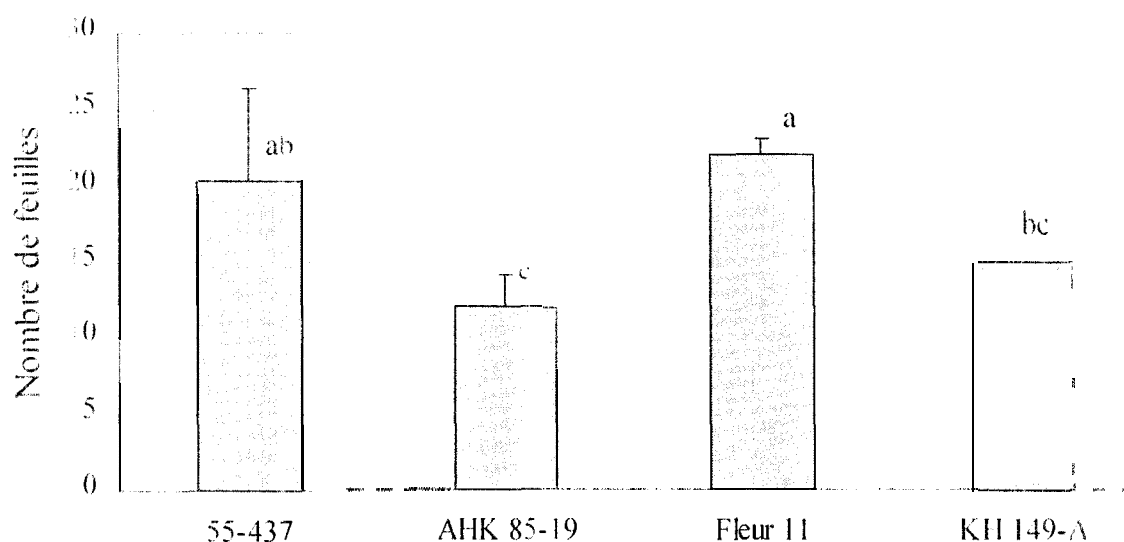


Figure 9 : Nombre de feuilles par plante avant l'installation du déficit hydrique (20 jas) chez les quatre variétés. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 5%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

Après 13 jours de déficit hydrique, on constate que le nombre de feuilles a augmenté de manière significative (SNK au seuil 0.1%). Il a atteint en moyenne 40 chez les témoins, et seulement 22 chez les stressées. On observe une différence très significative entre les variétés. La variété Fleur 11 (51 feuilles) dépasse 55-437 (31 feuilles) mais n'est pas significativement différente de KH 149-A (41feuilles) et AHK 85-19 (39 feuilles) chez les témoins (Figure 10). Au niveau des plantes stressées, le nombre de feuilles de Fleur 11 (27) est significativement plus élevé que ceux de KH (19) et AHK 85-19 (17). Cependant, il n'est pas statistiquement différent de celui de 55-437 (24).

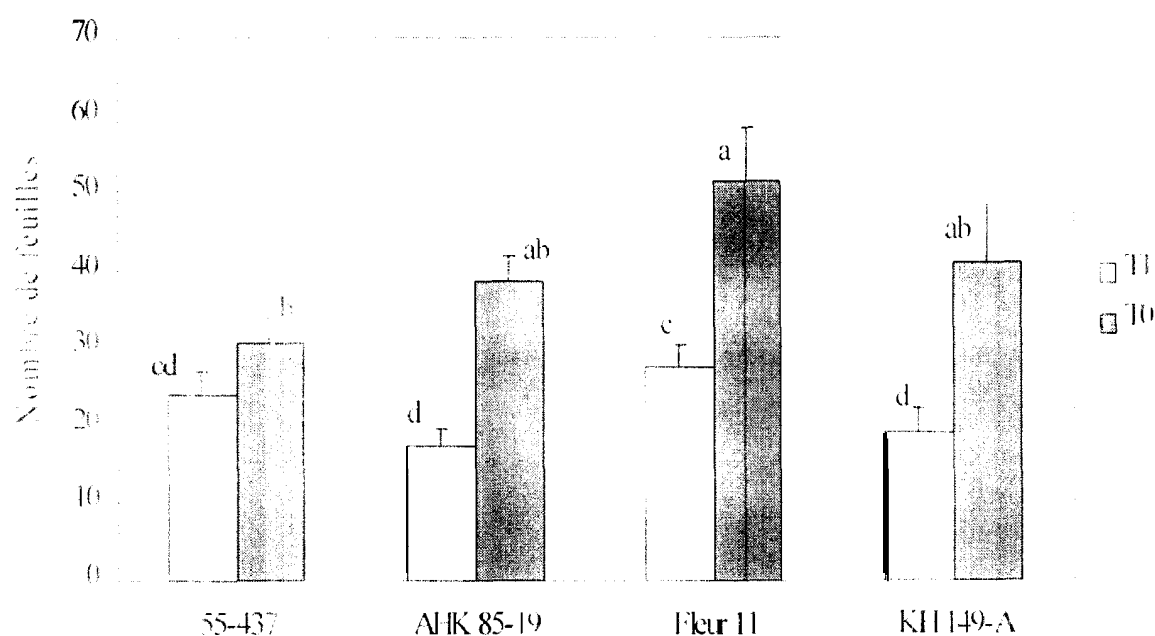


Figure 10 : Nombre de feuilles par plante après 13 jours de déficit hydrique chez les quatre variétés. Une lettre en commun signifie que les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 0.1%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

### 3.1.2.3. Surface foliaire (SF)

Avant l'installation du déficit hydrique, on n'observe pas de différence intervariétale significative pour ce paramètre. De même, après 13 jours de déficit hydrique, aucune différence significative n'est décelable entre les variétés étudiées (Figure 11).

Cependant, il existe une différence significative au seuil de 1% entre les deux régimes hydriques. En effet, les plantes témoins présentent des valeurs de surface foliaire plus élevées (en moyenne  $571 \text{ cm}^2$ ) que celles des plantes stressées ( $229 \text{ cm}^2$ ). A titre indicatif, la réduction de la surface foliaire des plantes stressées par rapport aux plantes témoins est de

67% pour la variété KH 149-A, de 62% pour la Fleur 11, de 58% pour AHK 85-19 et de 49% pour 55-437.

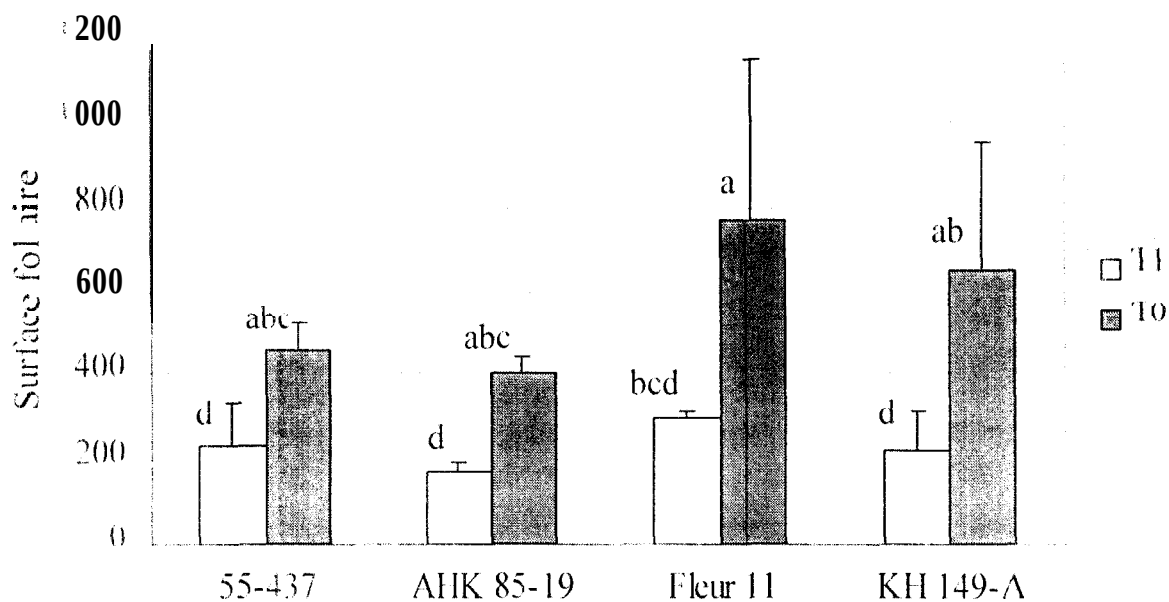


Figure 11 : Comparaison de la surface foliaire entre les deux traitements pour les quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 5%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

#### 3.1.2.4. Matière sèche aérienne (MSA)

Les poids de matière sèche aérienne (PMSA) avant l'installation du déficit hydrique ne présentent aucune différence intervariétale significative.

Après 13 jours de déficit hydrique, une différence hautement significative apparaît entre les traitements. Les témoins ont un PMSA (4,56 g) nettement plus élevés que les stressées (2,12 g). Par ailleurs, quelque soit le régime hydrique, la variété Fleur 11 présente le PMSA le plus élevé par rapport aux trois autres variétés qui ont des poids comparables (Figure 12). Au 33<sup>ème</sup> jas, à titre indicatif, il est apparu une réduction du PMSA des plantes stressées par rapport aux témoins, de 64% pour la variété KH 149-A, 60% pour Fleur 11, 44% pour AHK 85-19 et 37% pour 55-437.

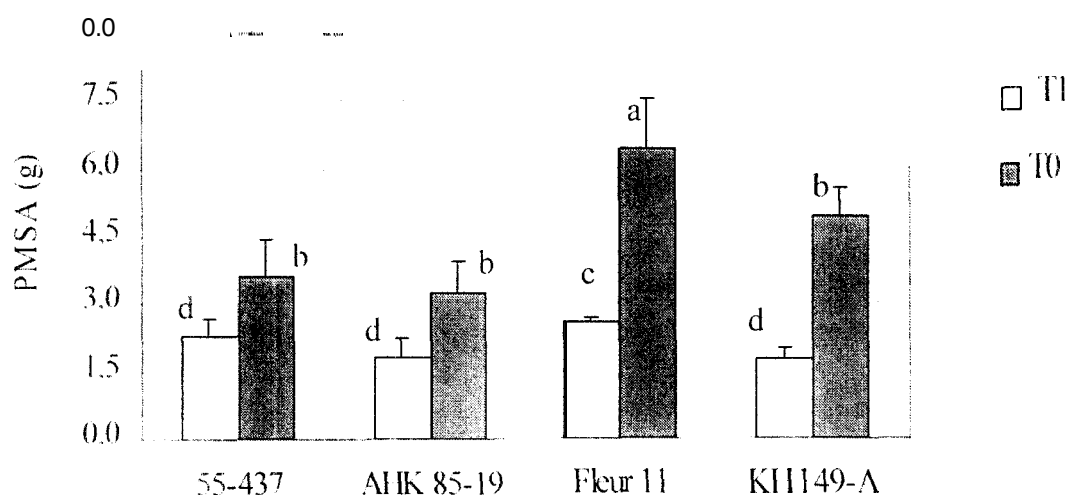


Figure 12 : Poids de matière sèche aérienne (PMSA) des quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 5%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

Après 14 jours de réhydratation des plantes stressées, aucune différence significative n'est observée ni entre les variétés, ni entre les régimes hydriques (Figure 13). Toutefois, le gain de matière sèche après la réhydratation est plus élevé chez Fleur 11 (73%) et AHK 85-19 (62%) que chez les deux autres variétés : KH 149-A (37%) et 55-437 (32%) (Figure 13).

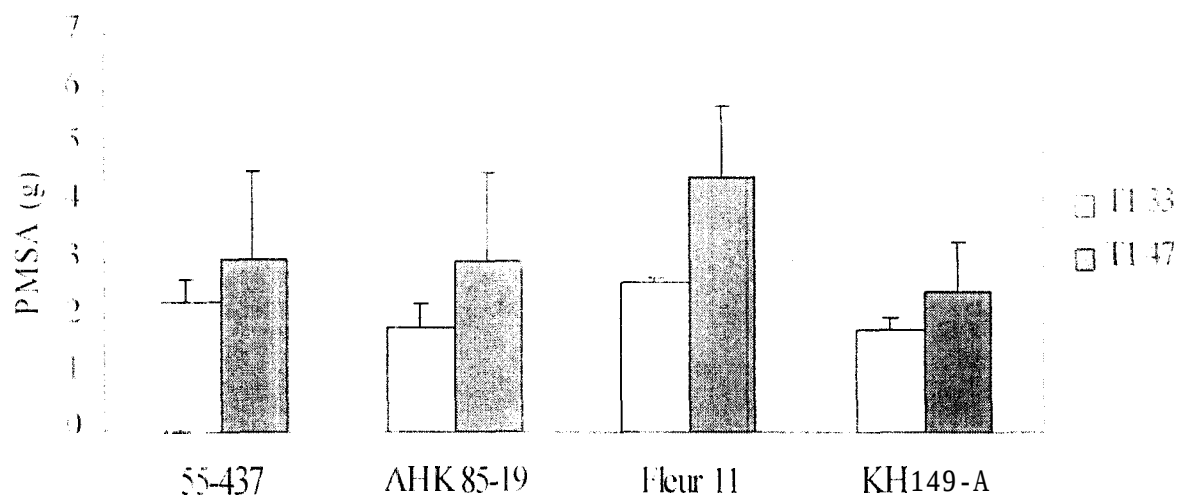


Figure 13 : Poids de matière sèche aérienne (PMSA) des plantes stressées après 13 jours de stress (T1 33) et après 14 jours de réhydratation (T1 47). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

3.1.2.5. Volume racinaire (VR)

Avant l'installation du déficit hydrique, aucune différence significative n'est observée au niveau du volume racinaire. Il est compris entre 4 et 6 cm<sup>3</sup>.

La figure 14 permet de remarquer qu'après 13 jours de déficit hydrique (33<sup>ème</sup> jas) le volume racinaire des témoins (10.33 cm<sup>3</sup>) est significativement plus élevé (SNK au seuil 0.1%) que celui des stressées (5.08 cm<sup>3</sup>). En outre, quelque soit le régime hydrique, Fleur 11 présente un volume racinaire significativement (SNK au seuil de 5%) plus élevé que celui des autres variétés, dont les volumes racinaires sont similaires pour chaque niveau hydrique (Figure 14).

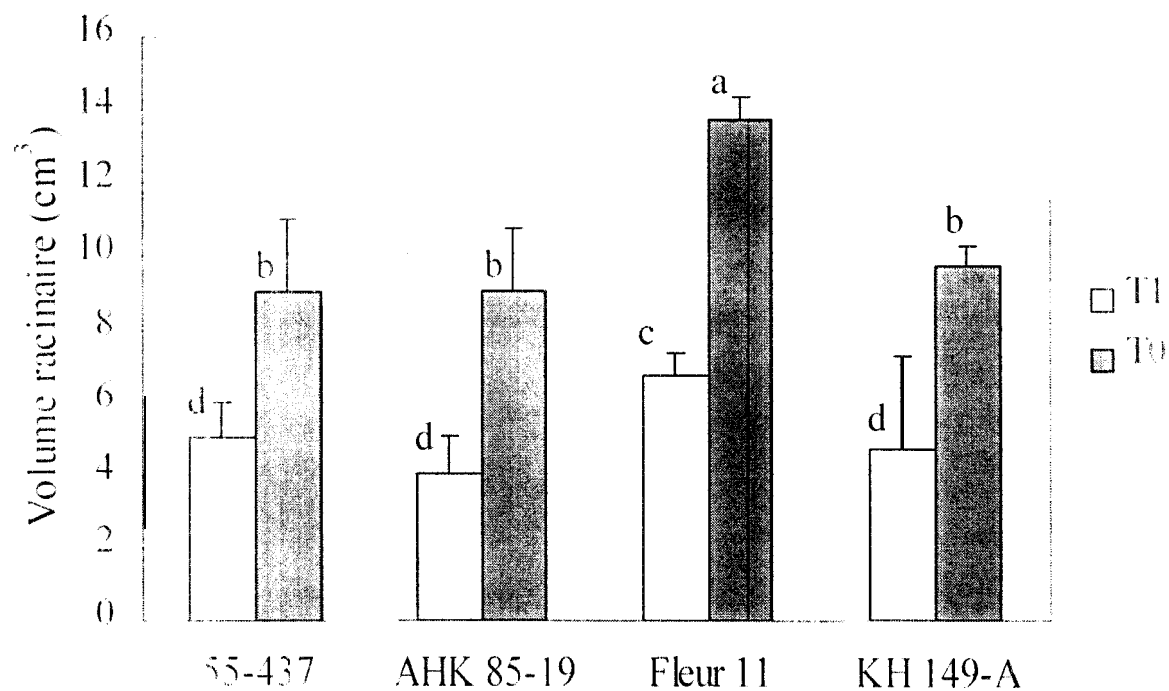


Figure 14 : Volume racinaire des quatre variétés après 13 jours de déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes, SNK au seuil de 5%. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

Par ailleurs, après la réhydratation, aucune différence significative n'a été observée entre les variétés ni entre les régimes hydriques. Néanmoins, une augmentation du volume racinaire a été constatée par rapport au 33<sup>ème</sup> jas : 100% pour AHK 85-19, 80% pour Fleur 11, 71% pour KH-149-A, et 67% pour 55-4 7 (Figure 15)

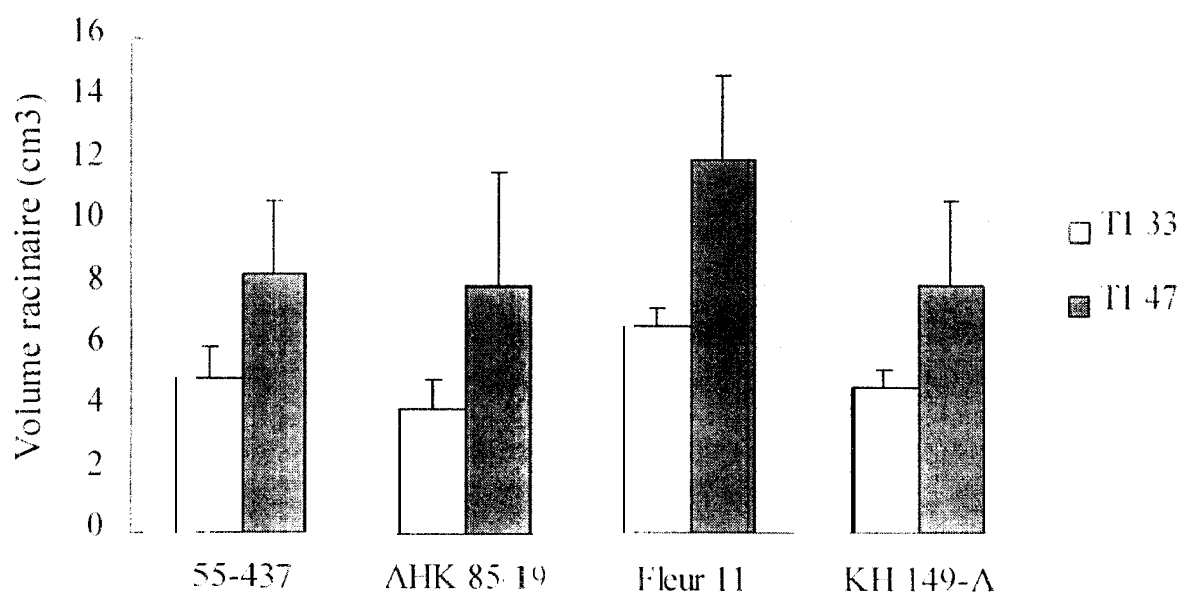


Figure 15 : Volume racinaire des plantes stressées après 13 jours de stress (T1 33) et après 14 jours de réhydratation (T1 47). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

### 3.1.2.6. Matière sèche racinaire (MSR) et rapport MSR/MSA

Avant l'installation du déficit hydrique on constate (Figure 6) qu'il n'y avait pas de différence significative entre les variétés.

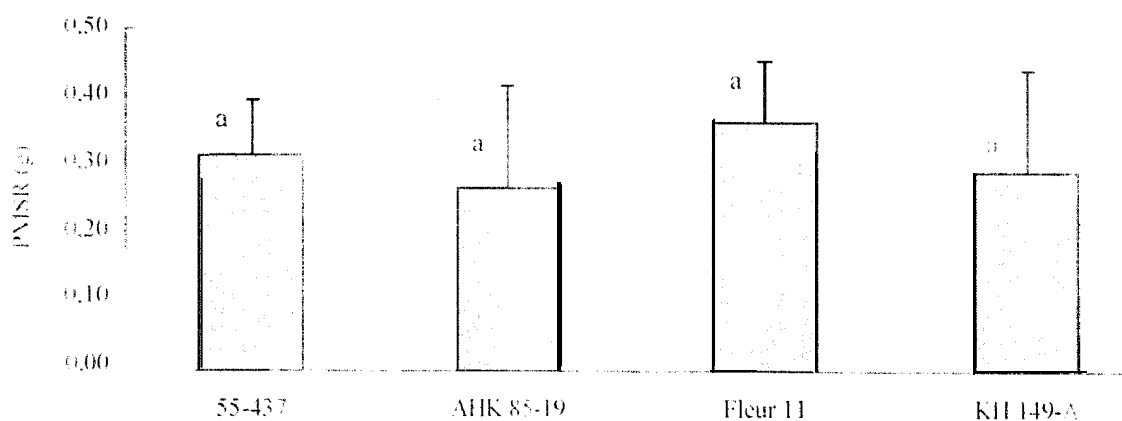


Figure 16 : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) avant l'induction du déficit hydrique. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

Au terme du déficit hydrique, l'analyse statistique ne permet pas de mettre en évidence une différence significative entre les régimes hydriques avec  $T0 = 0.89g$  et  $T1 = 0.76g$ . Cependant, chez les stressées, on constate que Fleur 11 et 55-437 ont des biomasses racinaires ( $0.98g$ ) et ( $0.80g$ ) comparables et statistiquement plus élevées (SNK au seuil de 0.1%) que celles des

variétés KH 149-A et AHK 85-19 indiquant également des valeurs similaires (0.67 et 0.58 g) (Figure 17). Au niveau des témoins, Fleur 11 atteint des valeurs (1.32 g) significativement plus élevées (SNK 0.1%) que les autres variétés dont la masse racinaire est comparable (Figure 17). Il est intéressant de noter que malgré le déficit hydrique, les plantes stressées ont produit la même quantité de biomasse racinaire que les plantes témoins en ce qui concerne les variétés AHK-85-19, 55-437 et KH 149-A.

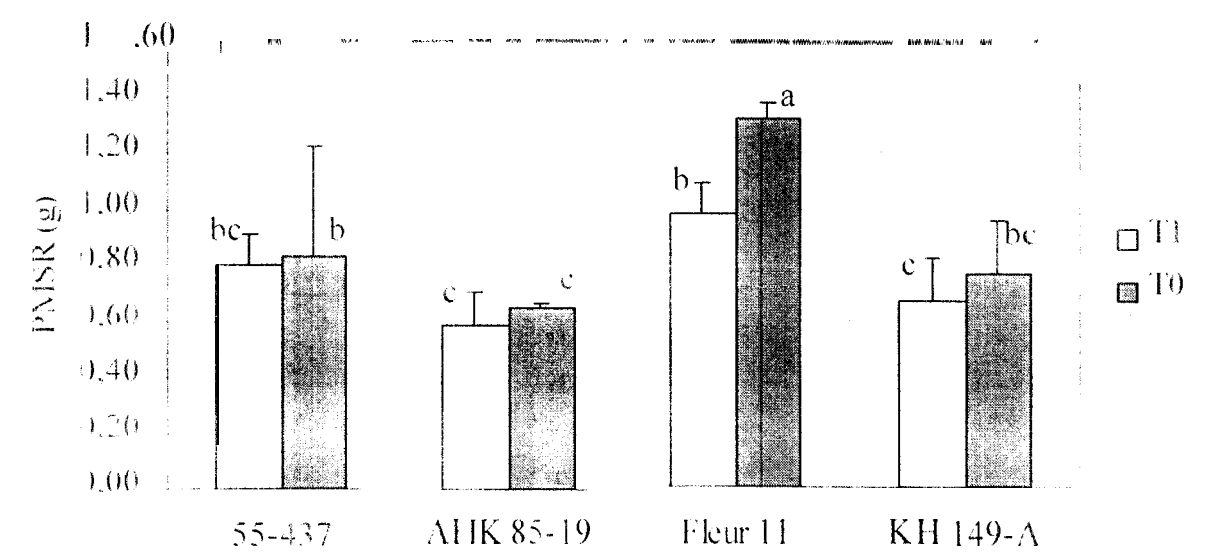


Figure 17 : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des variétés après 13 jours de déficit hydrique. Effet Interaction significatif, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (SNK au seuil de 1%). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne.

Après la réhydratation, on constate qu'il n'y a aucune différence significative ni entre régimes hydriques ni entre variétés (Tableau 6).

Tableau 6 : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des quatre variétés après la réhydratation. L'analyse statistique n'indique pas de différence significative.

|    | 55-437 | AHK 85-19 | Fleur 11 | KH 149-A |
|----|--------|-----------|----------|----------|
| T1 | 0.62   | 0.62      | 0.91     | 0.60     |
| T0 | 0.80   | 0.80      | 1.20     | 0.85     |

On constate également (Figure 18) que pendant la durée de réhydratation, les biomasses racinaires n'ont pas évolué puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs avant et après réhydratation.

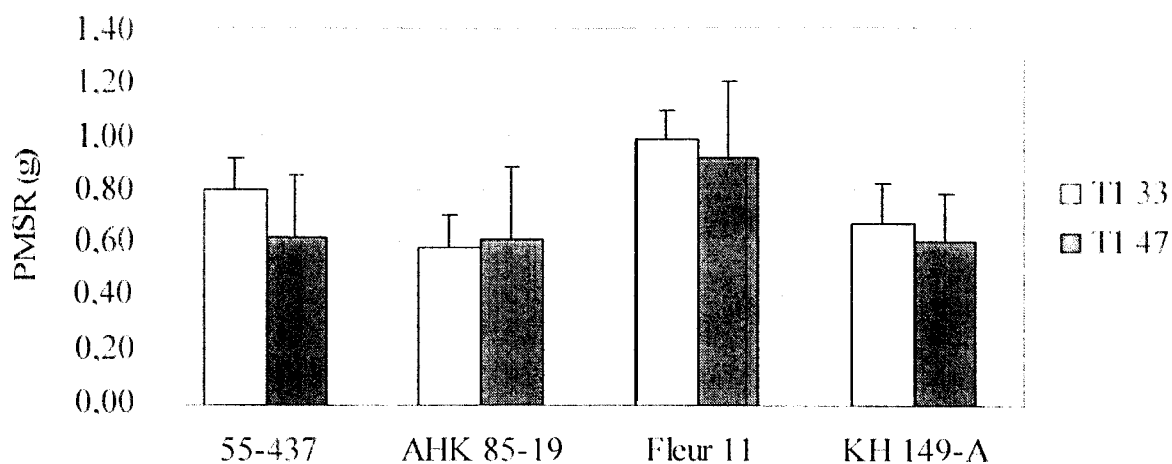


Figure 18 : Poids de matière sèche racinaire (PMSR) des stressées (T1 33) après 13 jours de déficit hydrique et après 14 jours de réhydratation (T1 47). Les barres verticales représentent les valeurs de l'écart type par rapport à la moyenne

Les valeurs du rapport MSR/MSA sont données au tableau 7. On constate qu'il n'y a pas de différence significative ni entre régimes hydriques ni entre variétés avant l'induction du déficit hydrique (20<sup>ème</sup> jas) ni après la réhydratation (47<sup>ème</sup> jas). On relève pourtant, après 13 jours de déficit hydrique une différence significative (SNK au seuil de 1%) entre régimes hydriques. Les plantes stressées ont en effet des valeurs du rapport MSR/MSA plus élevées pour chacune des variétés étudiées.

Tableau 7 : Rapport MSR/MSA aux 20<sup>ème</sup>, 33<sup>ème</sup> et 47<sup>ème</sup> jas des variétés étudiées. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. SNK au seuil de 1%

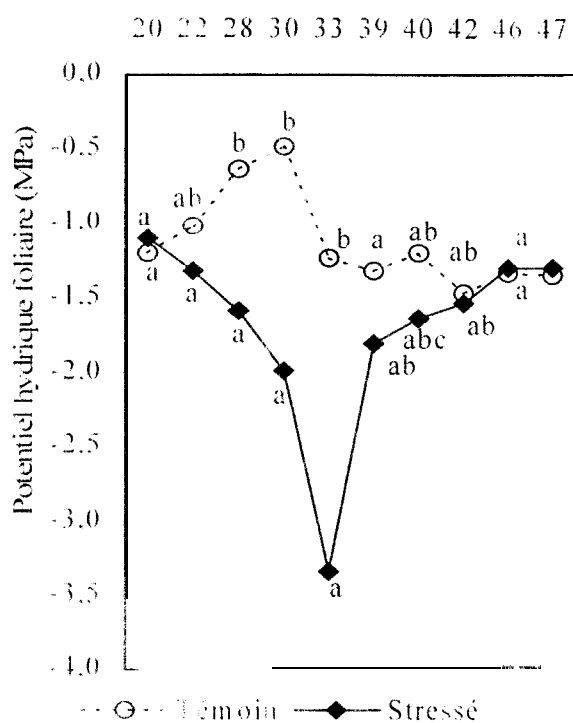
| JAS | Régimes hydriques | KH 149-A          | AHK 85-19         | Fleur 11          | 55-437            |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 20  | T0                | 0,22              | 0,26              | 0,25              | 0,22              |
| 33  | T0                | 0,16 <sup>b</sup> | 0,20 <sup>b</sup> | 0,21 <sup>b</sup> | 0,23 <sup>b</sup> |
|     | T1                | 0,39 <sup>a</sup> | 0,32 <sup>a</sup> | 0,38 <sup>a</sup> | 0,36 <sup>a</sup> |
| 47  | T0                | 0,20              | 0,18              | 0,24              | 0,2               |
|     | T1                | 0,25              | 0,22              | 0,21              | 0,21              |

### 3.1.3. Effets du déficit sur l'état hydrique interne des plantes

L'évolution du potentiel hydrique foliaire ( $\psi_m$ ) des plantes stressées par rapport à celui des témoins montre que la contrainte hydrique entraîne une baisse significative (SNK à 1%) du potentiel hydrique dès le 28<sup>ème</sup> jas (Figure 19).

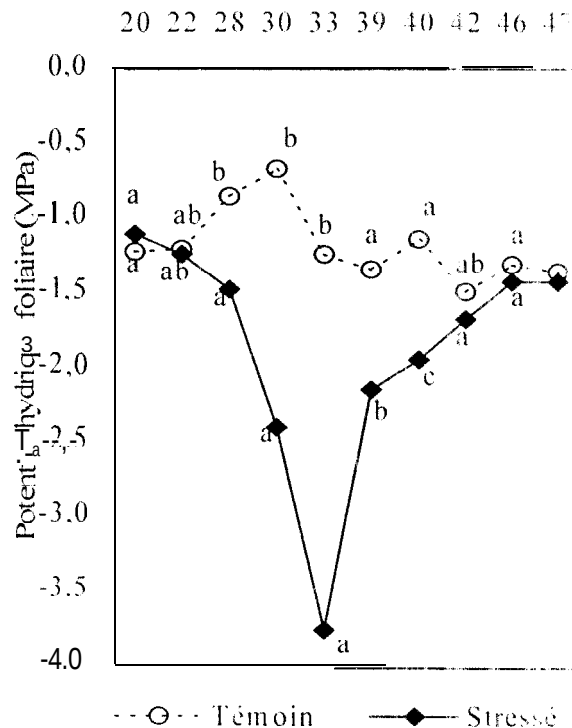
55-437

JAS



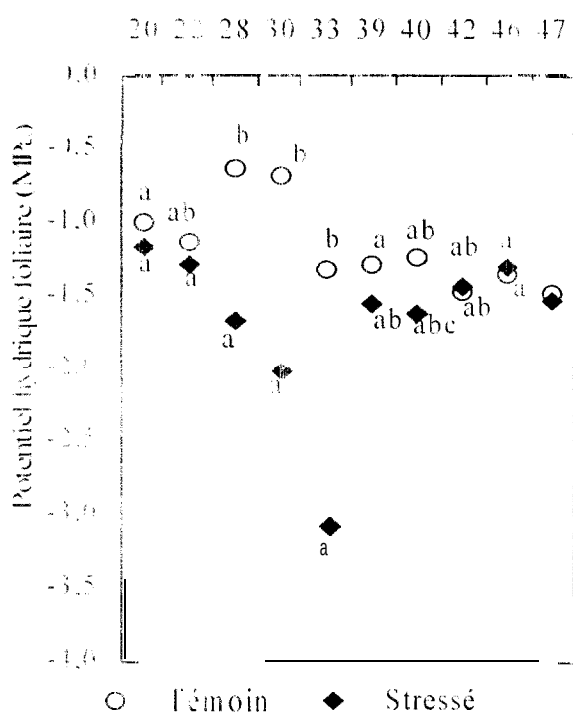
Fleur 11

JAS



KH 149-A

JAS



AHK 85-19

JAS

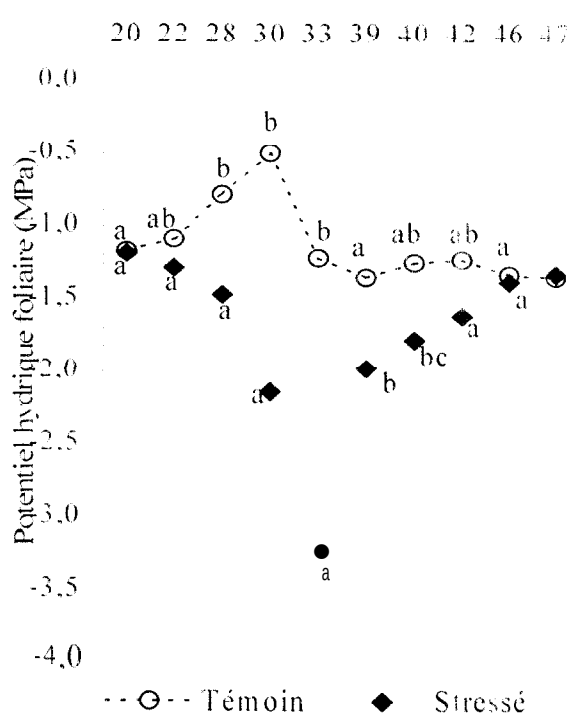


Figure 19 : Evolution du potentiel hydrique foliaire au cours des périodes de déficit hydrique et de réhydratation chez les quatre variétés. Les moyennes affectées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes (SNK, 5%).

Cette baisse de  $\psi_m$  permet de différencier statistiquement les plantes stressées des témoins, quelque soit la variété considérée jusqu'au 42<sup>ème</sup> jas.

Chez les témoins, au 28<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> jas, on relève des  $\psi_m$  plus élevés que les autres journées. On peut attribuer cela au fait que les conditions climatiques (temps couvert, HR élevée, température plus faible) ont diminué la demande évaporative. En effet, la demande étant moins forte, les pertes d'eau par transpiration ont été réduites et ont conduit à des potentiels hydriques plus élevés.

Les valeurs de  $\psi_m$  des plantes témoins sont restées comprises entre -0,50 et -1,48 MPa. Chez les plantes stressées, ces valeurs ont varié entre -1,10 et -1,32 MPa avant la contrainte hydrique (28<sup>ème</sup> jas) pour atteindre des valeurs comprises entre -1,47 à -3,73 MPa durant la période de stress hydrique. Durant la réhydratation, le  $\psi_m$  est nettement remonté pour atteindre des valeurs se situant entre -1,42 à -1,30 MPa selon les variétés (Figure 19).

Pendant la phase de récupération, on a pu constater qu'après 6 et 7 jours de réhydratation, il n'existe plus de différence de  $\psi_m$  entre T1 et T0 en ce qui concerne les variétés 35-437 KH 149 A et AHK 85-19 (Figure 22). Par contre, les valeurs de  $\psi_m$  de la variété Fleur 11 affichaient toujours une différence significative entre T0 et T1. Ce n'est qu'après 9 jours de réhydratation (42 jas) que T1 et T0 ont retrouvé le même  $\psi_m$  (Figure 19), traduisant ainsi une récupération complète.

### 3.1.4. Effets du déficit hydrique sur les paramètres de l'activité photosynthétique.

Deux paramètres ont été étudiés, l'efficacité photochimique maximale ( $F_v/F_m$ ) et la constante cinétique des réactions photochimiques ( $k_p$ ). La comparaison entre les quatre génotypes montre une réponse très comparable à la déshydratation. En effet, il faut attendre un stress sévère (33<sup>ème</sup> jas) pour voir apparaître une différence significative entre traitements en ce qui concerne  $F_v/F_m$  (Tableau 7). C'est également à cette date que les plantes ont d'ailleurs atteint des valeurs de  $\psi_m$  les plus faibles ( $\psi_m$  T0 : -1.2 MPa et  $\psi_m$  T1 : -3.4 MPa). Pour le paramètre  $k_p$ , les plantes stressées ont des valeurs significativement plus faibles que les témoins dès le 8<sup>ème</sup> jour de stress. En outre, il faut noter qu'après 6 jours de réhydratation (39<sup>ème</sup> jas), ce paramètre demeure toujours réduit de façon significative (SNK au seuil de 5%) chez les plantes réhydratées.

Tableau 8 : Effets du déficit hydrique au 28<sup>ème</sup> jas et 33<sup>ème</sup> jas et de la réhydratation 39<sup>ème</sup> jas sur le  $\psi_m$  et les paramètres de la photochimie ( $k_p$  et  $F_v/F_m$ ). Les moyennes affectées de lettres distinctes sont significativement différentes (SNK au seuil de 5%).

| JAS | $\psi_m$ (MPa) |       | $K_p$ (constante) |         | $F_v/F_m$ |       |
|-----|----------------|-------|-------------------|---------|-----------|-------|
|     | T1             | T0    | T1                | T0      | T1        | T0    |
| 28  | -1.6A          | -0.7B | -0.368B           | -0.328A | -         | -     |
| 33  | -3.4A          | -1.2B | -                 | -       | 0.55B     | 0.65A |
| 39  | -1.9B          | -1.3A | -0.396B           | -0.350A | -         | -     |

## 3.2. Discussions

Toutes les variétés ont eu une floraison précoce (18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> jas), confirmant ainsi le caractère de précocité de leur cycle. Cette floraison précoce est un caractère adaptatif dans la mesure où elle peut permettre à la plante d'échapper éventuellement au déficit hydrique durant la phase reproductive.

Nous avons montré qu'en cas de stress hydrique, le rythme floral est réduit et même inhibé lorsque le stress se prolonge. Ces observations rejoignent celles de Annerose (1985) qui a constaté que le passage d'une alimentation en eau normale à un déficit induit une inhibition de la floraison voire son arrêt total. La réhydratation a eu un effet instantané sur la reprise de la floraison. Ainsi, après seulement 3 jours de réhydratation des plantes stressées, le rythme floral est redevenu normal, bien qu'au niveau hydrique les paramètres physiologiques (potentiel hydrique foliaire et fluorescence chlorophyllienne) indiquaient toujours une situation de stress. Par ailleurs, nos observations rejoignent celles de Stirling *et al.* (1989) qui ont montré qu'un déficit hydrique précoce réduit la croissance et le développement de l'arachide avec toutefois une prompte reprise dès que le déficit hydrique est levé. Il est intéressant de constater que les variétés Fleur 11 et 55-437 ont eu une reprise lente de la floraison 6 jours après la réhydratation comparativement à AHK 85-19 et KII 149-A qui ont eu une floraison 3 jours après la réhydratation.

Les différences entre régimes hydriques apparaissent très nettement durant le stress hydrique, pour toutes les variables morphologiques ou physiologiques mesurées à l'exception du PMSF. Cette observation confirme celles antérieures faites par Clavel et Diouf (1998). En outre, le ratio MSR/MSA reste le seul paramètre morphologique qui est significativement augmenté par le déficit hydrique, corroborant ainsi les observations de Clavel et Diouf (1998) et Gningue (1998).

Cette augmentation très importante du rapport MSR/MSA sous l'effet du stress hydrique, laisse supposer une translocation préférentielle des assimilats des organes aériens vers les racines. Le déficit hydrique entraînerait ainsi une réduction de la croissance des parties aériennes en faveur des parties souterraines. Une croissance racinaire plus importante que la partie aérienne en situation de déficit hydrique peut être interprétée comme une adaptation de type évitement. L'absorption d'eau pourrait alors se maintenir du fait des faibles besoins en eau de la partie aérienne réduite, et d'une meilleure disponibilité en eau liée au volume plus

important de sol exploré par les racines. Des résultats similaires ont été décrits chez le cotonnier par Lacape (1998).

Le déficit hydrique intervient en réduisant la floraison comme nous l'avons indiqué plus haut et la croissance végétative aérienne. Ainsi, la réduction très hautement significative du nombre de feuilles par plante, de la surface foliaire et de la matière sèche aérienne témoigne de la sensibilité de ces paramètres à la contrainte hydrique comme précédemment souligné par Hsiao (1973), Annerose (1984 ; 1990), puis Ferreira *et al.* (1992) sur d'autres variétés d'arachide.

Nous avons montré qu'il n'y a pas de différence intervariétale significative en ce qui concerne la surface foliaire aussi bien en situation d'alimentation en eau normale qu'en situation de déficit hydrique. Pourtant, le nombre de feuilles et le poids de matière sèche aérienne (PMSA) présentent une différence significative intervariétale. En effet, quelque soit le régime hydrique, la variété Fleur 11 présente le PMSA le plus élevé et dépasse en nombre de feuilles, les variétés AHK 85-19 et KH 149-A alors que sa surface foliaire n'est pas significativement différente des autres. Ceci s'explique par le fait que la variété Fleur 11 possède de nombreuses feuilles mais de petite taille et a de nombreux rameaux secondaires. Ainsi, elle a un développement végétatif important sans pour autant avoir une surface transpirante élevée par rapport à d'autres variétés ayant peu de feuilles et peu de MSA.

Les seules interactions variété x régime hydrique significatives concernent le nombre de feuilles et la matière sèche racinaire (MSR) au 33<sup>ème</sup> jas. Ceci signifie que pour ces paramètres, certaines variétés réagissent de façon différenciée au déficit hydrique. En effet, on constate que sous l'effet du déficit hydrique, la variété Fleur 11 présente un nombre de feuilles identique à celui de 55-437 mais supérieur à ceux de AHK 85-19 et KH 149-A. Par contre, à la même période, en situation d'alimentation hydrique normale, la variété Fleur 11 a un nombre de feuilles identique à ceux de KH 149-A et AHK 85-19 mais supérieur à celui de 55-437. En ce qui concerne la MSR, la variété 55-437 sous l'effet du déficit hydrique a une biomasse identique à Fleur 11 mais significativement supérieure à KH 149-A et AHK 85-19. Par contre, en situation d'alimentation hydrique normale, elle ne présente pas de différence significative par rapport à KH 149-A et AHK 85-19 et ont toutes une biomasse racinaire moins importante que Fleur 11.

Après la reprise de l'arrosage, quelque soit le régime hydrique, la variété Fleur 11 a une biomasse racinaire et un volume racinaire significativement plus importants que toutes les

autres variétés. Ce résultat corrobore ceux de Clavel (1997) et Gningue (1998) concernant ces paramètres morphologiques. Le développement d'un système racinaire dense et profond constitue un facteur important d'évitement de la sécheresse. Dans nos conditions, la variété Fleur 11 semble mieux exprimer ce caractère par rapport aux autres variétés. L'exploitation d'un plus grand volume de sol permet à la plante de satisfaire ses besoins en eau, de maintenir ses échanges gazeux et sa croissance en conditions de déficit hydrique. Dans les zones de culture de l'arachide au Sénégal, caractérisées par des sols à forte porosité et conductivité (Annerose, 1990), la colonisation rapide du profil humecté constitue une solution adaptative importante. Cette augmentation du système racinaire peut cependant ne pas être un avantage pour la plante lorsqu'il s'accompagne d'une augmentation des surfaces foliaires. En effet, l'avantage provenant d'une meilleure extraction d'eau est annihilé par des pertes transpiratoires plus élevées. Dans le cas de la variété Fleur 11, nous avons vu que le volume racinaire et la biomasse racinaire plus importants, comparativement aux autres variétés, ne sont pas accompagnés d'une augmentation des surfaces transpirantes plus importantes que les autres. Des résultats similaires ont été trouvés chez une variété de niébé (IN 88-63) par Brou (1999).

Après 9 jours de réhydratation, aucune différence significative n'a été observée entre régimes hydriques pour toutes les variétés. Neuf jours de réhydratation ont été suffisants pour que les plantes stressées récupèrent totalement du moins pour ce qui est des paramètres étudiés.

Pour le  $\psi_m$ , on constate au niveau de toutes les variétés, une diminution très hautement significative chez les plantes stressées par rapport aux témoins en fonction du temps. Elle se manifeste à partir du 8<sup>ème</sup> jour de stress, et devient de plus en plus importante au fur et à mesure que le stress s'accroît. Au 35<sup>ème</sup> jas (dernier jour de stress), les valeurs du  $\psi_m$  étaient très basses et atteignaient -4,2 MPa. Des travaux antérieurs ont rapporté des valeurs similaires pour la variété Fleur 11 et d'autres variétés d'arachide au Sénégal (Clavel et Diouf, 1998). Ceci laisse supposer que nos mesures reflètent la gamme des valeurs souvent rencontrées chez ces génotypes. Par ailleurs, cette forte diminution de  $\psi_m$  peut être interprétée comme une perte de turgescence induite par le stress.

Après la réhydratation des plantes,  $\psi_m$  a montré une augmentation progressive jusqu'à atteindre celui des témoins 9 jas mais toujours sans différence variétale significative. Toutefois, 6 et 7 jours après la réhydratation, les valeurs de  $\psi_m$  des variétés 55-437 ; KH 149-A et AHC 85-19 n'affichaient aucune différence significative avec les témoins (ce

qui traduit une récupération complète. Cependant, chez la variété Fleur 11, cette récupération complète n'a été obtenue que 9 jours après la reprise de l'arrosage. Ceci laisse supposer que suite à un stress hydrique sévère, la variété Fleur 11 récupère plus lentement par rapport aux autres variétés. Cette vitesse de récupération qui caractérise la plasticité, elle-même liée à la tolérance protoplasmique (Louguet et Laffray, 1988) permet de souligner que Fleur 11 semble être le moins tolérant parmi les génotypes étudiés. Ce qui rejoint les observations de Akubugwo (1999) qui a montré suite à ses travaux que Fleur 11 a une faible résistance protoplasmique en cas de stress sévère.

Nonobstant la constante cinétique des réactions photochimiques ( $k_p$ ) qui est significativement réduite dès le 28<sup>ème</sup> jas pour les plantes stressées, il apparaît que la photochimie de ces génotypes ne semble perturbée que par un stress sévère. La réduction de  $k_p$  avec le stress, signifie une réduction de la conversion de l'énergie par photochimie et une augmentation des autres formes de dissipation d'énergie, notamment la chaleur, la fluorescence et la phosphorescence. La constante  $k_p$  permet en outre de constater que 6 jours après la reprise de l'arrosage, l'effet dépressif du déficit hydrique sur la conversion de l'énergie est toujours maintenu. En effet, la constante  $k_p$  est toujours réduite chez les plantes stressées 39 jas, malgré la récupération complète à cette date du confort hydrique interne de certaines variétés (55-437 et KH 149-A). Ces résultats obtenus sur la constante  $k_p$  confirment ceux de Heueriz (1998) qui a pu révéler après 22 jours de stress en plein champ une différence significative (SNK au seuil de 1%) entre témoins et stressées sur des variétés de sorgho. Ils rejoignent également ceux de Belkhodja (1993) sur l'effet de la déshydratation rapide sur les paramètres dérivés de la fluorescence modulée de l'chlorophylle sur feuilles d'orge.

Il est particulièrement remarquable que les quatre variétés d'arachide soumises au stress hydrique montrent une différence significative avec les témoins pour le rapport  $F_v/F_m$  que pour un stress sévère (13 jours de déficit hydrique). Par ailleurs, on constate une diminution relativement modérée de ce rapport comparativement au témoin. Ceci indique que l'efficacité photochimique de ces plantes ne se voit affectée que suite à un stress très sévère. Ces résultats semblent révéler une certaine résistance de l'appareil photosynthétique de ces génotypes au déficit hydrique. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus sur ligneux (Eyog Matig 1993, sur quatre espèces ligneuses et de Epron et Dreyer 1992, sur *Quercus petraea* cités par Eyog Matig 1993). Ils corroborent ceux de Belkhodja (1993), sur l'effet de la déshydratation sur l'activité photochimique de l'orge.

Gautreau (1970 et 1977) puis Hall et Yermanos (1975) ont fait remarquer que les variétés qui régulent le moins leurs pertes en eau et maintiennent les valeurs de  $\psi_m$  les plus basses, sont les plus productives. Ainsi, nous pouvons considérer qu'une limitation du contrôle stomatique (cas de ces variétés qui ont des valeurs de  $\psi_m$  très basses) associée à une tolérance à la déshydratation constitue une stratégie plus efficiente dans les zones centre du Sénégal et du Burkina Faso caractérisées par des risques de sécheresse en cours de cycle.

## **CONCLUSION-PERSPECTIVES**

Cette étude a permis de montrer sur le plan morphologique, une importante réduction du nombre de feuilles, du poids de matière sèche aérienne et de la surface foliaire sous l'effet du déficit hydrique. La variété Fleur 11 apparaît comme la variété la plus intéressante avec un volume racinaire important, des matières sèches aériennes et racinaires plus importantes mais une surface foliaire similaire aux autres.

La stratégie de réduction de la surface foliaire sous l'effet de déficit hydrique pour diminuer les surfaces transpirantes au profit des racines a bien été mise en évidence malgré la brièveté de l'essai. On constate ainsi que la croissance des feuilles est plus affectée que la croissance des racines augmentant ainsi le rapport «root/shoot» (MSR/MSA). Cette stratégie permet simultanément à la plante de maintenir une meilleure capacité d'extraction de l'eau du sol et de réduire ses pertes d'eau par transpiration.

Sur le plan physiologique, les paramètres étudiés indiquent une bonne sensibilité au stress hydrique apparu précocement (dès la fin de la première semaine d'induction du stress)

En condition de déficit hydrique, les variétés étudiées présentent des valeurs de potentiel hydrique foliaire basses. Des travaux antérieurs indiquent que ceci témoigne d'un défaut de régulation efficace des pertes en eau chez ces plantes et que ce phénomène caractérise les génotypes les plus productifs.

Pour l'activité photochimique, l'étude du rendement photochimique maximal et de la constante cinétique des réactions photochimiques a permis de montrer que les variétés étudiées présentent un comportement analogue par rapport à la déshydratation. Les cinétiques rapides d'induction de la fluorescence de la chlorophylle indiquent que l'efficacité photochimique des quatre variétés d'arachide soumises au stress hydrique ne se voit affectée qu'après 13 jours de déficit hydrique. A cette date, on constate une diminution relativement modérée du rapport  $F_v/F_m$  par rapport aux témoins. Ces résultats indiquent que l'appareil photosynthétique des quatre variétés d'arachide développe une certaine résistance au déficit hydrique. Nous avons pu noter que l'activité photochimique reste toujours affectée (récupération lente) suite à la réhydratation des plantes. Ceci laisse supposer que l'activité photochimique n'est pas entièrement restaurée malgré la récupération complète déjà réalisée pour certaines variétés.

Ce travail nous a permis de caractériser des réponses d'adaptation au déficit hydrique développées par les génotypes étudiés. Toutefois, d'un point de vue méthodologique, l'utilisation de pots de volume réduit a entraîné une accélération de l'installation du stress

hydrique. Ceci a probablement empêché aux génotypes d'exprimer toutes leurs potentialités d'adaptation. Ainsi donc, il conviendrait de conduire cette étude en plein champ pour valider dans des conditions de croissance optimale des génotypes, les résultats obtenus.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Annerose D.J.M., 1984.- Réponses d'une variété d'arachide soumise à des sécheresses d'intensités croissantes durant différentes phases de son cycle. Doc ISRA/CNRA Bambey, 41 p.
- Annerose D.J.M., 1988.- Critères physiologiques pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. *Oléagineux*, 43 (5), 217-220.
- Annerose D.J.M., 1990.- Recherches sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) cultivée au Sénégal. Thèse de Doctorat, Université Paris VII, 282 p.
- Annerose D.J.M., Diagne M., 1990.- Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. I - Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivée au Sénégal. *Oléagineux*, 45 (12), 547-554.
- Annerose D.J.M., 1991.- Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. II - Evaluation des formes de sécheresse agronomique de l'arachide au Sénégal par simulation du bilan hydrique. *Oléagineux*, 46 (2), 61-65.
- Belkhouja R., 1993.- La fluorescence de la chlorophylle sur l'orge (*Hordeum Vulgare* L.): Une possible voie pour le criblage de variétés tolérantes à la salinité et à la sécheresse. Mémoire de Master of science, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 122 p.
- Blum A. et Ebercon A., 1981.- Cell membrane stability as a mesure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.* **21**, 43-47.
- Boeckle-Morvan A., Gautreau J., Mortreuil J.C., Roussel O., 1974.- Résultats obtenus avec les variétés d'arachide résistantes à la sécheresse en Afrique de l'Ouest. *Oléagineux* 29 (6), 309-314.
- Brou C. Y., 1999.- Rapport de stage. Etude du comportement agro-physiologique de trois variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L.Walpers) cultivées au champ sous différents régimes hydriques. CERAAS, 27 p.
- Cattan P., 1996.- Contribution à la connaissance du fonctionnement d'un peuplement d'arachide (*Arachis hypogaea* L.): proposition d'un schéma d'élaboration du rendement. Thèse de Doctorat, INA Paris-Grignon, 180 p.

- Chapman S.C., Ludlow M.M., Blamey F.P.C. et Fischer K.S., 1993.- Effect of drought during early reproductive development on growth of cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). II.- Biomass production, pod development and yield. *Field crops Research* **32**, 211-255.
- Charreau C., 1959.- Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal. Annales du centre de recherches agronomiques de Bambey, Sénégal. *Bull. Agro.* **19**, 63-120.
- Chopart J.L., 1980.- Etude au champ des systèmes racinaires des principales cultures pluviales au Sénégal (arachide, mil, sorgho, riz pluvial). Thèse de Doctorat, Toulouse, 162 p.
- Chopart J.L., 1984.- Développement racinaire de quelques espèces annuelles cultivées en Afrique de l'Ouest et résistantes à la sécheresse. 145-154. In : *La sécheresse en zone intertropicale pour une lutte intégrée*, Dakar, Septembre 84, CIRAD/ISRA, 591 p.
- CIEH, 1986.- Colloque international sur la révision des normes hydrologiques suite aux incidences de la sécheresse, CIEH, Ouagadougou, 20-25 mai.
- Clavel D., 1995.- Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Premier rapport scientifique, contrat TS3\* CT93 – 0216, 6 p. + annexes.
- Clavel D., 1996.- Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Deuxième rapport scientifique, contrat TS3\* CT93 – 0216, 6 p. + annexes.
- Clavel D., 1997.- Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. Troisième rapport scientifique, contrat TS3\* CT93 – 0216, 10 p. + annexes.
- Clavel D. et N'Doye O., 1997.- La carte variétale de l'arachide au Sénégal. *Agriculture et développement* **14**, CIRAD-CA, 41-46.
- Clavel D., 1998.- Atelier des partenaires du projet "Amélioration génétique de l'arachide pour l'adaptation à la sécheresse" Bambey, 30 septembre-02 octobre 1997, 15 p. + annexes.
- Clavel D. et Diouf M., 1998.- Etude des paramètres morpho-physiologiques de variétés d'arachide en vue d'une amélioration des tests de sélection pour l'adaptation à la sécheresse. Article en préparation.

- Demarly Y., 1984.- Mécanismes génétiques de l'adaptation chez les végétaux. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actual. bot.* **131**, 125-137.
- Diouf M., 1993.- L'eau dans le système sol-plante-atmosphère : Concepts, méthodes d'étude, application à *Acacia tortillis* (Forssk.) Hayne *subsp raddianna* (Savi) Brenan. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 131 p.
- Diouf M., 1996.- Etude du fonctionnement hydrique et des réponses à l'aridité des ligneux sahéliens: cas de *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne *subsp raddianna* (Savi) Brenan en zone soudano-sahélienne du Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 173 p.
- Diouf M., 1997.- Mesures des paramètres physiques de l'environnement, cours ENSA, 68 p.
- DISA, 1998.- Division des Statistiques Agricoles : Résultats définitifs de la campagne agricole 1997/1998, 19 p.
- Eldin M., 1984 - Caractérisation de la sécheresse. Synthèse introductive, 13-20. In : *"La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée"*. Actes du colloque "Résistance à la sécheresse en milieu Intertropical : quelles recherches pour le moyen terme ?", Dakar, Sénégal, 24-27 septembre - Paris, CIRAD-CILF.
- Eyletters M. et Bourrié B., 1996.- La fluorimétrie. Un outil pour étudier les déficiences nutritionnelles de la vigne et mesurer l'effet des apports d'engrais. *Phytoma "La Défense des Végétaux"* **489**, 58-60.
- Fyog M'fing O., 1993 - Etude comparée du fonctionnement hydrique de quatre espèces ligneuses utilisées dans les programmes de reboisement au Nord Cameroun. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé I, 127p.
- F.A.O., 1990.- Annuaire des productions agricoles, *FAO, Rome*, 245 p.
- F.A.O., 1997.- Annuaire des productions agricoles, *FAO, Rome*, 245 p.
- Fall L., 1998.- L'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Une légumineuse précieuse à bien maîtriser pour une bonne utilisation (Guide complet pour la culture), 215 p.
- Ferreira L.G.R., Dos Santos L.F., Tavora F.J.F., Viera Da Sylva J., 1992.- Déficit hídrico em cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Reposas fisiologicas e produção. *Oleagineux*, 47 (8-9), 524-530.

- Gautreau J., 1966.- Recherches variétales sur la résistance de l'arachide à la sécheresse.  
I. -- Les tests de germination à pression osmotique élevée. *Oléagineux*, 21 (7), 441-444.
- Gautreau 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 (1 R.C.). *Oléagineux*, 31 (12), 741-745.
- Gautreau J., 1969.- Mesures de pression de succion chez l'arachide. Premiers résultats *Oléagineux*, 24 (6), 339-342.
- Gautreau J., 1970.- Etude comparative de la transpiration relative chez deux variétés d'arachide. *Oléagineux*, 25 (1), 19-22.
- Gautreau J., 1977.- Niveaux de potentiels hydriques foliaires intervariétaux et adaptation de l'arachide à la sécheresse au Sénégal. *Oléagineux*, 32 (7), 323-332.
- Gautreau J., Garot B., Mauboussin J. C., 1980.- Une nouvelle variété d'arachide sénégalaise adaptée à la sécheresse : la 73-33. *Oléagineux*, 35 (3), 149-154.
- Gautreau J., 1982.- Amélioration agronomique par le développement de variétés d'arachide adaptées aux contraintes pluviométriques. *Oléagineux*, 37 (10), 469-475.
- Gautreau J., 1997.- Historique et bilan des recherches concernant l'adaptation à la sécheresse chez l'arachide en Afrique et dans le cadre des projets STD, 7 p. In : "Compte rendu de l'Atelier des Partenaires du projet "Amélioration génétique de l'arachide pour l'adaptation à la sécheresse" Bambey, 30 septembre - 02 novembre 1997. CIRAD, ISRA.
- Gibbs W. J., et Maher J.V., 1967.- Rainfall deciles as drought indicators. Bulletin N°48 Melbourne, Australia : Commonwealth Bureau of Meteorology.
- Gillier P. et Sylvestre P., 1969.- L'arachide. G.P. Maisonneuve et Larose, éditeurs Paris, 292 p.
- Gningue B. A., 1998.- Caractérisation des réponses morpho-physiologiques et biochimiques de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) au déficit hydrique. Mémoire de DEA. Université Cheikh Anta Diop Dakar, 60p
- Hall A. E., Yermanos D.M., 1975.- Leaf conductance and leaf water status of sesame strains in hot, dry climates. *Crop Sci.*, 15, 789-793.

- Heathcote R.L., 1973.- Drought perception in the environmental economic and social significance of drought, Lovett, J.V. ed., Sydney, Australia, 17-40.
- Heuertz M., 1998.- Contribution à l'étude de la diversité génétique de variétés traditionnelles de sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) du nord-ouest du Maroc. Mémoire de Licence en Sciences biologiques, Université Libre de Bruxelles, 102 p. + annexes.
- Hsiao T.C., 1973.- Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **24**, 19-570
- Jacquot M., 1959.- Remarque sur la classification des arachides cultivées (*Arachis hypogaea* L.). Annales du centre de recherches agronomiques de Bambey, Sénégal. *Bull. Agro.* **19**, 31-141.
- Kane J., 1991.- Etude expérimentale de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). Mémoire de DEA, Université Cheikh A. Diop Dakar, 59 p.
- Ketring D.L. et Reid J.L., 1993.- Growth of peanut roots under field conditions. *Agro. J.* **25**, 80-85.
- Khallaoui J.B., 1988.- Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées en zones semis arides. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) destinée à la région sèche du Sénégal. Thèse de Doctorat, Université de Paris-Sud, Orsay, 297 p.
- Kramer P.J., 1969.- Plant and soil water relationships : A modern synthesis. Mc Graw-Hill Book company (eds.), New-york, 482 p.
- Kramer P.J., 1959.- Transpiration and the water economy of plants, 707-709. In : *"Plant Physiology"*; ed. F.C. Steward, 2.
- Lacape J.M., 1998.- Analyse écophysiological de la réponse de variétés de cotonnier au déficit hydrique. Thèse de Doctorat, ENSA, Montpellier, 120 p. + annexes.
- Levitt J., 1980.- Responses of plants to environmental stresses : Water, radiation, salt and other stresses. Vol. II. Academic Press Inc., 606 p.
- Louquet P., 1984.- Inter-relations entre les mouvements des stomates et la résistance à la sécheresse chez les végétaux cultivés : cas du mil, 185-197. In : *La sécheresse en zone intertropicale pour une lutte intégrée*, Dakar, CIRAD/ISRA.

- Louguet P. et Laffray D., 1988.- Techniques d'études de l'état hydrique des plantes. *Bull. Amélior. Agr. Milieu Arid.* **1**, 7-30.
- Meisner C.A. and Karnok K.J., 1992.- Peanut root response to drought stress *Agron. J.* **84**, 159-165.
- Morar I.P., 1995.- Les cultures végétales hors-sol. Publications Agricoles Agen, 304 p.
- Nageswara Rao R.C., Sardar S i n g h . Sivakumar M . V . K . . Srivastava K.L. and Williams J.H. 1985.- Effect of water deficit at different growth phases of peanut I.Yield Responses. *Agron. J.* **77**, 782-786.
- Nageswara Rao R.C., Williams J.H., Sivakumar M.V.K. and Wadia K.D.R. 1988.- Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. - Response to drought during preflowering phase. *Agron. J.* **80**, 431-438.
- Obaton M., 1992.- Facteurs limitant la fixation de l'azote. 57-66 In : *Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture* Molongoy K., and Gueye M. eds. ITA.
- Pham Thi A.T., 1984.- Action de la sécheresse sur les lipides polaires des feuilles de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) *Bull. Soc. Bot. Fr.* **131**, *Actual. Bot.* **1**, 89-97.
- Prevot P. et Billaz R., 1962.- Recherches agro-physiologiques sur le problème de la résistance de l'arachide à la sécheresse. *Oléagineux*, **17** (12), 911-917.
- Rasmussen, E.M. 1987 - The prediction of drought : a meteorological perspective. *Endeavour new series*, **11** (4), 175-182.
- Ray, O. H., 1982.- Origin and early history of the peanut, 1-20. In : *Peanut science and technology*, Harold E. P. & Clyde T. Y. eds., USA.
- Schilling R. and Misari S.M., 1993.- Assessment of groundnut research achievements in the savannah regions of West Africa. *Oléagineux*, **48** (7), 323-332.
- Schilling R., 1996.- L'arachide en Afrique tropicale. *Le technicien de l'agriculture tropicale* Maisonneuve et Larose, Paris, 171 p.
- Scholander P. F., Hammel H. T., Bradstreet E.D., Hemmingsen E. A., 1965.- Sap pressure in vascular plants. *Sci.* **148**, 339-346.

- Somé L., 1989.- Diagnostic agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse USTL, Montpellier, 263 p.
- Stirling C.M. Black C.R. and Ong C.K. , 1989.- The response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to timing of irrigation. *J. Exp. Bot.*, **40** (221), 1363-1373.
- Stocker O., 1958.- Conditions morphologiques de la résistance à la sécheresse. Potassium symposium, Madrid, 78-93.
- Turner N. C. et Kramer P. J., 1980.- Adaptations of plants to water and high temperature stress : summary and synthesis. Wiley Interscience. Publication, 419 p.
- Turner N. C., 1986.- Adaptation to water deficits : a changing perspective. *Aust. J. Plant Physiol.* **13**, 175-190.
- Université Libre de Bruxelles, 1996.- Capteur Intelligent en Agriculture. Rapport d'activités semestriel 01 juin - 30 novembre, 11 p.
- Vartanian N. et Lémée G., 1984.- La notion d'adaptation à la sécheresse. *Bull. Soc. Bot. F.* **131**, *Actual. Bot.*, 7-15.
- Vieira Da Silva J.B., Pham Thi A.T., Zuily-Fodil Y., 1990.- Résistance à la sécheresse. "Aspects cellulaires". Rapport CCE.
- Wright L. N. and Jordan G. L., 1970.- Artificial selection for seedling drought tolerance in Boer Lovegrass (*Eragrostis curvula* Nees). *Crop.Sci.* **10**, 99-102.
- Zagré B., Balima D et Gautreau J., 1997.- Synthèse des résultats de la recherche sur l'arachide au Burkina Faso en amélioration génétique dans le cadre du projet "Résistance à la sécheresse de l'arachide", 10 p. In : Compte rendu de l'Atelier des Partenaires du projet "Amélioration génétique de l'arachide pour l'adaptation à la sécheresse" Bambey, 30 septembre - 02 novembre, CIRAD, ISRA.

## **ANNEXES**

# **LISTE DES ANNEXES.**

- Annexe 1 :** Présentation du CERAAS.
- Annexe 2 :** Fiche technique de la variété Fleur 11.
- Annexe 3 :** Fiche technique de la variété 55-437.
- Annexe 4 :** Fiche technique de la variété KH 149-A.
- Annexe 5 :** Signification physiologique de quelques paramètres de la fluorescence.

# CERAAS

Un lien entre les SNRA, CIRA et CGIAR

Dr Harold Roy-MacLeod

CERAAS

BP 3320 T. 00221 20 11 11 11

Tél. (221) 20 11 11 11

Fax. (221) 20 11 11 11

E-mail : [ceraas@telecomplus.sn](mailto:ceraas@telecomplus.sn)

[http://www.refer.sn/sngal\\_ct/rec/ceraas/accueil.htm](http://www.refer.sn/sngal_ct/rec/ceraas/accueil.htm)

**D**émarrage en 1983 d'un programme de recherche en collaboration, sur l'amélioration de l'adaptation de l'arachide à la

sécheresse, entre l'Institut sénégalais de recherche agricole (Isra), une institution nationale de recherche agricole (Inra), le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), une Ira et l'Université de Paris 7.

*L'exploitation des nouvelles dimensions*

*La science et de la technologie des institutions de recherche avancées (trajectoire de l'adaptation)*

*Le chercheur*



Nouveau laboratoire du Ceraas  
Photo: Ceraas



Un projet de recherche en collaboration entre les partenaires du Ceraas, l'Isra, l'Inra, le Cirad, l'Ira et l'Université de Paris 7.

Les Inra de la sous région Ouest africaine expriment le besoin pour la recherche et la formation dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse.

- Elaboration des programmes de recherche impliquant plusieurs Inra de la sous région ainsi que des partenaires des Ira en France

- Réduction du décalage existant entre les Inra et les Ira en terme de connaissance scientifique, technologique et l'accès aux informations dans le domaine

*Exploitation de la capacité des ressources humaines existant au niveau des Inra de la sous région*

*Photo: Ceraas*

*Renforcement de la recherche agricole et du partenariat au niveau régional et international dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse*

**L**e Conseil Ouest et Centre africain pour la recherche et le développement agricole (Coraf)

et le Comité permanent inter-Etat de lutte contre la sécheresse au Sahel (Cliss), donne le mandat à l'Isra d'élargir son expertise à la région, à travers le réseau de recherche sur la résistance à la sécheresse.

- Création du Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (Ceraas) avec pour mission d'étudier et d'améliorer l'adaptation des plantes à la sécheresse afin d'augmenter la production agricole et le revenu des pays en zones sèches.

- Réalisation de cette mission à travers la recherche, la formation et le transfert de technologie.

- Obtention d'importants résultats pour le développement agricole à travers une approche innovante –inter institutionnelle et pluridisciplinaire.

- Etablissement des coopérations multilatérales et bilatérales, notamment avec l'Union européenne, la France et la Belgique.

**A**ccord signé entre l'Isra et le Coraf pour placer le Ceraas sous la tutelle du dernier.

- Mobilisation des experts des Snra de la sous région pour participer aux activités scientifiques du Ceraas.

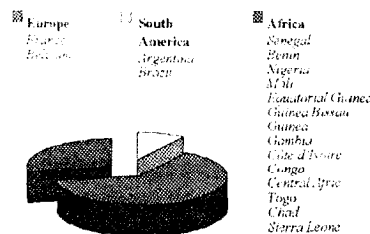
*Mondialisation du renforcement de la recherche agricole en particulier le rôle des SNRA et la détermination de l'avenir des centres du groupe consultatif pour la recherche agricole internationale*

- Echanges d'expertise (Nord-Sud et Sud-Sud) basés sur des avantages comparatifs.

- Association/jumelage des laboratoires du Ceraas et des universités, afin de contribuer au renforcement du rôle des

universités dans les Snra et la conduite de recherches orientées vers le développement

- Elargissement du partenariat aux communautés de développement telles que les organisations gouvernementales (Ong) les organisations paysannes et les décideurs.



Partenariat Nord-Sud et Sud-Sud à travers les missions de recherche et de formation effectuées au Ceraas (1994 à 1997)  
Photo: Ceraas



*Le lien entre les Snra, Cira et CGIAR centres*

La nature de la création du CERAAS, à partir d'une Inra, couplée à l'évolution institutionnelle, le met dans une position favorable de lien entre les Snra dans la sous région, les Cira ainsi que les CGIAR centres, en ce qui concerne la recherche et la formation dans le domaine



Origine : Chine (C. N. R. A. de Bantou)

Origine : variété d'origine chinoise

Classification botanique : Spanish

Cycle végétatif : 70 jours

### Description

- aspect général : plante herbacée, à tige dressée, à racines pivotantes, à feuilles opposées, à fleurs simples, à fruits ovaires, à graines ovaires.
- couleur : fleurs blanches, à corolles marquées.
- hauteur : 1,50 m, à grandes tiges, à grandes tiges.

Poids de 100 pousses : 100 g

Poids de 100 graines : 100 g

Rendement au débourrage : 100 g

Temps de débourrage : 100 g

Densité de semences : 100 g

Rapport 200 g : 100 g

Densité optimale : 100 g

Densité pratique : 100 g

Poids de pousse : 100 g

Adaptation à la culture : 100 g

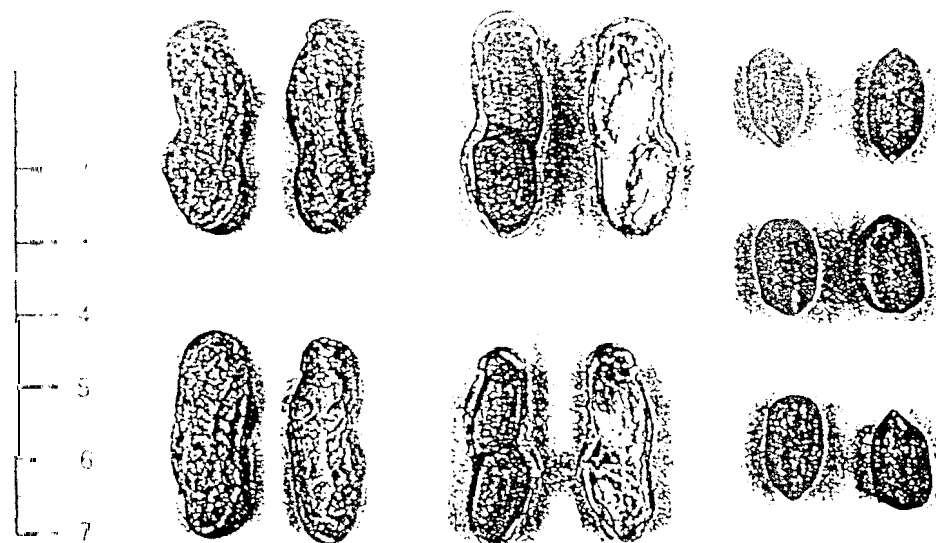
Résistance aux maladies : 100 g

Particularités : 100 g

### Observation

• Les fleurs sont blanches, à corolles marquées.

## FLEUR 11



## Pratique agricole

Agricultural Practice

Práctica Agrícola

## Conseils 336

Advice

Consejos

### Une nouvelle variété d'arachide pour l'Afrique : Fleur 11

Le numéro spécial de la revue *Ouagadougou* consacré aux semences d'arachide (38 - 2, février 1988) présentait une gamme de 19 variétés sélectionnées et vulgarisées en Afrique de l'Ouest, d'ou elles ont été diffusées en Afrique Centrale. Cette gamme permet d'acquiescer rapidement une nouvelle variété prometteuse sélectionnée en 1981, qui se caractérise par une diversité de rendement.

Flour 11 (PI 1174) appartient à la sous-gamme Spanish (A) à haute teneur en huile, appartenant à la sous-gamme Walther (A) à haute teneur en huile. Elle est destinée aux régions administratives de Diourbel et Thiès, en Senegal. Elle a été expérimentée en stations de 1985 à 1991 et en terres de champs de 1985 à 1991. Ses rendements moyens ont été de 3,0 t/ha en stations et de 2,5 t/ha en champs.

Flour 11 est une variété d'arachide à haute teneur en huile, à haute teneur en protéines, à haute teneur en

huile et à haute teneur en protéines. Elle est destinée aux régions administratives de Diourbel et Thiès, en Senegal. Elle a été expérimentée en stations de 1985 à 1991 et en terres de champs de 1985 à 1991.



### A new groundnut variety for africa: Fleur 11

The special issue of the journal *Ouagadougou* devoted to groundnut seeds (38 - 2, February 1988) presented a range of 19 varieties selected and disseminated in West Africa, from which they have been disseminated in Central Africa. This range allows a rapid acquisition of a new promising variety selected in 1981, which is characterized by a diversity of yield.

Flour 11 (PI 1174) belongs to the Spanish (A) sub-range, high oil content, belonging to the Walther (A) sub-range, high oil content. It is intended for the administrative regions of Diourbel and Thiès, in Senegal. It has been experimented in stations from 1985 to 1991 and in field lands from 1985 to 1991. Its average yields have been 3.0 t/ha in stations and 2.5 t/ha in fields.

Flour 11 is a groundnut variety with high oil content, high protein content, high oil content and high protein content.

Flour 11 is a groundnut variety with high oil content, high protein content, high oil content and high protein content.



### Fleur 11 : una nueva variedad de maní para el África

El número especial de la revista *Ouagadougou* sobre semillas de maní (38 - 2, febrero de 1988) presentaba la gama de 19 variedades seleccionadas y extendidas en el África Occidental, desde donde se difundieron en África Central y Austral. Esta gama se ha enriquecido hace poco con una nueva variedad prometedor seleccionada en 1981, que está siendo experimentada en varios países africanos.

Flour 11 (PI 1174) pertenece al grupo genético Spanish (A) a alta teneur en huile, appartenant à la sous-gamme Walther (A) à haute teneur en huile. Elle est destinée aux régions administratives de Diourbel et Thiès, en Senegal.

Flour 11 se experimentó en estaciones, de 1985 a 1991 y en tierras de campesinos, de 1985 a 1991. Su rendimiento medio superó al de las variedades extendidas en un 30 %.

Flour 11 está bien adaptada a las áreas secas con 300 a 500 mm de lluvia, pero su falta completa de periodo de latencia puede ser una desventaja en caso de lluvia tardía.

Pueden pedirse cantidades reducidas de semillas para la experimentación junto al Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), BP 3120, DAKAR (Sénegal).

55-437

55-437

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

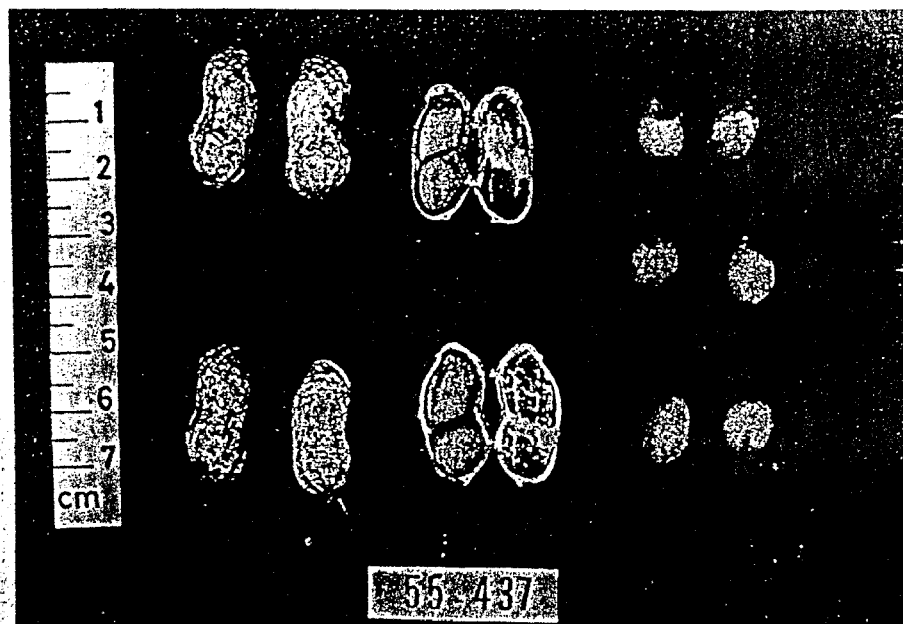
1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*

1. *Introduction*



FICHE TECHNIQUE DE LA VARIÉTÉ D'ARACHIDE

KH-149 A

Obtention : Haute-Volta (I.R.H.O.) station de Yamoussoukro (Année : 1965)

Origine : hybride (I.R.H.O.) du croisement GH 1197 x H 111 (x 91) de Sankara

Classification : Botanique : *spensh*

Cycle végétatif : *intermédiaire*

Description :

Plante à 2 m. de haut, à tige et pédoncules velus, à racines  
très développées, à l'inflorescence à 2 fleurs  
à 2 gousses par inflorescence, à 2 gousses par gousse.

Poids de 100 gousses : 250 g.

Poids de 100 grains : 250 g.

Rendement au débourrage : 100 %

Teneur en huile : 45 % (à l'huile de première pression)

Marché : *intermédiaire*

Rapport gousses/paille : 1/1

Densité optimale au semencement : 100 000 grains/m<sup>2</sup>

Densité optimale de récolte : 100 000 grains/m<sup>2</sup> (à 100 jours)

Poids de grains/m<sup>2</sup> : 100 kg

Résistance à la sécheresse : *forte*

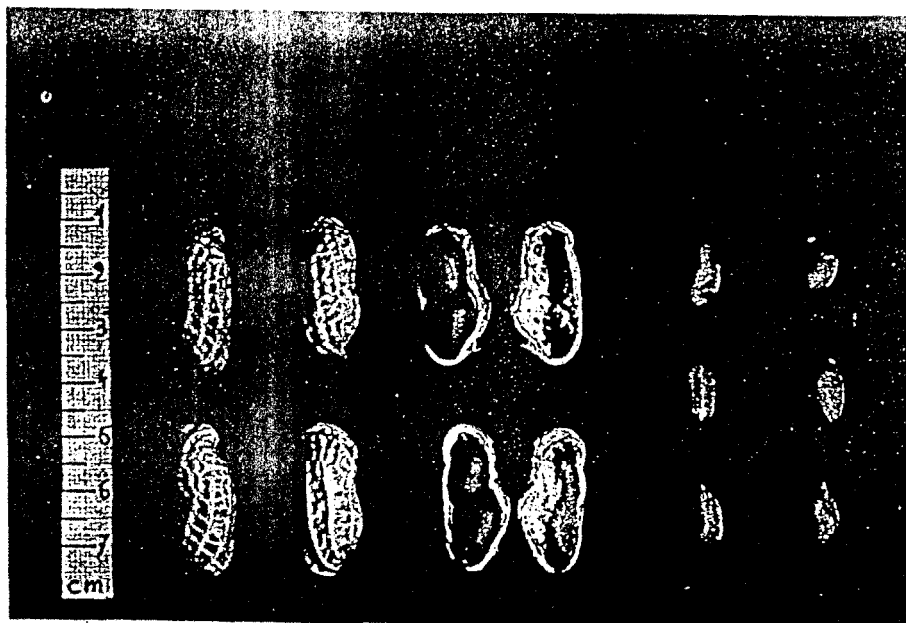
Résistance aux maladies : *forte* (à la rouille)

Huile : 102 g/100 g (N.V.), acide linoléique : 54-56 %

Observations :

À l'origine de la variété

100 000 grains/m<sup>2</sup> 100 000 grains/m<sup>2</sup> 100 000 grains/m<sup>2</sup>

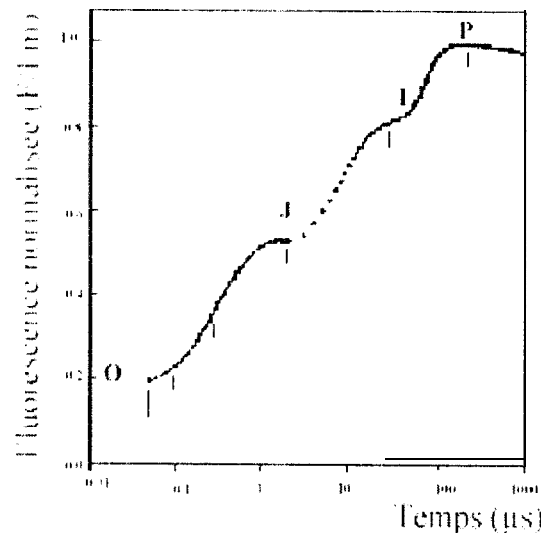


## Signification physiologique de certains paramètres caractéristiques des réactions photochimiques et non photochimiques de la photosynthèse.

La courbe d'induction de la fluorescence ci-dessous représentée permet de tirer deux types de renseignements :

d'abord le repérage de points remarquables de la cinétique ;

ensuite, le paramétrage des courbes (paramètres quantitatifs caractéristiques des réactions photochimiques et non photochimiques de la photosynthèse) à partir de ces points, qui permet de quantifier l'effet de la contrainte et de caractériser l'état physiologique de l'appareil photosynthétique.



(Courbe d'induction de la fluorescence chlorophyllienne (Source : Anonyme))

$F_0$  : fluorescence initiale minimale mesurée 50  $\mu$ s après l'émission du flash de lumière saturante. Elle correspond à une ouverture de tous les centres réactionnels du PS II. A ce moment, un maximum de lumière peut être utilisé pour l'excitation des pigments pièges et la séparation de charges : la dissipation par fluorescence étant donc minimale.

$F_m$  : fluorescence maximale au moment où les centres réactionnels sont fermés suite à la saturation par la lumière du flash. Au niveau physiologique, les centres réactionnels ont tous subi une séparation de charges en ce moment et la quinone QA de chaque centre réactionnel est sous sa forme réduite  $QA^-$ . Dans cette situation, la dissipation d'énergie par photochimie est nulle et la fluorescence est maximale. Par ailleurs,  $F_m$  fournit une information sur la quantité de centres réactionnels fonctionnels.

# ABSTRACT

## **Characterization of morpho-physiological responses to water deficit of peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties grown in the Tropical semi-arid Africa.**

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) of South-American origin is of great economic and agronomic importance. Since the past three decades, peanut production has undergone numerous fluctuations due to low and irregular rainfall in the tropical semi-arid Africa. The stabilisation and improvement of yield can be achieved by obtaining relatively early maturing varieties with good drought resistance capacity at crucial stages in its development.

Thus, the agro-physiological responses under drought of four early maturing peanut varieties issued by national selection programme of Senegal (Fleur 11 and 55-437) and Burkina Faso (AHIK 85-19 and KH 149-A) were evaluated and compared.

The morphological parameters, namely : root volume, dry matter production, number of leaves and leaf area were measured. The physiological response was characterised by the measurements of leaf water potential and chlorophyll fluorescence.

The results obtained showed that water deficit significantly reduced plant dry matter production, number of leaves, leaf area and aboveground biomass. On the other hand, it increased significantly their root/shoot ratios.

The study also showed that water deficit lowered water potential and thus revealing their characteristics as productives genotypes. However, they showed similar response in relation to photochemical activities. The depressive effects of water stress on maximum photochemical yield was manifested late, and it could be interpreted therefore that these peanut varieties possess drought resistant photosynthetic apparatus as regards photochemical activities.

**Key words :** drought, leaf water potential, photochemical activity, *Arachis hypogaea* L., semi-arid zone.