

EVALUATION DE DIX (10) GENOTYPES DE NIÉBÉ [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] PAR RAPPORT À LEUR TOLERANCE AU STRESS HYDRIQUE

[FIELD ASSESSMENT OF TEN (10) COWPEA GENOTYPES [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] FOR DROUGHT TOLERANCE]

Wendbenedo Joël Antoine LALSAGA¹, Rasmata NANA¹, Mahamadou SAWADO¹, Nerbéwendé SAWADO¹, Mariam KIEBRE¹, and Issa DRABO²

¹Département de Biologie et Physiologie végétales,
Unité de Formation et de Recherche en sciences de la Vie et de la Terre, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021,
Ouagadougou 03, Burkina Faso

²Département oléo-protéagineux,
Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles Saria, 04BP8645 Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is one of the most important arid legumes cultivated for pulse and forage production in the savannas of west Africa. Its cultivation is confronted to biotic and abiotic constraints. The abiotic constraints are primarily of (recorded rainfall, temperature, poor soil). This research was conducted to identify cowpea breeding lines that tolerant to drought. Seven genotypes obtained from cowpea breeding program of marker-assisted recurrent selection (C2-111-4, C2-111-2, C2-9-3, C2-11-3, C2-31-2, C254-4 and C2-64-2), two parents of crossing (Gorom local and IT97K-499-35) and IT99K-573-2-1 (yiis yande, grown under drought stressed and non-stressed conditions). Drought stress reduced seed yield, 100 seed weight and chlorophyll stability index. Correlation between stressed and non-stressed seed yield were ($r=+0.646$). Biplot displays of quantitative indices of stress tolerance and genotypes seed yield indicating that genetic variability for drought tolerance existed amongst the tested germplasm with regard to seed yield and drought tolerance. According to their yielding ability and quantitative indices of stress tolerance, the genotypes (C2-31-2, C2-9-1, IT97-499-35, C2-111-4, C2-111-2, C2-9-3, C2-11-3, et C2-64-2) were grouped in low yielding under drought condition; Gorom local et C2-54-4 in order were identified as high yielding and moderate yielding under drought. IT99K-573-2-1 was found to be susceptible drought.

KEYWORDS: cowpea, yield, quantitative indices, stress tolerance.

RESUME: Le niébé est une importante légumineuse cultivée pour la production de graines et de fourrages dans les savanes de l'Afrique de l'Ouest. L'expérimentation conduite a pour but d'identifier des génotypes de niébé adaptés à la sécheresse. Sept lignées issues d'une sélection récurrente assistée par marqueurs (C2-111-4, C2-111-2, C2-9-3, C2-11-3, C2-31-2, C2-54-4 et C2-64-2), les deux parents du croisement (Gorom local et IT97K-499-35) et IT99K-573-2-1 ont été évalués sous conditions de stress hydrique et de non stress hydrique. Le stress hydrique a eu un effet réducteur sur le rendement grain, le poids de 100 graines et l'index de stabilité de la chlorophylle totale. Une corrélation positive ($r = + 0,646$) entre le rendement grain obtenu sous condition de stress et le rendement grain obtenu dans les conditions de non stress a été constatée. La classification hiérarchique ascendante entre les caractères quantitatifs de la tolérance au stress et le rendement grain obtenu en conditions de stress et de non stress des génotypes montrent l'existence d'une variabilité génétique pour la tolérance au stress hydrique entre les individus du germoplasm étudié. Les groupes ci-après ont été identifiés: un groupe formé par des individus à faible rendement grain sous stress hydrique (C2-31-2, C2-9-1, IT97-499-35, C2-111-4, C2-111-2, C2-

9-3, C2-11-3, et C2-64-2) ; Gorom local comme une variété à haut rendement grain sous stress ; C2-54-4 comme une lignée à rendement grain modéré sous stress, et la variété IT99K-573-2-1 sensible au stress appliqué.

MOTS-CLEFS: niébé, tolérance, caractères quantitatifs, rendement, sécheresse.

1 INTRODUCTION

Le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) fait partie des espèces les plus anciennement cultivées et constitue la base de l'alimentation de nombreuses populations en Afrique. Il est cultivé pour ses graines ; les gousses fraîches et ses feuilles juvéniles peuvent aussi être consommées sous forme de légumes. Malheureusement, la culture de cette légumineuse beaucoup prisée est soumise à de nombreuses contraintes abiotiques (insuffisance et mauvaise répartition des pluies, pauvreté des sols) et biotiques (insectes, mauvaises herbes, maladies) [1]. Dans les régions du sud du Sahara, la sécheresse est souvent la principale contrainte pour la production de niébé, entraînant une baisse de rendement et une mauvaise qualité des graines [2]. En Afrique sub-saharienne, le niébé est essentiellement confiné dans des régions où la pluviométrie annuelle est de 600 mm environ [3]. La culture du niébé fait face généralement au déficit hydrique en début et en fin de saison pluvieuse [4]. Lorsque la sécheresse intervient en fin de saison pluvieuse, elle est plus dommageable car elle affecte la floraison et le remplissage des gousses entraînant ainsi une baisse du rendement [5]. Les rendements en grain du niébé sont généralement faibles à cause du stress abiotique [6]. Des études ont été menées par [5] pour identifier des génotypes capables de produire même si la sécheresse intervient pendant la floraison. Cependant, au Burkina Faso, très peu de travaux ont été effectués sur la résistance au stress hydrique de variétés vulgarisées.

Ces travaux ont pour objectif d'évaluer les lignées issues d'une sélection récurrente assistée par marqueurs afin d'identifier celles qui tolèrent mieux le stress hydrique et les hautes températures pour leur meilleure vulgarisation.

2 MATERIELS ET METHODE

2.1 METHODOLOGIE

Des lignées de niébé les plus productives ont été retenues suite à essai préliminaire conduit en 2014. L'expérimentation a été conduite dans le terroir de Saria où est implanté depuis 1923 une station de recherches agronomiques. Cette station dont les coordonnées géographiques sont de 12°16'N et 2°9'W est situé à 80 km à l'ouest de Ouagadougou et représentative tant du point de vue des sols que du climat de l'ensemble du Plateau Central. Les sols de Saria font partis des sols ferrugineux, lessivés ou non. La texture est sablo-limoneuse en surface et argilo-sableuse en profondeur. Pour se faire, les expérimentations ont été menées dans deux parcelles (photo 1). Les plantes ont été arrosées dans les deux traitements hydriques avec 10 mm d'eau environ pour chaque arrosage ; deux arrosages ont été effectués par semaine, du semis jusqu'à la floraison. Ensuite, les parcelles stressées n'ont plus été irriguées après l'apparition des boutons floraux (44^{ème} jour après semis) jusqu'à la récolte, tandis que les parcelles non stressées ont été arrosées jusqu'à la maturité physiologique des plantes. Le dispositif expérimental est du type Fisher avec une ligne 3,2 m comme parcelle élémentaire et l'écartement entre les plantes est 40 cm x 80 cm. Les semis ont été effectués le 05 mars 2015. Nous avons semé deux graines par poquet. Deux semaines après semis, un démariage à deux plants par poquet suivi d'un sarclage et d'un épandage d'engrais NPK (14-23-14) à la dose de 100kg/ha ont été effectués.

2.2 MATERIELS D'ETUDE

Le matériel végétal est constitué de dix entrées dont une variété déjà vulgarisée Yis yande (IT99K-573-2-1), deux témoins négatifs (C2-111-2, C2-111-4) qui ont été sensibles au Striga lors de l'essai préliminaire, cinq lignées (C2-9-1, C2-11-3, C2-31-2, C2-54-4, C2-64-2) issues de la sélection récurrente et les deux parents du croisement (IT97K-499-35 et Gorom local) qui sont utilisés respectivement comme témoins sensible et résistant à la sécheresse (tableau 1). La lignée C2-31-2 a été choisie sur la base de la couleur blanche de la graine. Pour les lignées C2-9-1, C2-11-3, C2-54-4, C2-64-2, le choix a été guidé par le rendement de chacune d'elle, supérieur à 1100kg/ha sous conditions pluviales sur le site de l'INERA (DRREA-Centre Saria) lors de l'essai préliminaire. Pendant l'expérimentation, la température minimale a varié entre 14, 5 °C et 28,5 °C et la maximale était comprise 35°C et 44°C. La plus faible température minimale et la plus haute température maximale ont été enregistrées en mars 2015.

Tableau 1 : Origine et description des géotypes utilisés

Géotype	Origine	Critères de sélection
C2-9-1	INERA	Couleur blanche des graines et Haut rendement
C2-11-3	INERA	Haut rendement
C2-31-2	INERA	Couleur blanche des graines et extra précocité
C2-54-4	INERA	Haut rendement
C2-64-2	INERA	Haut rendement
C2-111-2	INERA	Sensible à la race 1 de striga
C2-111-4	INERA	Sensible à la race 1 de striga et faible rendement
Gorom local	Variété locale	Résistant à la sécheresse
IT97K-499-35	IITA	Sensible à la sécheresse
IT99K-573-2-1 (Yiisyande)	IITA	Extra-précoce

2.3 COLLECTE DES DONNEES AGRO MORPHOLOGIQUES

Les données collectées concernent 50% floraison, le taux de chlorophylle, l'émergence de Striga, 95% maturité, le rendement et le poids de 100 graines. Le nombre de jours de 50% floraison a été évalué sur la base d'une observation visuelle. Le nombre de jour de 95% maturité a été évalué sur la base d'une observation visuelle du pericarpe des plants de chaque parcelle élémentaire. Pour le rendement les gousses de chaque parcelle élémentaire ont été récoltées et après battage ont été pesées. Le rendement a été obtenu en ramenant la production de chaque parcelle élémentaire à l'hectare. Le poids de 100graines a été obtenu en effectuant un comptage manuel de 100 graines de niébé de chaque lignée suivi de la prise de la masse. La teneur en chlorophylle totale a été évaluée au 45^{ème} jour après semis puis une semaine après soit au 52^{ème} jour après semi. Les variables qualitatives observées ont été le flétrissement, la chute des feuilles et la présence de *Striga gesnerioides*.

2.4 ANALYSE DES DONNEES COLLECTEES

Analyse descriptive et de variance

Le logiciel Genstat v4.10.3 a été utilisé pour l'analyse de variance de chacun de ses paramètres. L'analyse en composantes principale (ACP) a été effectuée à l'aide du logiciel XLSTAT-pro version 7.1 et la classification hiérarchique ascendante a été faite avec le logiciel STATISTICA version 6. Les données à 50% floraison, 95% maturité, le rendement, le poids de 100 graines ont fait l'objet d'analyse de variance séparée par site pour identifier les meilleurs géotypes. Les caractères quantitatifs de la tolérance au stress hydrique tel que la productivité moyenne de (MP), l'index de tolérance (TOL) [7], l'index de sensibilité au stress (SSI), l'intensité du stress (SI) [8]; la moyenne géométrique de la productivité (GMP), et l'index de tolérance au stress [9] ont été calculés en utilisant les formules ci-après:

$$\text{Moyenne de productivité} \quad MP = \frac{Yp + Ys}{2}$$

$$\text{Tolérance index} \quad TOL = Yp - Ys$$

$$\text{Index de susceptibilité au stress} \quad SSI = \frac{Yp + Ys}{Yp \times SI}$$

$$\text{Stress index} \quad SI = \frac{Yp - Ys}{\bar{Yp}}$$

$$\text{Moyenne géométrique de productivité} \quad GMP = \sqrt{\bar{Yp} \times Ys}$$

$$\text{Index de tolérance au Stress} \quad STI = \frac{Yp \times Ys}{\bar{Yp}^2}$$

Ys et Yp représentent respectivement les rendements grain de chaque géotype sous conditions de stress hydrique et sous conditions non stressantes. \bar{Yp} est la moyenne des rendements de tous les géotypes sous les conditions de non stress.

Des tests de corrélations ont été conduites en utilisant les données quantitatives des géotypes et les caractères quantitatifs de la tolérance au stress.



Photo. 1. Vu de l'essai. A gauche le bloc des plantes non-stressées et à droite le bloc des plantes stressées.

3 RESULTATS

Les résultats de l'évaluation aux champs des 10 genotypes ont fait ressortir une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les genotypes pour le caractère 90% maturité et le poids de 100 graines obtenus dans les conditions de non stress (tableau 2). Au seuil de 5%, une différence significative ($P < 0,005$) pour la variable 50% floraison a été notée pour les deux parcelles et le poids de 100 graines des plantes stressées. Cependant, il n'existe pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les genotypes pour l'index de stabilité de la chlorophylle totale et le rendement au niveau des deux parcelles. Les plantes qu'ils soient stressées ou non ont atteint 50% floraison entre les 45^{ème} et 52^{ème} jours après semis. La variété Yiis yande a été la première à fleurir parmi les génotypes non stressés. C2-31-2 a été la première à fleurir parmi les plantes stressées. Pour les deux traitements la lignée C2-11-3 a été la plus tardive et présente un nombre de jours à 50% floraison supérieur à 51 jours. Le nombre de jours à 50% floraison est légèrement plus élevé dans les conditions de stress, mais la différence ne dépasse guère 10% pour tous les genotypes. La valeur moyenne du nombre de jours à 50% floraison pour les génotypes non stressés et stressés est respectivement de 47,23 jours et 49,10 jours après semis. Le nombre de jours à 90 % de maturité varie entre 65 et 74. La plupart des lignées ont atteint la maturité plus vite dans les conditions de stress. Seule la variété IT99K-573-2-1 a atteint 90% maturité après le 70^{ème} jour. Le nombre moyen de jour à 90% maturité est de 67,33 pour les plantes stressées et 67,82 pour les plantes non stressées. Chez les plantes stressées, la lignée C2-31-2 s'est montrée la plus précoce avec une atteinte de 90% maturité au 65^{ème} jour. Par contre, lorsque les génotypes ne sont pas stressés, Gorom local a été la plus précoce avec 90% maturité atteint à 65,33 jours après semis. kg/ha. La variété IT99K-573-2-1 a été la moins productive avec moins de 50 kg/ha. Sous les conditions de stress, Gorom local a réussi à produire plus de 100kg/ha. La lignée C2-11-3 n'a pas produit de gousses du fait qu'elle a perdu tous ses boutons floraux sous l'effet du stress. IT99K-573-2-1 a produit moins de 10 kg/ha sous l'effet du stress hydrique. Chez le parent IT97K-499-35 le rendement a été de 18,13 kg/ha sous conditions de stress hydrique. Le poids moyen de 100 graines est de 16,73 g pour les plantes stressées et de 17,73 g lorsque les plantes croissent dans des conditions sans stress. Le stress a réduit le poids de 100 g jusqu'à 41% pour IT99K-573-2-1. Mais, pour les autres genotypes, la réduction varie de 3,39% à 12,14%. Gorom local a donné un poids 100 g plus élevé dans les conditions de stress. Le poids de 100 graines a varié entre 21,70 g et 13,75 g pour les génotypes non stressés et 20,96 g et 8,00 g pour les plantes stressées. Au niveau des deux traitements (stress et non stress) la lignée C2-9-1 présente un poids de 100 graines plus élevé et IT99K-573-2-1 a le poids de 100 graines le plus faible. La moyenne des rendements pour les genotypes non stressés est de 340,8 kg/ha et de 55,24 kg/ha pour les génotypes stressés. Pour les plantes stressées les rendements ont varié de 0 à 149kg/ha. Dans les conditions de non stress, les rendements ont varié entre 567,1 kg/ha et 12,8 kg/ha. Dans la parcelle irriguée jusqu'à maturité les génotypes Gorom local, C2-54-4 et C2-9-1 ont été les plus performants avec des rendements supérieurs à 400 kg/ha.

Tableau 2 : moyenne de 50% floraison, 90% maturité, poids de 100 graines, rendement, quantité de chlorophylle totale pour les dix(10) génotypes évalués dans les conditions de stress et de non stress.

Genotype	50% floraison			90% maturité			Poids 100 graines			rendement			taux de chlorophylle		
	Non stressé	stressé	dif(%)	non stressé	stressé	dif(%)	non stressé	stressé	dif(%)	non stressé	stressé	dif(%)	non stressé	stressé	dif(%)
C2-9-1	48,00	49.67	3.36	67.00	67.00	0	21.70	20.96	3.39	426.90	35.65	91.68	52.43	49.27	6
C2-11-3	51,00	52.00	1.92	68.33	0	100	18.03	0	100	222.60	0	100	53.87	45.97	14.66
C2-31-2	45,67	45.67	0	66.33	65.33	-1.5	19.76	18.87	4.52	337.50	28.35	91.6	54.00	51.00	5.56
C2-54-4	47,33	48.67	2.75	67.00	67.66	0.98	18.50	17.35	6.2	567.10	84.01	85.18	49.85	48.5	2.7
C2-64-2	49,00	50.33	2.64	68.33	68.00	0.49	19.60	19.42	0.89	337.90	34.41	89.81	51.25	50.53	1.4
C2-111-2	47,00	48.67	3.43	67.66	68.33	0.97	17.53	15.86	9.5	302.70	71.42	76.4	53.93	50.67	6.04
C2-111-4	48,33	48.33	0	68.00	66.00	-2.94	16.20	14.23	12.14	220.90	24.20	89.04	55.78	50.07	10.23
Gorom local	45,00	47.00	4.25	65.33	67.00	2.48	17.00	18.10	-6.11	475.30	149.00	68.65	51.45	49.57	3.65
IT97K-499-35	46,67	49.33	5.39	68.33	69.00	0.96	14.40	14.30	0.65	394.70	18.13	95.4	55.87	44.97	19.5
Yiisyande	44,33	48.00	7.65	74.00	68.00	-8.1	13.75	8.00	41.81	12.80	5	60.93	54.43	50.90	6.48
moyenne	47,23	49.10		67.82	67.33		17.78	16.73		340.8	55.24		53.29	49.14	
CV%	4,3	3.0		1.8	2.8		8.7	17.2		71.2	105.0		5.3	9.8	
PPDS	3,47	2.46		2.124	3.55		1.28	2.69		424.5	116.0		4.78	8.22	
Probabilité	0,025	0.032		<.001	0.422		<.001	0.045		0.455	0.211		0.215	0.807	

Le stress a réduit considérablement le rendement, mais cette réduction est variable selon les génotypes. Ainsi, les génotypes C2-9-1, C2-11-3, C2-31-2 et IT97K-499-35 ont perdu plus de 90% de leur rendement. Les lignées C2-54-4, C2-64-2, C2-111-2, C2-111-4 ont perdu entre 70% et 90 % de leur rendement. Néanmoins, Gorom local et IT99K-573-2-1 ont perdu moins 70% de leur rendement. On note également que les plantes stressées ont un index de stabilité de la chlorophylle plus bas que les plantes non stressées. La moyenne de l'index de stabilité de la chlorophylle est de 53,29 pour les plantes non stressées et de 49,14 pour les plantes stressées. Le cultivar Gorom local et les lignées C2-54-4, C2-64-2 ont exprimé une baisse avec un index de stabilité de la chlorophylle inférieur à 5%. C2-11-3 et IT97K-499-35 ont montré une baisse de plus de 10%. Quant aux génotypes C2-31-2, C2-111-2, C2-9-1, IT97K-499-35, C2-111-4, une baisse de l'index de stabilité de la chlorophylle de 5 à 10% à noté. Les tests de corrélation montrent au seuil de 5% que lorsque les plantes sont stressées (tableau 3), il existe une corrélation positive (+ 0,807) entre le poids de 100 graines et le nombre de jours à 90% maturité. Cependant, lorsque les plantes croissent dans des conditions non stressantes (tableau 4) on observe une corrélation négative (-0,817) entre le nombre de jour de 90% maturité et le rendement. Les caractères quantitatifs de tolérance au stress (tableau 5) montrent que la variété IT99K-573-2-1 présente la valeur la plus élevée de l'index de sensibilité au stress (+ 69,53), suivi des deux témoins négatifs C2-111-2 et C2-111-4; la lignée C2-54-4 possède le plus faible score de l'index de sensibilité. Pour l'index de tolérance, la lignée C2-54-4 présente la valeur la plus élevée (+ 483,1), suivi de C2-9-1 (+391,25) et de IT97K-499-35 (+376,57). La lignée C2-54-4 présente la moyenne de productivité la plus élevée (+325,55), suivi de Gorom local (+312,15). IT99K-573-2-1 possède la plus faible moyenne de productivité. Gorom local présente la moyenne de production géométrique la plus élevée (+266,12), suivi de la lignée C2-54-4 (+218,27). C2-11-3 a la plus faible moyenne de production géométrique. Considérant uniquement l'index de tolérance au stress, Gorom local est plus tolérant suivi de la lignée C2-54-4. C2-11-3 est le génotype le moins tolérant. Les tests de corrélation sur les caractères quantitatifs de tolérance au stress (tableau 6) révèlent au seuil de 5%, que l'index de tolérance est positivement corrélé à la fois à la moyenne de productivité (+ 0,900), à la moyenne géométrique de productivité (+ 0,646) et au rendement obtenu dans les conditions non stressantes (+ 0,965). Une corrélation négative a été notée entre l'index de sensibilité au stress et l'index de tolérance (- 0,757). IL n'y a pas de corrélation significative au seuil de 5% entre l'index de sensibilité et l'index de tolérance au stress, l'index de tolérance et le rendement obtenu dans les conditions de stress. L'index de sensibilité au stress est négativement corrélé à la moyenne de productivité (-0,678) et au rendement obtenu dans les conditions optimum (- 0,728). Aucune corrélation significative n'a été observée entre l'index de sensibilité et le rendement obtenu dans les conditions de stress, l'index de sensibilité et la moyenne géométrique de productivité, l'index de sensibilité et l'index de tolérance au stress. Par contre, une corrélation significative entre le rendement obtenu dans les conditions de non stress et tous les caractères quantitatifs de tolérance au stress a été notée. Pour le rendement obtenu dans les conditions de stress, il est corrélé significativement à la moyenne géométrique de productivité, à la moyenne de productivité et à l'index de tolérance au stress. Durant les expérimentations, aucun développement de Striga n'a été observé à côté des génotypes.

Tableau 3 : matrice de corrélation entre les paramètres mesurés sur les géotypes en condition de stress hydrique

	50% floraison	90% maturité	poids 100gr	rendement	I.S.C
50%floraison	1	-0,623	-0,489	-0,401	-0,564
90 % maturité	-0,623	1	0,807*	0,349	0,508
poids 100gr	-0,489	0,807*	1	0,491	0,440
rendement	-0,401	0,349	0,491	1	0,209
I.S.C	-0,564	0,508	0,440	0,209	1

* valeurs significatives au seuil alpha = 0,050

I.S.C : index de stabilité de la chlorophylle

Tableau 4 : corrélation entre les paramètres évalués sur les géotypes en condition non stressante.

	50%floraison	90% maturité	poids 100 gr	rendement	I.S.C
50% floraison	1	-0,193	0,408	0,051	-0,045
90% maturité	-0,193	1	-0,595	-0,817*	0,363
poids 100 gr	0,408	-0,595	1	0,492	-0,548
rendement	0,051	-0,817*	0,492	1	-0,622
I.S.C	-0,045	0,363	-0,548	-0,622	1

* valeurs significatives au seuil alpha = 0,050

I.S.C : index de stabilité de la chlorophylle

Tableau 5 : Caractères quantitatifs de tolérance au stress hydrique

	Index de tolérance	Moyenne de productivité	Moyenne geometrique de productivité	Index de sensibilité au stress	Index de tolérance au Stress
C2-9-1	391.25	231.28	123.37	0.94	0.142
C2-11-3	222.6	111.3	0	1.53	0
C2-31-2	309.15	182.93	97.81	1.19	0.08
C2-54-4	483.1	325.55	218.27	0.81	0.41
C2-64-2	303.4	186.16	107.83	1.24	0.1
C2-111-2	231.28	187.06	147.03	1.84	0.19
C2-111-4	196.7	122.55	73.11	1.91	0.046
Gorom local	326.3	312.15	266.12	1.37	0.61
IT97K-499-35	376.57	206.42	84.6	0.95	0.06
IT99K-573-2-1	7.8	8.9	8	69.53	0.0006



Photo. 2. Plantes stressées, au 52^{ème} jour après semis



Photo. 3. Plantes Non Stressées, 65 Jours Après Semis

Tableau 6 : Corrélation entre les variables mesurées

	Index de tolérance	Moyenne de productivité	Moyenne géométrique de productivité	Index de sensibilité au stress	Index de tolérance au Stress	rend stress	rendem optimum
Index de tolérance	1	0,900*	0,646*	-0,757*	0,504	0,421	0,965*
Moyenne de productivité	0,900*	1	0,907*	-0,678*	0,821*	0,775*	0,983*
Moyenne géométrique de productivité	0,646*	0,907*	1	-0,446	0,947*	0,949*	0,820*
Index de sensibilité au stress	-0,757*	-0,678*	-0,446	1	-0,294	-0,312	-0,728*
Index de tolérance au Stress	0,504	0,821*	0,947*	-0,294	1	0,976*	0,708*
rend stress	0,421	0,775*	0,949*	-0,312	0,976*	1	0,646*
Rendem optimum	0,965*	0,983*	0,820*	-0,728*	0,708*	0,646*	1

* valeurs significatives au seuil alpha = 0,050

Au niveau de l'ACP la variation totale exprimée par les deux axes est 95,25% (figure 1). L'axe F1 exprimant 77,22% de la variation totale est positivement corrélé avec le rendement grain obtenu sous stress. Il sépare les individus en fonction de leur rendement grain obtenu dans les conditions de stress. L'axe 2 exprimant 18,06% de la variabilité totale est positivement corrélé avec le rendement grain obtenu dans les conditions de non stress. Il sépare les individus en fonction de leur rendement dans les conditions de non stress. En relation avec ces deux comportements les individus seront séparés en fonction de leur rendement grain obtenu dans les conditions de stress et de non stress. L'index de tolérance au stress et la moyenne géométrique de productivité sont positivement corrélés avec le rendement obtenu dans les conditions de stress. La moyenne de productivité et l'index de tolérance sont positivement corrélés avec le rendement obtenu dans les conditions de non-stress.

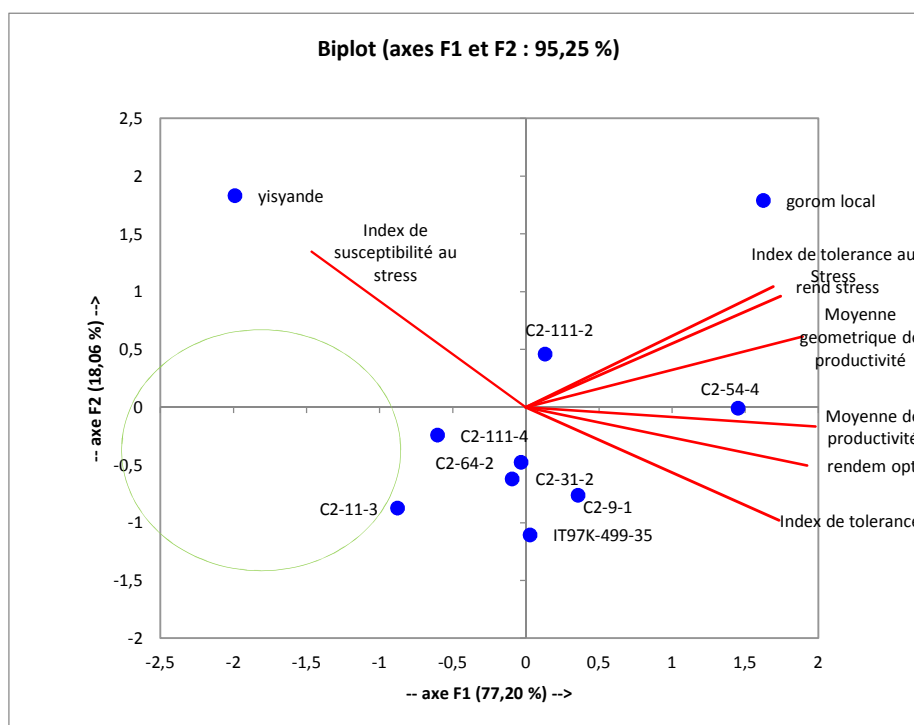


Figure 1 : Représentation dans le plan des axes 1-2 de l'analyse en composante principale (ACP)

Le dendrogramme (figure 2) montre que les individus se répartissent en fonction de leur rendement grain obtenu dans les conditions de stress. La troncature effectuée à 150% montre que les génotypes IT99K-499-35, C2-9-1, C2-31-2, C2-64-2, C2-111-2, C2-11-3, et C2-111-4 forment un seul groupe.

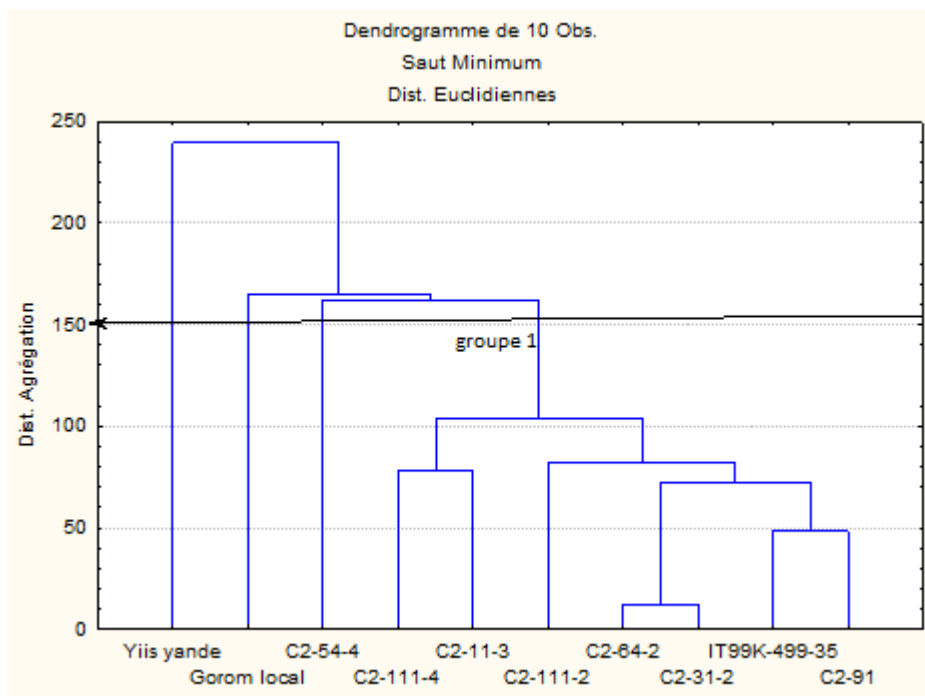


Figure 2 : Représentation de la classification hiérarchique ascendante des dix génotypes

4 DISCUSSION

Dans les conditions de non stress de faibles rendements sont notés (< 600kg/ha). Cela peut s'expliquer par l'insuffisance de la quantité d'eau appliquée ou l'influence des facteurs climatiques notamment les fortes températures. Cela peut s'expliquer aussi par le fait que les semis en début de contre saison chaude provoquent une forte production foliaire, un fort taux de fleurs avortés et une faible productivité [15]. Les résultats montrent également que les lignées C2-9-1, C2-31-2, C2-54-4, C2-64-2 produisent assez bien en contre saison chaude avec des rendements supérieurs à 300 kg/ha. Dans les conditions de non stress, la variété IT99K-573-2-1 (Yiis yande) a donné le plus faible rendement (12 kg/ha) et semble ne pas être adaptée aux conditions climatiques de la période mars-avril au Burkina Faso. Les plantes ont atteint plus vite la maturité sous les conditions de stress. Les plantes auraient réduit leur cycle pour l'accomplir avant que le déficit hydrique ne soit important. Cela semble être un mécanisme d'esquive à la sécheresse. Ceci n'est pas en accord avec [11] qui trouve que les plantes fleurissent et atteignent la maturité plus vite dans les conditions de maximum d'humidité. Le stress hydrique a réduit considérablement le rendement des génotypes avec des pertes de rendement de l'ordre de 60 à 100%. Ces résultats sont en accord avec [12] qui trouvent que les variétés précoces sont très sensibles à la sécheresse lorsqu'elle intervient pendant la phase reproductive. Le stress hydrique appliqué au cours de nos expérimentations serait sévère car les baisses de rendements sont de l'ordre de plus de 50%, ceci est en accord avec les conclusions de [5]. Le parent IT97K-499-35 reconnu comme tolérant à la sécheresse [13] a perdu 95% de son rendement tandis que toutes nos lignées à l'exception de C2-11-3 ont perdu entre 60 à 95% de leur rendement. Ces résultats s'expliquent par la perte totale des fleurs de la lignée C2-11-3 sous l'effet du stress hydrique. La diminution du rendement des autres lignées est aussi due à la chute des boutons floraux. Ainsi, le stress hydrique a eu un impact négatif sur la phase reproductive des plantes. Pour les génotypes stressés on a noté une baisse de l'index de stabilité de la chlorophylle. Les plantes chez qui on a observé une baisse de l'index de stabilité de la chlorophylle de plus 15% ont également perdu plus de 95% de leur rendement. Cette différence de rendement pourrait être associée à une baisse de l'activité photosynthétique pendant la période de restriction hydrique. Le poids de 100 graines a baissé chez les génotypes stressés et cela peut s'expliquer par une réduction de la synthèse des photoassimilats nécessaires au remplissage des graines suite à une indisponibilité de l'eau pour les réactions photochimiques. L'ensemble des

résultats montrent que la baisse de la teneur en chlorophylle, du poids de 100 graines et la chute des fleurs, sont à l'origine de la baisse du rendement. Basé sur la moyenne arithmétique de productivité, les meilleurs génotypes sont C2-54-4, Gorom local et C2-9-1. En considérant uniquement la moyenne géométrique de productivité, Gorom local, C2-54-4, et C2-111-2 ont les scores les plus élevés tandis que C2-11-3 a le plus bas score. Selon l'index de tolérance, les individus les plus performants sont : C2-54-4, C2-9-1 et IT97-499-35 et le moins performant est IT99K-573-2-1. L'index de tolérance au stress montre que les individus les plus tolérants sont Gorom local, C2-9-1 et C2-111-2 et le génotype le moins tolérant est C2-11-3. Egalement, le rendement obtenu en conditions de stress est fortement et positivement corrélé avec l'index de tolérance au stress et la moyenne géométrique de productivité. Par contre, le rendement dans les conditions non stressantes est plus lié à la moyenne de productivité et à l'index de tolérance. Ces résultats corroborent ceux de [5]. L'index de tolérance au stress et la moyenne géométrique de productivité expriment le mieux la tolérance au stress parce qu'ils sont fortement corrélés avec le rendement obtenu dans les conditions de stress. La corrélation entre les rendements obtenus dans les conditions de stress et ceux obtenus dans des conditions non stressantes est de + 0,646. Cela suggère que pour les lignées précoces, sélectionner les plus productives aux champs revient à choisir les plantes les plus productives dans les conditions stressantes. Ces résultats sont en accord avec ceux de [14] qui ont trouvé une corrélation positive (+ 0,67) entre le rendement sous stress et dans des conditions de non stress pour les variétés précoces. La classification hiérarchique ascendante (figure 2) et l'analyse en composante principale (figure 1) réalisées sur les caractères quantitatifs de tolérance au stress et les rendements des génotypes montrent l'existence d'une variabilité génétique pour la tolérance au stress hydrique entre les individus du germoplasme étudié. Selon le rendement grain et les caractères quantitatifs de tolérance au stress de ces génotypes, les groupes ci-après ont été identifiés: un groupe formé d'individus à faible rendement sous stress (C2-31-2, C2-9-1, IT97-499-35, C2-111-4, C2-111-2, C2-9-3, C2-11-3, et C2-64-2) ; Gorom local comme une variété à haut rendement sous stress ; C2-54-4 comme une lignée à rendement modéré sous stress et la variété IT99K-573-2-1 sensible au stress appliqué. Ces résultats en concordance avec [15] qui ont identifié Gorom local comme une variété adaptée à la sécheresse.

5 CONCLUSION

De cette expérimentation, il est ressorti des baisses de rendement de plus de 50% laissant à qualifier le stress appliqué de sévère. Tous les génotypes ont tolérés le stress hydrique appliqué à l'exception de IT99K-573-2-1 qui a été sensible au stress. La culture sous irrigation a donné de faibles rendements inférieurs à 600 kg/ha. Toutes les lignées à l'exception de la lignée C2-11-3 ont produit des gousses sous les conditions de stress. Parmi les lignées remarquables, la lignée C2-54-4 a donné le plus haut rendement 567,1kg/ha dans les conditions de non stress et a produit 84,01 kg/ha sous les conditions de stress ; il a aussi exprimé une moyenne de productivité supérieure à Gorom local reconnu comme un cultivar à haut rendement et tolérant à la sécheresse. La lignée C2-9-1 possède la valeur la plus élevée de l'index de tolérance et a produit 35,65kg/ha en dépit du stress hydrique intervenu pendant la floraison et le poids de 100 graines est supérieur 20 g. Ces deux lignées peuvent être recommandées aux producteurs.

REFERENCES

- [1] NEYA J., *Sérologie, pathogénie, épidémiologie et contrôle de la mosaïque cowpea aphid-borne mosaic virus (cabmv) du niébé (vigna unguiculata(l.) walp.) transmise par des pucerons (aphis craccivora, a.gossypii) au Burkina Faso*. Thèse de doct. Université de Ouaga. 153 pages, 2011.
- [2] NKOUANNESSI M., *The genetic, morphological and physiological evaluation of african cowpea genotypes*. These de doct. University of the free state Bloemfontein 119 pages, 2005.
- [3] VALENZUELA H. et SMITH J., *Cowpea. Sustainable agriculture green manure crops, SA-GM-6*. [http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/green manure crops/cowpea](http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/green%20manure%20crops/cowpea), 2002.
- [4] SINGH B.B., et MATSUI T., *Breeding cowpea varieties for drought tolerance*. In: challenges and opportunities for Enhancing sustainable cowpea production, Fatokun, C.A., S.A. TARAWALI, B.B. Singh, P.M. Kormawa and M. Tamo (Eds.). IITA, Ibadan, pp 287-300, 2002.
- [5] CHUILELE R., *Breeding cowpea (vigna unguiculata (L.) Walp.) for improved drought tolerance in Mozambique*. These de doct. University of kwazulu-Natal, 2010.
- [6] AJEIGBE H.A., SINGH B.B., et EMECHEBE A.M., *Field evaluation of improved cowpea lines for resistance to bacterial blight, virus and Striga under natural infestation in the West Africa savannas*. *Afr.J. Biotechnol.*, 7:3563-3568, 2008.
- [7] ROSIELLE A. A., et HAMBLIN J., *Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments*. *Crop Sci.* 21:943-946, 1981.

- [8] FISHER R.A. et MAURER R., Drought resistance in spring wheat cultivars. I.grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29:897-912, 1978.
- [9] FARSHADFAR E. et SUTKA J., Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res. Commun.* 31:33-40, 2003.
- [10] KIHINDO A. P. , BAZIE R. H., OUEDRAOGO R. F., SOME P. P., ZOMBRE G., et TOZO K., Effets de la date de semis et du régime hydrique sur la réponse agro morphologique de deux variétés de niébé (KN1 ET KVX 61-1) au Burkina Faso international. *Journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN 20289324 Vol. 12 No. , pp. 564-573, 2015.
- [11] BELKO N., 2013. *Phenotypage pour la tolérance a la sécheresse : variations génotypiques des caractères agromorphologiques et physiologiques et leurs contributions à la productivité en condition de sécheresse de fin-de-cycle chez le niébé (vigna unguiculata(l.) walp.)*. Thèse de doct. univ de ouaga 100 pages, 2013.
- [12] THIAW S., HALL A.E., et PARKER D.R., Varietal intercropping and the yields and stability of cowpea production in semiarid Senegal. *Fiel Crops Res* 33:217-233, 1993.
- [13] MUCHERO W., EHLERS J.D., et ROBERTS P.A., Seedling stage drought-induced phenotypes and drought-responsive genes in diverse cowpea genotypes. *CropSci*, 48:541-552, 2008.
- [14] ISHIYAKU M.F., et ALIYU H., Field evaluation of cowpea genotypes for drought tolerance and Striga resistance in the dry savanna of north-west Nigeria. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 7(1): 47-56, 2013.
- [15] HAMIDOU F., ZOMBRE G., DIOUF, O., DIOP N., GUINKO S., et BRACONNIER S., Physiological, biochemical and agromorphological responses of five cowpea genotypes (*Vigna unguiculata*(L.) Walp.) to water deficit under glasshouse conditions. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 11: 225–234, 2007.