

X
ADAPTATION DU NIEBE AUX ZONES SEMI-ARIDES

NDIAGA CISSE*

1080/19
CN890008
F300
CIS

Résumé



Des études au champ ont été menées sous conditions pluviales à Bambey, Thilmakha et Louga en 1987 et 1988. Elles avaient pour objectif de déterminer la réaction de 8 géotypes de niébé (Vigna unguiculata) en zones semi-arides. L'intensité de la sécheresse (D) à Louga était de 0,65 et 0,49 % respectivement en 1987 et 1988. Les géotypes (étaient divisés en sensibles, tolérantes et résistantes à la sécheresse sur la base de l'indice de sensibilité au stress (S) appliqué au rendement et sur leur performance à Louga. L'adaptation de la variété 58-57 aux zones semi-arides a été ainsi confirmée, les lignées Is86-275, Is 86-283 et Mougne ont été identifiées comme tolérantes alors que Tvx 3236, Is 86-279 et Is 86-239 sont sensibles à la sécheresse. Cependant toutes ces lignées sont sensibles aux sécheresses de fin de cycle comme l'indique l'indice de sensibilité au stress (S) basé sur le poids de 100 graines.

Mots-clé : Vigna unguiculata (L.) Walp., Résistance à la sécheresse, indice de sensibilité à la sécheresse.

*-Sélectionneur, ISRA/CNRA Bambey - BP. 53.

Raw 1989

INTRODUCTION

La culture du niébé (Vigne unguiculata (L.) Walp.) au Sénégal est pratiquée en zone semi-aride. Cette zone est caractérisée par une saison de pluie qui dure 2 à 3 mois et est soumise à une forte demande évaporative (Dancette, 1979). Cette évaporation moyenne est plus élevée à Louga (570 mm) qu'à Bambey (490 mm). Avec un coefficient de végétation global de 0,76, ceci donne des besoins en eau pour le niébé de 370 mm à Bambey et de 430 mm à Louga. Les moyennes pluviométriques des années sèches (1968-1985) étant de 247 mm à Louga et 476 mm à Bambey, ces besoins en eau du niébé sont donc relativement faciles à satisfaire à Bambey, alors qu'à Louga, la culture devient aléatoire (Dancette, 1984). Des études ont été conduites pour estimer la fréquence de la sécheresse à différents stades de développement du niébé à Louga. (Ainsi les bilans hydriques ont été simulés en utilisant les informations sur la pluviométrie, la demande évaporative, le sol et les caractéristiques de la plante. Ces études ont montré que depuis 1968 les différentes variétés de niébé disponibles ont connu de sérieuses sécheresses au stade de remplissage des gousses (Hall, 1986).

Le développement de variétés résistantes à la sécheresse était donc devenu un objectif de ce programme. Cet objectif a été poursuivi dans le passé par plusieurs autres programmes de sélections, mais les succès ont été très limités (Bruckner, 1987). L'amélioration génétique de la résistance au stress des plantes de cultures nécessitent l'identification de mécanismes physiologiques significatifs pour ce caractère et leur utilisation comme critère de sélection (Blum, 1982). La sélection pour la résistance au stress hydrique a eu peu de succès à cause du manque de stratégies et de techniques de criblage appropriées (Blum, 1981), mais aussi de la non-identification de génotypes qui montrent clairement à des stades de développement spécifiques, des différences de

réponse (Hanson, 1980). C'est ainsi que des tests de tissus ont été utilisés (Sullivan, 1978), mais à cause de la multiplicité des facteurs de **résistance** et de leur interaction, ces efforts n'ont rencontré que peu de **succès**.

Puisqu'il n'est pas encore possible de définir physiologiquement la résistance totale à la **sécheresse** (Blum, 1981) et que de simples tests de tissus n'ont pas encore été parfaitement mis au point (Fischer 1978), le rendement en graines et sa **stabilité** dans des zones à stress hydrique reste le principal **critère** de sélection dans plusieurs programmes d'**amélioration** variétale. Des rendements élevés sous stress peuvent **résulter** de l'esquive ou d'un haut potentiel productif plutôt que de mécanismes de résistance. Un indice de sensibilité à la sécheresse (S) qui donne une mesure de la résistance basée sur un **minimum** de perte de rendement sous stress comparé à des conditions optimales, a été utilisé pour **caractériser** la tolérance à la sécheresse de lignées de niébé nouvellement développées.

MATERIELS ET METHODES

Pendant l'hivernage de 1987 ; 38 nouvelles lignées ont été **testées** dans 3 essais à Bambey, Thilmakha et Louga. Trois témoins qui **constituent** les variétés vulgarisées 58-57 ; Mougne et Tvx 3236 ont été **utilisés**. Des blocs complets randomisés à 4 répétitions ont été utilisés pour tester ce matériel. La parcelle était constituée de 4 lignes de 5 m de long avec des **écartements** 50 x 50 cm pour les essais I, II et 50 x 25 cm pour l'essai III. En 1988, un essai regroupant les 5 meilleurs lignées des 38 de l'année précédente et les témoins 58-57, Mougne, Tvx 3236 **Ndiambour** et CB5 a été mené à Bambey, Thilmakha et Louga. Des blocs **complets** randomisés avec split et répétés 4 fois ont été utilisés. La parcelle principale était constituée de la variété semée sur 1.2 lignes de

5 m de long dont 6 aux écartements de 50 x 50 cm et les 6 autres à 50 x 25 cm. Les semis ont été effectués entre le 19 et 21 Juillet en 1987 et entre le 30 juillet et le 4 Août en 1988 dans toutes les localités.

Les rendements en graines ont été évalués sur les 2 lignes centrales de chaque parcelle en 1987 ; et sur les 4 lignes centrales de chaque sous parcelle en 1988. Le poids de 100 graines a été calculé à partir d'échantillons de 500 graines.

Un indice de sensibilité au stress (S) a été utilisé pour caractériser la relative tolérance à la sécheresse du matériel testé. L'indice a été calculé indépendamment pour chaque essai en utilisant la formule présentée par Fischer et Maurer (1978). $S = (1 - Y_D/Y_p)/D$, où Y_D = rendement moyen (poids 100 graines) sous stress (à Louga), Y_p = rendement moyen (poids 100 graines) sous conditions favorables (à Bambey), D = intensité de la sécheresse = $1 - (\text{moyenne } Y_D \text{ de tous les génotypes}/\text{moyenne } Y_p \text{ de tous les génotypes})$.

Cet indice de sensibilité au stress (S) des entrées a été calculé pour chacun des essais avancés I, II, III en 1987, et la moyenne des trois valeurs a été considérée pour les témoins 58-57, Mougne et Tvx \$236. Les mêmes procédés de calcul ont été utilisés pour trouver l'intensité de la sécheresse (D) à Thilmakha et Louga en 1987 et pour les rendements des témoins.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le cumul pluviométrique a été de 353,8 mm à Bambey en 1987. Ceci est inférieur aux besoins en eau du niébé dans cette zone (370 mm). Les taux de satisfaction moyens ont ainsi varié entre 84 % et 91 %. A Louga où les besoins sont de 430 mm le cumul n'a été que de 348 mm, et

les taux moyens de satisfaction de 62 à 75 % (Diagne, 1988a). Cette variation est fonction de la repartition dans le temps des pluies et du type de **variété**. Les faibles taux de satisfaction ont été enregistrés par les **variétés précoces** et à floraison groupée (Type Bambey 21), alors que celle à floraison étalée (Type 58-57) avec des pointes de **demande** en eau moins **élevées** et plus échelonnées dans le temps ont été **favorisées** (Diagne, 1988a). Les **conditions** d'alimentations en eau ont donc globalement été plus favorables à Bambey qu'à Louga. En plus dans cette dernière localité, pendant la phase critique de floraison et remplissage des gousses (35e-50e jour du semis), les taux de satisfaction ont été aussi faibles que ceux des années **sèches 1981, 82, 83** (Dancette, 84). Les totaux pluviométriques en 1988 (635 mm à Bambey et 439 mm à Louga) ont été largement supérieurs à ceux des **années sèches 1968-1985**. Les besoins en eau ont été relativement bien satisfaits à Bambey (89 à 95 %) et à Louga (83 à 95 %), (Diagne, 1988b).

Les rendements les plus élevés ont été obtenus en 1987 et **1988** à Bambey (Tableau n° 1), ainsi cette localité a été considérée comme celle où on trouve les meilleures conditions de culture. Par contre, les plus faibles rendements de **1987** ont été enregistrés à Louga. En 1988, ceux de Louga (892 kg/ha) et Thilmakha (829,5 kg/ha) sont comparables. Ceci **s'explique** par le fait que l'intensité du stress (D) est plus élevée à Louga (0,65) qu'à Thilmakha (0,29) en 1987 ; alors qu'en 1988 cette intensité est relativement la même à Louga (0,497) et à Thilmakha (0,53), (Tableau n° 1). Ainsi cette première localité a été classée comme zone à stress, les rendements moyens à Louga représentaient 34 % et 50 % respectivement en 1987 et 1988 de ceux de Bambey.

L'indice de sensibilité à la sécheresse (S) a donc été calculée pour chaque lignée. Une variété à sensibilité moyenne ou résistante à la sécheresse a une valeur de S égal à 1. Des valeurs de S plus petites que

1 indiquent une sensibilité moindre ou une plus grande **résistance**, avec $S = 0,0$ montrant le maximum de résistance possible, c'est à dire pas d'effet de la **sécheresse** sur le rendement (Hall, 1985).

L'application de l'indice de sensibilité sur le rendement, **montre** que la **variété 58-57** est résistante à la sécheresse, que **IS86-275 ; IS 86-283 ; IS 86-247** et Mougne sont moyennement résistantes alors que **Tvx 3236, IS 86-279 et IS 86-239** sont sensibles à la sécheresse (Tableau n° 2). La relative résistance à la sécheresse de 58-57 est conforme aux résultats précédents (Cissé, 1985) et à sa réputation d'être une variété adaptée aux zones semi-arides avec une pluviométrie inférieure à 300 mm (CILSS, 1985).

Il y a eu peu de variations importantes dans la valeur de S d'une année à l'autre ; c'est le cas de **IS 86-247** qui s'explique par le fait que l'hivernage de 1988 a généralement été plus favorable que celui de l'année précédente. Les valeurs de S de différents types de **variétés** peuvent varier quand elles sont soumises à des sécheresses de différentes intensités, ou à différents stades de développement de la plante, mais ces variations indiquent simplement qu'elles sont mieux adaptées à certains types de **sécheresse** et conditions du milieu (Hall, 1985). L'ef-
stade de remplissage des gousses a été apprécié en appliquant l'indice de sensibilité (S) au poids de 100 graines. Toutes les lignées utilisées sont fortement sensibles à la sécheresse pendant cette période (Tableau n° 3). Il y a eu des variations importantes sur les valeurs de (S) d'une année à l'autre pour les entrées **Mougne, IS 86-275 ; IS 86-279 ; IS 86-247**. Ceci est du au fait que l'hivernage 1988 a généralement été plus favorable. Des résultats similaires ont été obtenus par Turk (1979). En imposant des déficits hydriques dans un essai ou l'approvisionnement en eau était contrôlé, la taille des graines diminuait significativement en

fonction de l'intensité du stress ; des variations annuelles ont été également observées.

Si l'on considère le rendement moyen des deux années à Louga, on constate que IS 86-275 ; 58-57 et IS 86-239 sont les plus productives dans cette zone sujette au stress, alors que Tvx 3236 et IS 86-279 y sont les moins productives (Tableau n° 1).

CONCLUSIONS

En utilisant l'indice de sensibilité à la sécheresse appliquée au rendement et la performance sous stress, l'adaptation de la variété 58-57 aux zones à pluviométrie déficitaire a été confirmée. Les nouvelles sélections IS86-275 et IS 86-283 montrent une résistance moyenne à la sécheresse. Celles-ci ne semblent donc pas avoir recouvert entièrement les attributs de résistance à la sécheresse de 58-57 puisqu'étant issues de croisement avec cette dernière. Il semble donc nécessaire plusieurs croisements (back cross) avec le (au) parent résistant pour retrouver son adaptation à la sécheresse dans ses descendants confirmant ainsi la nature quantitative de ce caractère (Guizenberry, 1982). La bonne performance de IS 86-239 à Louga semble être due à un potentiel productif élevé plutôt qu'à une résistance à la sécheresse. Sojka (1981) a observé chez le blé que des variétés ayant de haut rendement sous conditions favorables peuvent également avoir une bonne performance sous stress sans que se soit due à des mécanismes de résistance. Les deux critères utilisés ont montré que Tvx 3236 et IS 86-279 sont sensibles à la sécheresse.

Toutes les variétés mises en essais sont sensibles aux sécheresse de fin de cycle. Turk (1979) a également montré qu'en plus de la diminution de la taille des graines, la sécheresse à ce stade provoque également une réduction considérable du nombre de gousses par m². Ce

dernier caractère a souvent été trouvé comme étant fortement corrélé au rendement du niébé (Imrie, 1983 ; Kahn, 1985). Il semble donc nécessaire d'améliorer la résistance à la sécheresse pendant la floraison et le remplissage des gousses. L'indice de sensibilité à la sécheresse (S) peut constituer un outil considérable pour l'identification de géotypes résistants puisque la sélection basée sur des paramètres physiologiques avec des tests de tissus simples n'a eu qu'un succès très limité.

Tableau n° 1 : Pluviométrie, rendement moyen et intensité de la sécheresse par localité.

Localités	Pluviométrie (mm)		Rendement (kg/ha)		Intensité du stress ^{FD} (D)	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988
Bambey	353,8	635	1400,6	1773,6	-	
Thilmakha	582,7	430	1002,9	829,5	0,29	0,53
Louga	348	439	480,8	892	0,71	0,497

Tableau n° 2 : Rendement moyen, indice de sensibilité à la sécheresse (S) à Bambey et Louga.

Lignées	Rendement (kg/ha) à Bambey			Rendement (kg/ha) à Louga			Indice de sensibilité (S)	
	1987	1988	87-88	1987	1988	87-88	1987	1988
IS 86-275	1526,5	2150,5	1838,5	925	1051,4	988,2	0,69	1,02
IS 86-239	1936	2146,8	2041,4	600	1010,9	805,4	1,03	1,06
IS 86-283	1692,7	2089,7	1891,2	537	1012,2	776,6	1	1,02
Tvx 3236	1574 †	1810,8	1634,7	437,5†	593,9	476,6	1,09†	1,32
IS 86-279	1523,2	1728	1625,6	362,5	773	567,7	1,07	1,1
Mougne	1338,2†	1689,1	1425,9	550†	804,6	613,6	0,97†	1,04
58-57	1706,8	1526,6	1661,7	654,2†	1391,2	838,4	0,88†	0,18
IS 86-247	1486,4	1476,7	1481,5	412,5	1088,2	750,3	1,06	0,511
CB5	-	1659,3	-	-	789391,8	-	-	1,36
Ndi ambour	-	1456,3	-	-	-	-	-	0,92
Moyenne		1773,4			892			
C.V. (%)		9,7			10,7			
PPDS 0,05		380,1			312,2			

† : moyenne des essais avancés I, II, 1 II.

Tableau n° 3 : Poids 100 graines, indice de sensibilité à la sécheresse (S) à Bambey et Louga.

Lignées	Poids 100 graines (à Bambey) (g)		Poids 100 Louga) graines (à (g)		Indice de sensibilité (S)	
	1987	1988	1987	1988	1987	1988
			17,3			
IS 86-275)	16,3	16,2		15,1	0,0	1,13
IS 86-2391	15,8	16,5	14,6	14,6	1,89	1,9
IS 86-2831	23,3	23	21,4	21,1	2,04	1,38
Tvx 3236	12,2 †	12,8	11,4 †	10,5	1,52 †	2,99
IS 86-279	17,3	17,4	16,3	16,4	1,44	0,96
Mougne	15 †	14,4	14,3 t	15	2,07 t	0
58- 57	13 †	13,5	11,6 t	11,9	1,44	1,97
IS 86-247	16,5	15,7	15,7	16,6	1,21	0
CB5	-	20,2	-	18,1	-	1,73
Ndiambour	-	16,6	-	16,8	-	0
Moyenne		16,6		15,6		
C.V. %		3,9		7,9		
PPDS 0,05		0,7		1,7		

† : Valeur moyenne des essais avancés 1, II, III.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - Blum, A., G. Gozlan, and I. Mayer. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. *Crop Sci.* 21 : 495-499.
 - 2 - Blum, A., I. Mayer, and Goslan. 1982 - Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat. *Field crops Res.* 5 : 137-146.
 - 3 - Bruckner, P., L. and B.C. Froberg. 1987 - 'Stress tolerance and adaptation in spring wheat, *Crop Sci.* 27 : 31-36.
 - 4 - CILSS. 1985 - Bilan des essais variétaux 1981-84. Travaux et documents n° 4. pp. 78.
 - 5 - Cissé, Nd. 1985 - Projet INSAH ; Rapport de synthèse ISRA/CNRA Bambey pp. 9.
 - 6 - Dancette, C. 1979 - Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau, en zone Soudano-sahélienne. *Agronomie tropicale.* 4 : 331-355.
 - 7 - Dancette, C, 1984 - La résistance du niébé à la sécheresse sous climat soudano-sahélien - Etudes techniques du CNRA. 10 : pp. 19.
 - 8 - Diagne, M 1988a - Principaux résultats sur le niébé en 1987. ISRA/CNRA Bambey, pp. 7.
 - 9 - Diagne, M 1988b - Alimentation en eau du niébé ; simulation des bilans hydriques des variétés de niébé mini-kit 1988. ISRA/CNRA Bambey : 17..
 - 10 - Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978 - Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.* 29 : 897-912.
 - 11 - Hall, A., E. and P.N. Patel. 1985 - Breeding for resistance to drought and heat p. 137-151. In S.R. Sing and K.O. Rachie (edi.) cowpea : Research, Production and utilization. John Wiley and sons, New York.
 - 12 - Hall, A., 1986 - Cowpea CRSP project : 1981/85 Five years Summary report, U. C. Riverside : pp. 30.
-

- 13 - Hanson, A. D., and C.E. Nelsen. 1980 - Water : Adaptation of crops to drought prone environments p. 77-152. In P.S. Carlson (ed.). the biology of crop productivity. Academic Press, New York.
- 14 - Imrie, B.C. and Butler, K.L., 1983 - Joint contribution of individual plant attributes to seed yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) in small plots. Field crops Res. 6 : 161-170.
- 15 - Kahn, B.A., and P.I., Stoffella. 1985 - Yield components of cowpea grown in two environments. Crop Sci. 25 : 179-182.
- 16 - Quizenberry, I.F., 1982 - Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. p. 193-212. In M.N. Christiansen and C.F. Lewis (ed.) Breeding plants for less favorable environments. J.W.
- 17 - Sojka, R.E., L.H. Stolzy, and R.A. Fischer 1981 - Seasonal drought response of selected wheat cultivars. Agron. j. 73 : 838-845.
- 18 - Sullivan, C.Y. (1978). Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. In H. Musse11 and R.C. Staples (ed.). Stress physiology of crop plants. Wiley, interscience : New York.
- 19 - Turk, K.I. 1979 - Drought adaptation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirement for the Ph. D. degree. U.C. Riverside.