

CNS70010
F600
NDI

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRIC:OLES

CENTRE NORD BASSIN ARACHIDIER
(CNBA)

**TOLERANCE A LA CHALEUR DES PHASES DE
FLORAISON ET DE FRUCTIFICATION ET
SENESCENCE MONOCARPIQUE RETARDEE
CHEZ LE NIEBE (*Vigna unguiculata* (L) Walp)**

par Dr. Aly Ndiaye
Chercheur/Physiologiste
à l'ISRA

Juin 1997

I. INTRODUCTION

Les différentes études menées par la recherche agricole sur le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) au Sénégal ont permis d'augmenter les performances de cette espèce malgré l'exacerbation des contraintes du milieu. tout en tenant compte des besoins des consommateurs.

C'est ainsi que plusieurs variétés ont été créées, et/ou introduites et adaptées à nos conditions de cultures : Diambour, Mougne, 58-57, Bambey 2 1, Mèlakh, Mouride, etc

Dans cet exercice, la collaboration entre l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et l'Université de Californie Riverside (UCR) a occupé une place centrale depuis le début des années 80.

Les objectifs d'augmenter la production et la productivité restent toujours actuels malgré l'intensification des contraintes sécheresse, parasitisme, maladies. etc

L'amélioration du matériel concerne aussi bien la production et la qualité de la graine que celles des fanes.

« Concernant la graine- une des voies pour en produire un grand nombre consiste à avoir une bonne production florale et un fort taux de fleurs fertiles qui vont donner des gousses. Ces processus physiologiques sont sensibles notamment aux températures, surtout celles nocturnes ainsi qu'à la longueur du jour

« La production de graines et de fanes chez le niébé est également liée à la durée de la vie des tiges et des feuilles Certaines variétés ont une sénescence foliaire précoce d'autres l'ont retardée. Chez ces dernières, la plante reste verte pendant longtemps et il peut y avoir deux phases de production de fleurs. ce qui peut mener à une production de graines et de fanes de quantité appréciable

Nous allons dans cette étude bibliographique nous intéresser à ces deux phénomènes physiologiques pour mieux les comprendre et voir les applications pratiques que l'on pourrait tirer de leur connaissance pour améliorer la production et la productivité du niébé dans nos zones de culture.

II. EFFETS DE LA CHALEUR SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DU NIEBE

1. Considérations générales

Selon Ojehomon (1968), chez le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) légumineuse annuelle à graines, les variétés peuvent produire entre 100 et 500 boutons floraux par plante De ce nombre de départ, 70 à 80 % sont perdus avant l'anthèse et seulement 12 à 13 % s'ouvrent et donnent des fruits. Par la suite, 40 à 50 % de ces fruits tombent prématurément. Ainsi au bout du compte, il n'y a que 6 à 16 % des boutons floraux qui donnent des fruits mûrs

On comprend dès lors l'intérêt de toute action tendant à essayer de réduire ce qui à nos yeux peut apparaître comme un "gaspillage" d'énergie.

Plusieurs facteurs et processus ont été avancés pour expliquer ce phénomène Ojehomon (1968, op. cit) évoque 3 hypothèses :

- les fruits déjà formés monopoliseraient toutes les substances nutritives disponibles ;
- ces fruits produiraient des substances qui inhiberaient la formation des futures fleurs et gousses ;
- la pollinisation et la fécondation ne se produiraient pas chez ces fleurs.

Dans une expérience, Ndiaye (1983) obtient une amélioration de plus de 13 % du taux de transformation fleurs-gousses chez le niébé en récoltant les gousses au fur et à mesure qu'elles se formaient et cela à partir du 44^e jour après semis. Le cycle (semi-récolte) du matériel végétal est d'environ 66 jours

La chaleur (température nocturne surtout) a été rapportée comme étant un facteur à prendre en considération dans ces phénomènes

(“est sur cet aspect du problème que nous insisterons plus particulièrement dans ce qui va suivre eu égard à l'intérêt que l'ISRA et son partenaire l'Université de Californie Riverside manifeste pour ce facteur

Nous essayerons à travers les résultats de recherche obtenus de mieux comprendre les mécanismes en jeu et de voir les avantages pratiques que nous pouvons tirer de cette connaissance pour améliorer les performances du niébé, au Sénégal notamment

2. Effets des températures élevées

Comme c'est le cas chez beaucoup d'espèces, la chaleur peut causer des dommages importants chez le niébé pendant sa période reproductive. En effet de fortes températures intervenant lors de longs jours, au début de la phase reproductive peuvent entraîner un avortement des boutons floraux ou l'arrêt du développement de ceux-ci de sorte qu'aucune fleur ne sera formée (Dow el Madina et Hall, 1986) Il est à noter aussi que de fortes températures survenant à une période avancée du développement des boutons floraux peuvent causer une stérilité mâle, ce qui conduit à une non production de fruits (Warrag et Hall, 1984)

Généralement, les températures minimales nocturnes supérieures à 18°C sont dommageables à l'appareil reproducteur et la partie mâle de cet appareil serait plus sensible à cette contrainte. Ainsi Warrag et Hall (1983) comparant des variétés sensibles et des variétés tolérantes à la chaleur ont trouvé que les températures nocturnes élevées entraînaient une faible viabilité du grain du pollen et une indéhiscence des anthères chez les variétés sensibles. Par contre, le pistil était faiblement atteint et par fécondation artificielle, on a montré qu'il était encore fonctionnel.

Ces effets de la température nocturne élevée sur l'appareil reproducteur mâle ont été confirmés par Ahmed et al. (1992) qui, avec une température nocturne de 30°C n'avaient pas obtenu de gousses, ceci étant le résultat d'une faible viabilité du grain de pollen et d'une indéhiscence des anthères. Des études cytologiques leur ont permis de voir que les assises du

capis des anthères dégénéraient prématurément sous l'effet de la température nocturne élevée. Cette dégénérescence prématurée et le manque de développement de l'endothécium étaient alors responsables de la faible viabilité des grains de pollen et la faible déhiscence des sacs polléniques. Tout ceci ayant comme résultat une faible production de gousses.

Les températures diurnes élevées quant à elles, pourraient interrompre le développement embryonnaire comme ceci a été trouvé par Warrag et Hall (1983 op-cit.).

A ce propos, des espoirs existent avec la récente découverte de Ehlers et Hall (1997) concernant une source de tolérance à la chaleur pour le nombre de graines/gousse avec la variété TN 88-63 originaire du Niger.

3 Influence de la qualité de la lumière

La qualité de la lumière a été rapportée comme étant un facteur important dans le comportement de certaines variétés.

En effet chez les variétés tolérantes à la chaleur-, les développements des boutons floraux et des gousses ne sont pas influencés par la qualité et le système de lumière employés, alors que chez les variétés sensibles, ces processus de développement sont influencés par le -apport rouge/infra rouge de la lumière pendant le jour (Mutters et al., 1989, Ahmed, 1992 et Ahmed et al., 1993b).

Selon Ahmed et al. (1993b), si le développement des boutons floraux est arrêté du fait de fortes températures nocturnes, en période de jours longs et sous la lumière naturelle chez les variétés sensibles , il en va autrement sous lumière artificielle. Ces auteurs ont montré en effet que le degré auquel les températures nocturnes endommageaient le développement des boutons floraux était fonction du rapport lumière rouge/lumière infrarouge pendant le jour.

3 Influence de la concentration du milieu en CO₂

Des chercheurs ont également étudié l'influence de l'augmentation de la concentration du CO₂, dans l'environnement concernant les effets des températures élevées sur le développement de l'appareil reproducteur.

Ainsi Ahmed (1992) a montré que les dommages induits aux boutons floraux et aux anthères n'étaient pas associés à une baisse généralisée des produits carbonés et que la tolérance était associée à une concentration plus élevée des produits carbonés dans les pédoncules floraux. Ceci introduirait le fait que ce n'était pas la concentration des produits carbonés qui était importante mais plutôt leur répartition dans les différentes parties de la plante. Il a indiqué aussi que l'augmentation de la concentration du CO₂ n'était pas liée à une augmentation de la tolérance à la chaleur en terme d'augmentation du nombre de gousses. Ainsi, la concentration élevée de CO₂ n'augmenterait pas la résistance à la chaleur de la plante comme l'ont indiqué par ailleurs Ahmed et al. (1993a).

5. Influence de la photopériode

Se fondant sur des résultats de recherche, Hall (1992) pense que la photopériode est un facteur qui doit être considéré dans la tolérance à la chaleur car certains processus physiologiques dans la reproduction sont moins sensibles à la chaleur en période de jours courts. Il classe alors les variétés en deux groupes selon leur sensibilité à la photopériode.

Le groupe I = les neutres : où les boutons floraux sont initiés indépendamment de la photopériode.

Le groupe II = les plantes à jours courts qui demeurent végétatives si la longueur du jour excède une certaine durée.

Il subdivise le groupe I en 3 sous-groupes suivant leur tolérance à la chaleur

sous-groupe 1 = les plantes très tolérantes à la chaleur ces dernières produisent presque normalement (boutons floraux, fleurs, gousses) aussi bien en période de jours longs et chauds qu'en période de jours courts et chauds

sous-groupe 2 = ces plantes ont une tolérance partielle Elles ne produisent pas de gousses dans les jours longs et chauds et sont intermédiaires dans les jours courts et chauds

sous-groupe 3 = chez celles-ci, il y a une suppression des boutons floraux sous les jours longs et chauds et il n'y a pas de fleurs ouvertes

6 Etude de l'influence de la période où intervient la chaleur

Les résultats obtenus par Ahmed et al. (1992) ont montré qu'il y avait un stade particulier du développement de la fleur où agissait la chaleur nocturne Ils ont trouvé en effet que le développement de la méiose sous des températures nocturnes normales et celui sous des températures nocturnes élevées étaient identiques chez le matériel dans les deux traitements Ce n'est qu'après la libération des cellules tétraploïdes, libération qui intervenait 8 jours avant l'anthèse que l'assise du tapis dégénérait prématurément sous l'effet des températures élevées avec les conséquences décrites plus haut Ceci leur a fait dire que les températures nocturnes sont surtout dommageables pour l'appareil reproducteur du niébé 9 à 7 jours avant l'anthèse

Dans une étude visant à définir s'il y avait une période de la nuit plus favorable à cet effet de la température sur l'appareil reproducteur, Mutters et Hall (1992) ont montré que les 6 dernières heures de la nuit étaient les plus dommageables pour le développement floral Ils formulèrent alors l'hypothèse selon laquelle il devrait exister un processus physiologique sensible à la température et qui serait sous régulation circadienne.

Ahmed et Hall (1993) ont obtenu des résultats qui ont montré que si des plantes étaient soumises pendant deux semaines ou plus à des températures nocturnes élevées et ceci durant les quatre premières semaines après la germination il y avait une suppression complète du développement des 5 premiers boutons floraux sur la tige principale du niébé

7. Classification de variétés par rapport à la tolérance à la chaleur

Dans un travail de criblage, Patel et Hall (1990) ont classé les variétés de niébé selon leur tolérance à la chaleur. Ainsi, ils ont distingué :

Groupe I : les variétés tolérantes : chez celles-là, on trouve une longueur normale du pédoncule floral, une floraison précoce et une production de plusieurs fleurs et gousses.

Groupes II et III : elles ont les mêmes caractéristiques que les précédentes mais avec peu de gousses (groupe II) ou pas de gousses, (groupe III)

Groupes IV à VII : les variétés de ces groupes diffèrent les unes des autres par le temps nécessaire à la production du premier bouton floral

Groupe VIII : Elles ne produisent pas de boutons floraux sous des températures élevées.

A partir des travaux de sélection génétique qu'ils ont menés, Marfo et Hall (1992) ont indiqué que, chez les variétés PRIMA et TVU 4552, la tolérance à la chaleur- était conférée par un seul gène dominant

Selon Hall (1990), pour élaborer un programme de sélection pour la tolérance à la chaleur, il fallait d'abord répondre aux questions suivantes

Quelles sont les conditions environnementales de production notamment les températures de jour et de nuit aux différentes périodes de la saison ?

A quelle période de développement la plante est plus sensible à la chaleur ?
Les résultats obtenus par Ahmed et al. (1992), et Ahmed et Hall (1993) donnent des réponses à cette question.

Comment la tolérance à la chaleur est-elle transmise. y'a-t-il d'autres caractères transmis avec elle ou pas ?

8 Classification de variétés de niébé basée sur leur réaction à l'interaction chaleur x photopériode : principaux enseignements.

Plus récemment Ehlers et Hall (1996) ont approfondi la classification de variétés de niébé tolérance par rapport à la chaleur en introduisant l'interaction température x photopériode en étudiant les effets de cette interaction sur le développement reproducteur des plantes. Cette étude comprenant une large gamme de génotypes dont certains sont d'origine sénégalaise a abouti à 11 groupes qui diffèrent par :

leur réaction à la longueur de la photopériode (changement de position du premier noeud reproducteur ou le temps nécessaire à l'apparition des boutons floraux dans les jours long comparés à ceux courts) ;

- leur précocité reproductive (temps minimal nécessaire à l'apparition des boutons floraux dans les conditions de jours courts) ;

la suppression ou non des boutons floraux et la production de gousses dans des conditions de jours longs et chauds.

Les génotypes classés 1, 2 et 3 diffèrent par leur sensibilité par rapport à la photopériode ; ils sont respectivement neutres, intermédiaires et sensibles.

Ainsi nous avons :

Groupes 1 a et 1 b: Ces génotypes sont neutres par rapport à la photopériode et tolérants à la chaleur , la production de gousses est plus faible chez le groupe 1 b que chez celui 1 a.

Groupe 1 c Le temps entre la production de boutons floraux et la floraison est ici plus long comparé à celui dans les groupes 1 a et 1 b. Cette caractéristique n'est pas influencé par la photoperiode Les variétés sénégalaise Mouride et Mèlakh appartiennent à ce groupe

Groupe 1 d Il y a ici une importante interaction photopériode x température pour le développement des boutons floraux Sous de longs jours chauds le temps mis entre l'apparition de boutons floraux et la floraison est long compare aux groupes précédents

Groupe 1 e Les premiers boutons floraux apparaissent ici sur les noeuds des branches contrairement aux groupes 1 a à 1 d (ou ces boutons apparaissent sur la tige principale). La précocité reproductive est ici intermédiaire La variété Ndiambour appartient à ce groupe

Les groupes 2 Les groupes 2a et 2b ont leurs premiers boutons floraux sur la tige principale alors que 2c et 2d l'ont sur les branches

Concernant la précocité reproductive elle est bonne chez les groupes 2a et 2b , intermédiaire chez le groupe 2c et mauvaise pour celui 2d.

Bambey 23 appartient au groupe 2a. Bambey 21 est au groupe 2b et B89-600 au groupe 2c.

Le groupe 3a a une période d'initiation florale plus courte que celle du groupe 3b.

La variété "Ndout" du Sénégal appartient au groupe 3b

Dans une étude à paraître Ehlers et Hall (1997) ont évalué la variabilité génétique chez des variétés de niébé cultivées sous des conditions d'une part de jour-s courts et chauds et d'autre part de jours longs et chauds. Parmi ces variétés certaines proviennent du Sénégal Les principaux enseignements de cette étude sont

- les variétés tolérantes à la chaleur sous des jours longs et chauds avaient des rendements les plus élevés sous des jours courts et chauds ;
- le rendement grains était positivement corrélié au nombre de gousses/plante et au nombre de gousses/péduncule ;

la plupart des lignées avaient une importante réduction du nombre de graines/gousses, réduction induite par la chaleur ;

plusieurs lignées sélectionnées dans des zones tropicales chaudes avaient une tolérance à la chaleur sous des jours courts. mais elles perdaient cette caractéristique sous des jours longs Quant aux variétés sélectionnées dans des zones tropicales froides elles ne montraient aucune tolérance à la chaleur ;

- la lignée Sénégalaise B89-600 et la lignée Nigérienne TN 88-63 avaient des rendements grains élevés sous des jours courts et chauds (en serre) Selon les auteurs ces géotypes pourraient être des sources de tolérance à la chaleur qui pourraient maintenir le nombre de graines/gousse, par conséquent les rendements en graines dans les zones de production du niébé qui sont chaudes.

La variété Mouride pourrait également être intéressante comme par exemple pour la tolérance à la chaleur compte tenu de ses performances dans cette expérimentation en condition de jours courts et chauds (production de 53 g/plante c'est la meilleure performance dans cette expérimentation qui comparait 56 géotypes)

9 Utilisation pratique de ces connaissances dans la collaboration ISRA-UCR

En pratique_ à Bambey, sous des conditions optimales d'hivernage, les caractères marqueurs de tolérance à la chaleur que nous pourrions suivre chez les géotypes tolérants à la chaleur sont notamment

une absence d'avortement des boutons floraux. une floraison précoce sur la tige principale ;

la présence de 3 à 4 gousses bien remplies par péduncule floral On notera que dans certaines de nos expériences au Sénégal. de;; lignées ont obtenu jusqu'à 5 gousses par péduncule (Thiaw, 1993).

Comme l'ont indiqué les résultats cités plus haut, il existe des variétés tolérantes et des variétés sensibles à la chaleur.

Dans le cadre de la collaboration ISRA-UCR, des variétés; tolérantes à la chaleur et des lignées issues de croisements faisant intervenir du matériel tolérant à la chaleur et des parents- notamment sénégalais et américains ont été testées dans les conditions du Sénégal à Bambey. Thilmakha, Louga et Nioro.

Ainsi en 1983, des rendements obtenus étaient moyens à Bambey et faibles à Louga, ceci étant lié à la qualité de l'hivernage (Cissé, 1984).

En 1984, des lignées issues de croisements avec des parents tolérants à la chaleur sont comparées à des variétés sénégalaises, Bambey 21 et 58-57. Un grand nombre de lignées ont eu des rendements dépassant les témoins (Cissé, 1985).

En 1985, à Bambey, 9 lignées ont eu des rendements arithmétiquement supérieurs à la 58-57. A Louga, 6 lignées ont été supérieures à Bambey 21 (Cissé et al., 1986)

En 1986, sur les sites de Bambey, Louga, Nioro, la 58-57 et les lignées 89 et 110 ont été les plus productives (Cissé et al., 1987).

En 1992, toutes les lignées ont eu une bonne précocité et plusieurs ont eu 4 à 5 gousses, ce qui est un signe d'une abscission florale réduite (Thiaw, 1993)

Les résultats ont été moins performants en 1993 les rendements se sont avérés faibles, en raison vraisemblablement de la nature du terrain. Cependant, 4 lignées se sont révélées intéressantes (Thiaw, 1994).

En 1994, la variété Mouride (à Bambey et Thilmakha) a été meilleur-e que les lignées provenant des croisements résistance à la chaleur (Thiaw, 1995)

Pendant l'hivernage 1995, toutes les lignées résistantes à la chaleur ont eu des rendements inférieurs aux témoins Mouride et Mélékh, le nombre de gousses a été seulement de 3 par pédoncule, alors qu'antérieurement, on en relevait jusqu'à 5 (Thiaw, 1996) L'auteur pense que les conditions environnementales (climat et sol) ont pu influencer le comportement des variétés tolérantes à la chaleur

III. SÉNESCENCE MONOCARPIQUE RETARDEE

1 Considérations générales

Chez beaucoup de légumineuses à graines, la sénescence des feuilles pendant la phase de formation des gousses est un phénomène physiologique génétiquement programmé entraînant la mort de la plante après une seule période de production. Ce comportement est décrit sous le nom de sénescence monocarpique (Nooden, 1980 et 1988)

Chez le niébé (*vigna unguiculata* (L) Walp) légumineuse à graine annuelle, il existe des variétés qui ont ces caractéristiques. Ex. : la California Blackeye n°5 ou CB5)

A l'opposé, il y a des variétés de niébé qui continuent à rester vertes après la première phase de production et qui peuvent donner une deuxième phase de production de fleurs et donc de gousses. Ex. les variétés 85 17 et 7964 des Etats Unis d'Amérique. Ces variétés sont dites à sénescence monocarpique retardée

Gwathmey (1988, 1991), se fondant sur des résultats qu'il a obtenus, indique qu'il peut y avoir deux sources de variation de la sénescence monocarpique chez le niébé : le génotype et l'enlèvement des gousses.

Cette différence dans la sénescence a été également signalée chez le sorgho et le soja par des résultats de travaux rapportés par Gwathmey et al., (1992).

Gwathmey et al. (1992) signalent que chez les variétés de niébé à sénescence monocarpique retardée, lors de la première phase de production de gousses, il y a un faible taux de feuilles sénescentes par unité de graine remplie, comparativement aux variétés à sénescence monocarpique. Une viabilité plus importante de la partie végétative chez ces variétés favorise une deuxième production de fleurs et de gousses. Selon ces mêmes auteurs, même si les variétés à sénescence monocarpique retardée tendent à produire une quantité limitée de fleurs et de gousses lors de la première phase, le total des deux périodes de production fait que leur rendement en fin de cycle peut être plus important que celui des variétés à sénescence normale.

2. Rôle de quelques glucides non structuraux dans la sénescence

Pour expliquer le fait que ces variétés restent longtemps, vertes, Gwathmey (1991) et Gwathmey et al. (1992) ont trouvé que des glucides non structuraux (sucres solubles et amidon) étaient stockés dans les parties végétatives de la plante (tiges et feuilles) tandis que chez les variétés à sénescence normale, ces glucides étaient mobilisés vers les parties reproductives de la plante lors de la formation des gousses.

Toujours dans le but de mieux comprendre le fonctionnement des processus physiologiques en jeu, ces mêmes auteurs ont comparé les deux types de variétés en enlevant chez les types à sénescence normale les gousses au fur et à mesure que ces dernières changeaient de couleur. Ceci entraînait chez ces variétés un comportement phénotypique semblable à celui des variétés à sénescence monocarpique retardée ; notamment

- une survie plus grande des plantes ,
- une accumulation des glucides non structuraux (sucres solubles et amidon) dans les parties végétatives (tige, racine) ,
- la possibilité d'une deuxième phase de production de fleurs et de gousses

Ces auteurs ont indiqué au vu de ces résultats, que l'enlèvement des gousses chez ces variétés a pu changer la répartition des assimilats qui se ferait désormais en faveur de la partie végétative ; ce qui à son tour, prolongerait la vie active de la plante.

Ainsi, les glucides non structuraux pourraient donc avoir un rôle dans ce phénomène de sénescence. Leur répartition entre la partie végétative et celle reproductrice chez la plante entière pourrait être régulée génétiquement (Gwathmey, 1991).

Chez le soja, des gènes spécifiques gèreraient cette sénescence retardée (Pierce et al., 1984).

3 Qualité adaptative de la sénescence monocarpique retardée

Gwathmey (1988 , 1991) et Gwathmey et al (1992) ont étudié les qualités adaptatives de cette sénescence monocarpique retardée lors d'une sécheresse.

Lors d'un stress hydrique, les avantages des variétés à sénescence monocarpique retardée sont notamment :

- un meilleur maintien de la surface foliaire totale et une meilleure viabilité de la plante comparée aux variétés à sénescence monocarpique non retardée.
- une meilleure capacité de reprise chez les variétés à sénescence monocarpique retardée lorsque la sécheresse s'arrête. Les échanges gazeux semblent reprendre plus rapidement chez ces variétés qui, entre autres stabilisent mieux leur surface foliaire ,
- une discrimination par rapport au carbone lourd (^{13}C) moins importante chez les variétés à sénescence monocarpique retardée. Il faut rappeler que dans le CO_2 atmosphérique, il y'a 1,1% de carbone lourd (^{13}C) et 98,9% de carbone léger- (^{12}C) et que chez les plantes à C3, le degré de discrimination vis-à-vis de ces deux formes de carbone lors des sécheresses est relié à l'efficacité de l'utilisation de l'eau par la plante. Le gain d'efficacité d'utilisation de l'eau durant les périodes de sécheresse a été estimé par Gwathmey et al . (1992) dans une expérimentation à 10 - 14% chez la variété 85 17 à sénescence retardée comparativement à la CB5 dont la sénescence est non retardée

Gwathmey et Hall, (1992) ont rapporté dans une expérience que 60% de la production de la variété 85 17 a pu échapper à la sécheresse grâce à sa sénescence monocarpique retardée, les périodes de production se déroulant en deux phases.

Cette particularité procure à ces variétés un fusil à double canons leur- donnant ainsi plus de chance de produire lorsqu'une sécheresse intervient pendant le cycle comparativement aux variétés à sénescence monocarpique non retardée chez lesquelles la production est groupée. ce qui leur enlève toute possibilité de produire lorsque la contrainte, la sécheresse notamment, intervient pendant cette phase

Les variétés à sénescence monocarpique retardée ont la possibilité de produire en deux phases si la pluviométrie le permet ou au moins une fois s'il y a sécheresse. Ceci a fait dire à des auteurs (Gwathmey 1991, et Gwathmey et al 1992) que ces variétés étaient adaptées dans les systèmes de production où

- il peut y avoir des sécheresses pendant le cycle de la plante .
- la saison est longue ou varie en longueur ;
- plusieurs récoltes de gousses sont pratiquées

4. Applications pratiques de ces connaissances

Ces modalités de productions que nous venons de décrire se retrouvent au Sénégal et l'intérêt de ce type de variété pour nos zones a été vite senti par la recherche sur le niébé notamment à travers le projet collaboratif CRSP-Niébé entre l'ISRA et l'Université de Californie Riverside.

Ainsi des variétés à sénescence monocarpique retardée ont été envoyées au Sénégal pour être testées et des croisements incluant notamment des variétés sénégalaises ont été effectués et les descendances, criblées au Sénégal.

« En hivernage 1991, des plantes issues du croisement de IS-86-275 (nouvelle variété sénégalaise) et de la 85 17 ont été testées au Sénégal (Thiaw, 1992) L'hivernage avait été peu pluvieux On peut noter qu'après la première récolte, beaucoup de lignées avaient encore produit plusieurs fleurs et gousses (on a dû recourir à une irrigation de complément !)

- En 1992, après un double criblage pour la résistance aux maladies et la sénescence monocarpique retardée, seules 17 lignées ont été maintenues après observations sur table sur un total de 22 lignées initialement retenues (Thiaw 1993)

« En 1993, 21 lignées issues du croisement Mouride x 85 17 ont été implantées à Bambey. Aucune n'a eu un rendement supérieur à celui de Mouride Un certain nombre de lignées ont été retenues sur la base de la précocité et du pouvoir de demeurer vertes pendant une longue période (Thiaw et al., 1994)

« En 1994, 9 lignées F6 issues du croisement Mouride x 85 17 ont été testées avec Mélakh et Diongoma comme témoins en plus des par-parents Les 4 lignées qui ont été les meilleures (7-5-2, 9-1-2, 9-5 et la 7-5-1) semblent mieux exprimer le caractère sénescence retardée des feuilles (Thiaw et al 1995)

« En 1995, des lignées ont été comparées à Mouride, Mélakh, Diongoma et la 85 17. L'hivernage avait été mauvais. Il y a eu une seule récolte, de nombreuses fleurs formées n'ont pas donné de gousses, les pédoncules floraux étaient rabougris. La production de graines a été faible mais la plupart des lignées ont gardé une masse foliaire importante (Thiaw et al 1996).

IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les revues bibliographiques effectuées sur la tolérance à la chaleur et sur la sénescence monocarpique retardée chez le niébé ont permis de mieux comprendre ces processus physiologiques

Ils sont tous deux d'une importance certaine pour nos zones et systèmes de culture

Ces phénomènes physiologiques ont certains traits communs qui peuvent être bénéfiques à l'agriculture sénégalaise. Ces traits sont notamment que tous deux

- sont de caractères adaptatifs tendant à réduire les effets de contraintes climatiques telles que la chaleur et la sécheresse sur les productions ;
- tendent à produire un maximum de fleurs, donc de gousses, facteurs qui sont des préludes à une bonne production.

Des résultats déjà obtenus sur le terrain, nous tirerons certaines leçons et dégagerons quelques pistes de recherche à explorer. Les objectifs d'un tel travail étant de voir quelles sont les contributions que ces deux traits de caractère pou-t-raient apporter au développement de la culture du niébé au Sénégal.

« A partir des tests effectués au Sénégal sur la tolérance à la chaleur, il semblerait que les lignées sélectionnées ne soient pas aptes à être recommandées en tant que telles au Sénégal. Elles pourraient plutôt être utilisées comme parents dans un programme de sélection incluant d'autres critères adaptatifs tels que les performances agronomiques, la tolérance aux maladies et aux insectes, etc: Les lignées tolérantes a la chaleur qui auraient les meilleures performances agronomiques pourraient ainsi être croisées avec les meilleures lignées du croisement Mouride x 85 17. Les descendances seraient alors criblées pour leur sénescence monocarpique retardée, leur tolérance aux maladies et aux insectes et leurs performances agronomiques au Sénégal

Il y a là un programme pluridisciplinaire qui devrait à notre avis aboutir- à la création de matériel végétal performant pour l'agriculture sénégalaise. Nos partenaires de l'Université de Californie Riverside nous appuieraient dans ce programme

Il faut signaler que ces partenaires ont quelques variétés provenant des croisements variétés tolérantes a la chaleur par variété à sénescence monocarpique retardée. Quelques numéros sont disponibles au Sénégal (cas de UCR 96-24 et UCR 96-55). Il serait intéressant d'évaluer leur comportement dans les conditions de Bambey

On pourrait par ailleurs croiser des lignées tolérantes à la chaleur- (sélectionnées aux Etats-Unis) avec du matériel local sénégalais jusqu'à la génération F2. On utiliserait ensuite la méthode "SSD" ("Single Seed Descendent") pour obtenir des lignées F6. Des graines de cette génération seraient utilisées d'une part au Sénégal pour des tests d'adaptation dans la zone de culture du niébé et d'autre part, criblées dans des conditions de chaleur aux Etats-Unis. L'exploitation de cet ensemble de résultats pourrait être déterminante pour la recherche sur le niébé au Sénégal, là également nous sommes sûrs de pouvoir compter sur la collaboration de nos partenaires de l'Université de Californie Riverside

Par rapport aux récents résultats de Ehlers et Hall, on notera que les variétés TN 88-63, Mouride et B 89-63 pourraient être intéressantes comme parents dans des programmes de création variétale pour les zones les plus sèches du Sénégal

*Pour ce qui est de la sénescence monocarpique retardée nous proposerons plusieurs axes de travail

- il faudrait mener des études pour préciser la zone écologique du Sénégal où elle pourrait s'exprimer le mieux. Il faudrait donc avoir des réponses sur la longueur de la période d'hivernage (disponibilité d'eau notamment) pour une expression totale du caractère dans la zone de culture du niébé
- on devrait également tester dans la zone de Bambey les lignées à sénescence monocarpique retardée existantes pour voir si quelques-unes d'entre elles pourraient être recommandées pour la zone.
- nous pourrions enfin, connaissant les caractéristiques de certaines de nos variétés à sénescence monocarpique retardée et celles de nos variétés locales, mettre en place un programme de sélection tendant à introduire la sénescence monocarpique retardée dans certaines de nos variétés. Si nous prenons par exemple le cas de la variété Mélékh on pourrait prendre les meilleures lignées du croisement Mouride x 85 17 et les croiser avec cette dernière. Les descendances seraient ensuite criblées pour le caractère sénescence monocarpique retardée, la résistance aux maladies et aux insectes, et leurs performances agronomiques. Cette même variété pourrait également être croisée avec les meilleures lignées à sénescence monocarpique retardée.

Nos collègues de l'Université de Californie Riverside seraient disposés à nous assister dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Ahmed F.E. 1992 : Heat injury to reproductive development in Cowpea (*vigna unguiculata* [L] walp) under ambient and elevated carbon dioxide concentrations - Ph D. University of California Riverside - USA. June 1992.
2. Ahmed, F.E. and Hall A.E.. 1993 Heat injury during early floral bud development in Cowpea. Crop. Sc, 33 , 764-767.
3. Ahmed F.E., Hall A.E., De Mason D.A., : 1992 Heat injury during floral development in cowpea (*Vigna unguiculata* Fabaceae) American Journal of Botany 79, 784-791
- 4 Ahmed F.E , Hall A.E. and Madore, M.A. 1993a Interactive effects of high temperature and elevated carbon dioxide concentration on Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] Plant Cell and environment. 16, 835-842.
- 5 Ahmed F E , Mutters R G . and Hall A.E., 1993b Interactive effects of high temperature and light quality on floral bud development in Cowpea Aust. J Physiol , 20, 661-667
- 5 Cisse. N., 1984 L'amélioration du niébé au Sénégal réalisation et perspectives DOC ISRA/CNRA-Bambey Juillet 1984
- 7 Cisse. N , 1985 Pro-jet CRSP-Niébé Rapport annuel 1984 Doc ISRA/CNRA-Bambey Janvier 1985
- 8 Cissé, N , Ndiaye, W , Sène A . , 1986 Projet CRSP/Niébé Rapport annuel 1 OS5 Doc ISRA/CNRA-Bambey - Janvier 1986
- 9 Cissé, N., Ndiaye, W . Sène A., Diagne, M ., 1987 Amélioration du niébé Projet CRSP/Niébé. Rapport annuel 1986. Doc ISRA/CNRA-Bambey. Février 1987
- 10 Dow el madina, I.M and Hall, A.E , 1986 Flowering of contrasting Cowpea (*Vigna unguiculata* [L] walp) genotypes under different temperatures and photoperiods. Fields crops Res., 14, 87- 104
- 11 Ehlers, J.D. et Hall, A E . 1996 Genotypic classification of Cowpea based on responses to heat and photoperiod Crop Sc. 36, 673-679
- 12 Ehlers, J.D. et Hall, A. E., 1997 : Heat tolerance of contrasting cowpea genotypes in short and long days sous presse dans Field crops research
13. Gwathmey C O. 1988. Cowpea stay-green experiments Exp.2 = Genotype x irrigation x pod treatment Doc UCR. dept of botany and plant science.
- 14 Gwathmey C O 1991 The adaptive significance of delayed monocarpic senescence in Cowpea (*Vigna unguiculata* [L] walp). Ph D University of California Riverside USA June 1991

15. Gwathmey C.O., and Hall, A.E., 1992 : Adaptation to midseason drought of Cowpea genotypes with contrasting senescence traits. *Crop Sc.*, 32 , 773-778.
- 16 Gwathmey C.O., Hall, A.E., and Madore, M.A., 1992 : Adaptive attributes of Cowpea genotypes with delayed monocarpic leaf senescence. *Crop Sc.* 32, 765-772
- 17 Hall, A.E. 1990 : Breeding for heat tolerance. An approach on whole-plant physiology *Hortscience*, 25 16-19.
- 18 Hall, A.E 1992 Breeding for heat tolerance. In "Plant Breeding reviews" (ed J. Jarrick) (John Wiley and Sons, inc. New York) : 129-168.
- 19 Marfo, K.O , and Hall, A.E. 1992 : Inheritance of heat tolerance during pod set in Cowpea *Crop Sc.* 32, 9 12-9 18.
- 20 Mutters, R.C. and Hall, A.E. 1992 : Reproductive responses of Cowpea to high temperatures during different night periods. *Crop Sci.* 32 , 202-206
- 21 Mutters, R.G., Hall, A.E. and Patel, P.N 1989 : Photoperiod and light quality effects on Cowpea floral development at high temperatures. *Crop Sc.* 29, 1501-1505
- 22 Ndiaye, A , 1983 : Etude physiologique de l'abscission florale chez le niébé (*Vigna unguiculata* (L) Walp) dans le cadre du CRSP-Niébé Doc N°83/2 ISRA/CNRA-Bambey
- 23 Nooden, L.D , 1980 Senescence in whole plant in K.V Thimann (ed) senescence in plants C R C Press, Boca Raton, FL : 219-258
- 24 Nooden, L.D , 1988 : Whole plant senescence. In L.D. Nooden and A.C Leopold (ed) Senescence aging in plants. Academic Press, New York 391-439
- 25 Ohehomon. O.O 1968 Flowering, fruit production and abscission in cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. *Journal of West African Science Association* 13 (2), 737-2.X
- 26 Patel, P.N and Hall A.E 1990 Genotypic variation and classification of Cowpea for reproductive responses to high temperature under long photoperiods *Crop science.* 30, 614-621
- 27 Pierce R.O , Knowles, P.P., and Phillips D.A 1984 : inheritance of delayed leaf senescence in soybean *Crop Sc.* 24, 515-517
- 28 Thiaw, S., 1992 Programme pluridisciplinaire sur le niébé. Rapport de synthèse 1991 Doc ISRA/CNRA-Bambey. Mai 1992
- 29 Thiaw, S., 1993 Rapport de synthèse 1992 : Phytotechnie niébé Doc ISRA/CNRA-Bambey. Février 1993
- 30 Thiaw, S , Sène, A., Diagne, M., 1994 Rapport de synthèse sur la sélection et l'agronomie du niébé 1993. Doc. ISRA/CNRA Bambey Mars 1994

31. Thiaw, S., Sène, A., Diagne, M., 1995 : Rapport annuel sur la sélection et la phytotechnie du niébé hivernage 1994. Doc. ISRA/CNRA-Bambey. Avril 1995.
32. Thiaw, S., Sène, A., Diagne, M., 1996 : Sélection et agronomie du niébé Rapport d'activités campagne 1995/96. Doc. f SRA/CNRA-Bambey. Mars 1996.
33. Warrag, M.O. A. and Hall, 1983 : reproductive responses of Cowpea to heat Stress Genotypic differences in tolerance to heat at flowering. Crop Science, 23, 1088- 1092
34. Warrag, M.O. A. and Hall, 1984 : reproductive responses of Cowpea (*Vigna unguiculata* [L] Walp) to heat stress.
f f Responses to night temperature Field crop research, 8 : 17-33.