

Effets de la date de semis et du régime hydrique sur la réponse agromorphologique de deux variétés de niébé (KN1 ET KVX 61-1) au Burkina Faso

[Effects of planting dates and frequency of watering on the agromorphological answer of two varieties of cowpea (KN1 and KVX 61.1) in Burkina Faso]

Adama Pascal KIHINDO¹, Romeo Hugues BAZIE¹, Razacswendé Fanta OUEDRAOGO¹, Pépin Patrice SOME¹, Gérard ZOMBRE¹, and Koffi TOZO²

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 de Botanique,
Université de Lomé Togo,
01 BP 1515 Lomé 01, Togo

Copyright © 2015 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 a basic food product which is cultivated in the savannas of west Africa. Its cultivation is confronted to biotic and abiotic constraints. The abiotic constraints are primarily of climatic types (recorded rainfall, temperature). The bad spatio-temporal distribution of recorded rainfall as well as the high temperatures accentuate the drought which blocks the production of cowpea. The aim of the study is to identify the varieties of cowpea that is adapted to the cultivation of dry season, (ii) to determine the suitable hydrous mode and its (their) period(s) in the year favorable to the cultivation of dry season of cowpea. Thus, two varieties of cowpea- KN1 and KVX 61.1 -were cultivated in pots of six (06) liters in real medium, during the hot period of the year. The trials were separated by a fifteen (15) days interval. Each variety was subjected to three hydrous modes from the 14th days after sowing. The environmental, morphological and agronomic parameters were noted during the study. The results revealed that the temperature gradually turned down and the relative humidity and the productivity of KVX 61.1 have gradually increased until the end of the study. . Variety KN1 was illustrated by the absence of flowering. The report biomass root on air biomass evolved according to the temperature. This study reveals that KVX 61.1 sown and sprint led starting from March 26th every two makes it possible to obtain a rather good production of pods.

KEYWORDS: Cowpea, frequency of watering, productivity, dry season.

RÉSUMÉ: Le niébé est une denrée de base cultivée dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest. Sa culture est confrontée à des contraintes biotiques et abiotiques. Les contraintes abiotiques sont essentiellement de type climatique. La mauvaise répartition spatiale et temporelle de la pluviométrie ainsi que les températures élevées accentuent la sécheresse qui entrave la production du niébé. L'objectif de l'étude est d'identifier des variétés de niébé adaptées à la culture de contre-saison, de déterminer le régime hydrique et les périodes de l'année convenables à la culture de contre-saison du niébé. Ainsi, deux variétés de niébé (*Vigna unguiculata L. Walp.*) KN1 et KVX 61.1 ont été cultivées dans des pots de six (06) litres en milieu réel, durant la période chaude de l'année. Les essais ont été séparés par un intervalle de quinze (15) jours. Chaque variété a été soumise à trois régimes hydriques. Les paramètres environnementaux, et agromorphologiques ont été notés durant l'étude. Les résultats obtenus ont mis en évidence une baisse progressive de la température et une augmentation progressive de l'humidité relative et de la productivité de KVX 61.1 jusqu'à la fin de l'étude. La variété KN1 n'a pas fleuri. Le rapport

biomasse racinaire sur biomasse aérienne a augmenté en fonction de la température. Cette étude révèle que K VX 61.1 semée à partir du 26 mars et arrosée tous les deux jours permet d'obtenir une assez bonne production de gousses. Ces résultats serviront d'indicatif de période et des deux variétés, la variété de niébé indiquée pour la culture de contre-saison.

MOTS-CLEFS: Niébé, régime hydrique, productivité, contre-saison.

1 INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le Burkina Faso à l'instar des autres pays du Sahel, a fait face à un enchaînement d'événements climatiques «extrêmes» d'une ampleur et d'une rapidité sans précédent. On peut évoquer les périodes de sécheresse des trois dernières décennies dont les années les plus touchées furent 1973-74 et 1983-84 et qui ont grandement affecté les écosystèmes ainsi que les systèmes de production burkinabé [1]. La forte volatilité de la production agricole au Burkina Faso est due au fait que l'agriculture est essentiellement pluviale et donc sensible aux aléas climatiques. Le coefficient de variation de la production agricole a été de 38 pour cent sur la période 1984-2010 [2]. La production agricole sera davantage fortement compromise par le changement et la variabilité climatiques. En effet, les superficies de terres arables, la durée des saisons de culture et le rendement par hectare sont susceptibles de baisser, ce qui pourrait compromettre la sécurité alimentaire et accentuer la malnutrition [3]. Sur la période 2002-2010, on a compté onze (11) provinces dont le taux de couverture céréalière est déficitaire [2]. Cette vulnérabilité aux variations climatiques est aggravée par la faible capacité d'adaptation des systèmes culturaux [4]. Il faut donc de toute urgence adapter le système de culture burkinabé aux exigences climatiques car, le Sahel pourrait connaître une réduction considérable des précipitations et une variabilité plus élevée au début de la saison des pluies à l'horizon 2050 [5]. L'adaptation aux changements climatiques ou au dérèglement climatique désigne les stratégies, initiatives et mesures individuelles ou collectives visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux effets réels ou attendus des changements climatiques [6]. L'adoption de la culture de contre saison est une stratégie pouvant s'inscrire dans ce cadre. Le volume annuel moyen (1960-1990) des précipités sur l'ensemble du pays est estimé à 206,9 milliards de m³ dont 165,9 milliards de m³ d'évaporation soit 80% et seulement 5 milliards de m³ sont exploitées par la population [7]. La culture de contre saison pourrait donc, utiliser à bon escient l'eau des précipitations pour la production agricole. La pratique de l'agriculture à cette période de l'année serait la solution au chômage des jeunes surtout en milieu rural. La pauvreté est essentiellement un phénomène rural avec plus de la moitié de la population rurale (52,3 pour cent soit 43,5 pour cent des ménages ruraux) qui vit en dessous du seuil de pauvreté contre 19,9 pour cent en milieu urbain [8]. Selon [2], les besoins en protéine de la population sont couverts qu'à 43 pour cent. Ce qui entraîne des carences protéiques surtout chez les enfants. Pour résoudre cette insécurité alimentaire qui s'accroît avec acuité, il faut une agriculture indépendante des aléas climatiques. La culture de contre-saison du niébé avec le recueil d'eau de la précédente saison pluvieuse pourrait être une solution. En effet, le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) est une importante denrée de base en Afrique subsaharienne beaucoup prisé par la population, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest [9]. Ses graines représentent une précieuse source de protéines végétales, de vitamines et de revenus pour l'homme, ainsi que de fourrage pour le bétail. Malgré la rareté de la ressource Eau, son gaspillage est régulièrement constaté. Selon le rapport annuel du Ministère de l'Environnement et de l'Eau du Burkina Faso [10], la demande en eau total du Burkina Faso est d'environ 2,5 milliards de m³ par an dont 65% sont utilisés pour l'irrigation avec une faible productivité. Si les cultures de contre saison peuvent contribuer à atteindre l'autosuffisance alimentaire, une gestion raisonnée du peu d'eau disponible durant les périodes sèches de l'année s'impose [11]. Le niébé est apte à la culture de contre-saison avec une gestion rationnelle de l'eau disponible car il a une bonne adaptation aux fluctuations thermiques d'où la possibilité de sa production en toute saison. Cependant, le choix des dates de semis a un impact sur le rendement du niébé. Selon [12], le semis du niébé au 30 décembre permettrait d'accroître efficacement le rendement de cette culture dans la ville de Lubumbashi et son hinterland. Plusieurs auteurs ont remarqué que le rendement diminue significativement si le semis est tardif [13] ; [14] ; [15] ; [16]. Selon [17], parmi 3 dates de semis (10, 20 et 30 juin) de maïs (*Zea mays* L.) au Nigeria, on observe une réduction sensible du rendement de maïs semé le 30 juin. Selon [18] les effets de 4 dates de semis (20 et 30 avril ; 10 et 20 mai) sur la culture de soja (*Glycine max* Merrill) en Iran; ont montré que les rendements ont été élevés chez le soja semés le 20 et le 30 avril. En semant le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en Tanzanie au mois de Janvier, Mars et Mai, les semis du mois de mars ont une augmentation significative de leur rendement [16].

La présente étude vise à évaluer les effets des dates de semis et l'influence des régimes hydriques sur la croissance et la productivité de deux variétés de niébé au Burkina Faso dans l'optique de renseigner les producteurs sur les fréquences optimales et rationnelles d'irrigation, sur les dates de semis qui permettent un meilleur rendement du niébé en culture de contre saison.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU

Cinq (05) essais ont été conduits dans le jardin expérimental de l'UFR/SVT situé dans le campus en conditions naturelles d'éclairage, de température et d'hygrométrie. La parcelle est située à 319 m d'altitude, 12° 22' 45,6" de latitude Nord et 001°29' 52,3" de longitude Ouest. La pluviométrie annuelle de la zone est comprise entre 600 et 900 mm [19].

Durant l'étude, la température et l'humidité relative de l'air relevées du 10 février au 19 juillet 2012 ont évolué en sens inverse. Plus la température augmente, plus l'humidité relative de l'air diminue. A partir du 75ème JAS du 3ème essai, période correspondant au 60ème JAS du 4ème essai et au 45ème JAS du 5ème essai, les fortes températures (45°C) à 13 heures enregistrent une baisse et les taux d'humidité relative de l'air subissent une hausse. Plus on s'approche de la saison pluvieuse, plus l'humidité relative de l'air augmente et la température ambiante baisse. Le tableau 1 donne les valeurs des paramètres climatiques au cours des essais. La composition de la terre utilisée est consignée dans le tableau 2

Tableau 1 : Variation moyenne de la température et de l'humidité relative des 5 essais

Heures Essais	6 heures		13 heures		18 heures	
	T°C	HR%	T°C	HR%	T°C	HR%
1er Essai	24,48±3,87	59,56±19,00	40,28±3,96	32,56±13,97	32,59±3,18	39,00±16,26
2ème Essai	25,39±3,31	64,91±19,95	40,54±4,00	36,66±16,06	32,92±3,08	43,23±18,48
3ème Essai	25,92±3,22	70,70±17,64	40,35±3,96	40,95±15,90	33,02±3,02	48,61±19,29
4ème Essai	26,70±2,13	77,84±12,22	39,59±4,30	46,89±14,12	32,62±3,50	56,17±17,96
5ème Essai	26,55±1,84	82,59±9,39	38,14±4,75	52,76±15,07	31,57±3,86	63,02±18,04

T°C= température en degré Celsius ; HR%= humidité relative en pourcentage

La composition de la terre utilisée pour l'étude est consignée dans le tableau 2

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimique de la terre de culture fournie par le BUNASOL

Matière organique totale	Carbone total	Azote total	Phosphore total	Phosphore assimilable	Potassium total
2,958%	1,716%	0,135%	472,1ppm	45,64ppm	1701,02ppm

Source : Bureau National des Sols

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

L'étude a porté sur deux variétés de niébé à cycle court [KVX 61.1 (V1) et KN1 (V2)] de l'Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agronomique (INERA, station Kamboissin) dont les caractéristiques essentielles sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques agronomiques des variétés de niébé semées en cultures de contre-saison

Variétés	KVX 61.1 (V1)	KN1 (V2)
Caractéristiques		
Origine	Burkina Faso	Burkina Faso
Port	érigé	érigé
Durée du cycle (jour)	70	65-70
Date de floraison (JAS)	43-45	45-50
Croissance	déterminée	indéterminée
Couleur des feuilles	vert clair	vert clair
Couleur des graines	mosaïque blanche et brune	brune
Résistance(+) et sensible (-) aux maladies/insectes	+chancre bactérien, +striga, - pucerons, -trips, - virose	+chancre bactérien, +striga, - pucerons, -trips, -virose

JAS= jour après semis

2.2.2 MÉTHODE DE CULTURE

Les essais ont été réalisés selon un dispositif en split plot à 2 facteurs à 4 répétitions. Le premier facteur est la variété et le deuxième facteur est le régime hydrique. Pour observer l'effet de la date de semis sur le comportement du niébé, nous avons installé cinq (05) essais à intervalle de quinze (15) jours, soit le 10 février(D1), le 25 février(D2), le 11 mars(D3), le 26 mars (D4) et le 10 avril(D5). Les protocoles expérimentaux sont identiques. Chaque bloc se compose de 36 pots dont 06 pots par unité expérimentale et un même régime hydrique est appliqué aux plantes du même bloc. La quantité d'eau apportée aux plantes à partir du 15^{ème} JAS était de 1000 ml par pot et par arrosage dans tous les traitements au cours de l'essai de la période chaude. Cette quantité d'eau correspond à la capacité au champ de la terre utilisée. Chaque pot contient six (06) kg de terre préalablement séchée à l'air et tamisée à 2mm. Le fond de chaque pot est minutieusement troué et recouvert de papier mouchoir pour laisser égoutter l'eau après arrosage.

Les semis ont été effectués à raison de 04 graines par pot. Un démariage à 1plant par pot a été réalisé le 14^{ème} jour après semis (JAS). Trois régimes hydriques ont été soumis aux plantes :

- régime 1(R1): arrosage tous les deux jours (toutes les 48 heures)
- régime 2(R2): arrosage intermittent de trois jours (toutes les 72heures)
- régime 3(R3): arrosage intermittent de quatre jours (toutes les 96 heures)

Les pots ont été régulièrement désherbés.

2.2.3 PARAMETRES OBSERVES ET TRAITEMENT DES DONNEES

Durant l'étude, la température et l'humidité relative de l'air ont été enregistrées pour évaluer l'influence des facteurs environnementaux. Les mesures ont été réalisées tous les jours à 6 heures, 13 heures et 18 heures à l'aide d'un thermohygromètre de marque HANNA HI 9564. Au stade végétatif, la hauteur des plantes et le nombre de feuilles au 60^{ème} jour après semis ont été déterminés. Au stade floraison, le jour où 50% des plantes ont fleuries, le nombre de fleurs apparu et avorté ont été compté. Le nombre, le poids des gousses et des graines produites ont été régulièrement collectés pour évaluer le rendement des variétés de niébé des différents traitements.

A la fin de chaque essai, soit 100 jours après semis, les biomasses sèches racinaires et aériennes de chaque plant et pour chaque traitement ont été déterminées après séchage des racines, tiges et feuilles à l'étuve à 100°C pendant 48 heures pour évaluer le rapport poids sec de la partie racinaire sur poids sec de la partie aérienne (PR/PA). La partie racinaire a été préalablement débarrassée de la terre par lavage dans un tamis à maille fines.

Les différentes moyennes et les écart-types sont calculés à l'aide du logiciel EXCEL version 2010 et l'analyse de variance (ANOVA) est effectuée à l'aide du logiciel XLSTAT version 7.5.2. La mise en évidence des différences significatives entre les moyennes a été réalisée au moyen du test de TUKEY au seuil de 5% de probabilité.

3 RÉSULTATS

3.1 INFLUENCE DE LA DATE DE SEMIS SUR LE COMPORTEMENT DES DEUX VARIETES DE *VIGNA UNGUICULATA* L. WALP

L'analyse de variance, nous révèle que la date de semis n'a pas influencé la hauteur des plantes à maturité ($p = 0,324$), le nombre de jours à la floraison ($p = 0,758$), le nombre de gousses par plante ($p = 0,276$), le poids de gousses par plante ($p = 0,608$), et le poids de graines par plante ($p = 0,460$) chez KVX 61.1 alors que chez KN1, elle a influencé la hauteur des plantes ($p = 0,0001$). Le nombre de feuilles ($p = 0,006$) et le rapport PR/PA ($0,0001$). Par contre, les résultats de l'analyse de la variance montre qu'il existe de différence très significative entre les dates de semis quant au paramètre nombre de feuilles par plantes au 60^{ème} jour après semis ($p < 0,0001$) chez KVX 61.1 et chez KN1 ($p < 0,006$). En effet, la température élevée et l'humidité relative faible ont entraîné une production accrue de feuilles pour la variété KVX 61.1 et KN1 arrosées tous les deux jours et semées en D1, respectivement $24 \pm 1,63$ et $35,16 \pm 1,39$; alors que le semis proche de la saison pluvieuse (D5) est associé à une réduction de la production foliaire ($14,75 \pm 1,5$) pour KVX 61.1 et ($28,33 \pm 1,19$) pour KN1 arrosées tous les deux jours. Le rapport partie racinaire sur partie aérienne a considérablement varié en fonction de la date de semis; l'analyse de variance montre des différences hautement significatives entre les dates de semis ($p < 0,0001$) pour les deux variétés. Les plantes semées en D1 a entraîné une élévation du rapport partie racinaire sur partie aérienne de KVX 61.1 et KN1 arrosées tous les deux jours respectivement $0,32 \pm 0,03$ et $0,38 \pm 0,09$, se traduisant par une forte production de biomasse racinaire par rapport à la biomasse aérienne. D5 a entraîné une réduction du rapport partie racinaire sur partie aérienne chez KVX 61.1 et chez KN1 arrosées tous les deux jours avec la même valeur $0,14 \pm 0,01$ et se manifestant par une production accrue de biomasse aérienne au détriment de la biomasse racinaire. Enfin, le nombre de fleurs avorté a varié en fonction de la date de semis; l'analyse de variance montre des différences significatives entre les dates de semis ($p = 0,029$). Les plantes semées à D1 ont donné un fort taux de fleurs avortées constaté chez KVX 61.1 arrosées tous les deux jours ($2,40 \pm 0,81$). A l'opposé, D5 a entraîné une réduction du nombre de fleurs avortés chez KVX 61.1 arrosées tous les deux jours ($1,00 \pm 0,81$). KN1 n'a pas fleuri.

Tableau 4. Influence de la date de semis sur la croissance et le rendement du niébé. Moyennes \pm écart-type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de TUKEY ($P = 0,05$). D1 : 10 février ; D2 : 25 février ; D3 : 11 mars ; D4 : 26 mars et D5 : 10 avril. V1 : KVX 61.1 ; V2 : KN1. P : probabilité. PR/PA : rapport partie aérienne sur partie racinaire. V1 : KVX 61.1 ; V2 : KN1.

Paramètres	Dates										P	
	D1		D2		D3		D4		D5			
	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
Hauteur des plantes (cm)	35,62 \pm 0,7a	64,08 \pm 6,53b	40,12 \pm 2,95a	60,33 \pm 3,11b	36,78 \pm 1,80a	68,24 \pm 5,21ab	40,0 \pm 1,41a	79,74 \pm 5,77a	42,75 \pm 4,99a	86,08 \pm 9,64a	0,324	0,0001
Nombre de feuilles	24,0 \pm 1,63a	35,16 \pm 1,39a	18,0 \pm 1,65bc	28,91 \pm 2,49ab	16,41 \pm 1,80c	26,83 \pm 1,39b	17,37 \pm 1,49bc	25,08 \pm 1,09ab	14,75 \pm 1,50a	28,33 \pm 1,19ab	0,0001	0,006
Jours floraison	51,0 \pm 0,01a	-	50,02 \pm 0,2a	-	45 \pm 0,01a	-	39 \pm 1,1a	-	41 \pm 0,1a	-	0,758	-
Fleurs avortées	2,40 \pm 0,81ab	-	4,25 \pm 1,65a	-	2,40 \pm 1,8ab	-	2,33 \pm 0,25ab	-	1,00 \pm 0,81b	-	0,029	-
Rapport PR/PA	0,32 \pm 0,03a	0,38 \pm 0,09a	0,30 \pm 0,05b	0,28 \pm 0,03b	0,21 \pm 0,01c	0,27 \pm 0,06c	0,18 \pm 0,03d	0,19 \pm 0,03d	0,14 \pm 0,01e	0,14 \pm 0,01d	0,0001	0,0001
Nombre de gousse par plante	13,50 \pm 3a	-	13,00 \pm 2,94a	-	11,00 \pm 1,41a	-	18,25 \pm 1,4a	-	20,50 \pm 2,6a	-	0,276	-
Poids de gousse par plante	10,91 \pm 3,39a	-	10,53 \pm 2,97a	-	9,63 \pm 3,12a	-	11,41 \pm 3,22a	-	11,89 \pm 4,92a	-	0,608	-
Poids de graine par plante	9,78 \pm 1,63a	-	8,54 \pm 1,46a	-	7,57 \pm 1,30a	-	10,88 \pm 0,94a	-	11,84 \pm 1,02a	-	0,46	-

3.2 INFLUENCE DU REGIME HYDRIQUE SUR LE COMPORTEMENT DE DEUX VARIETES DE *VIGNA UNGUICULATA* L. WALP

Les différents régimes hydriques n'ont pas influencés les paramètres morphologiques comme la hauteur des plantes de niébé ($p = 0,114$), le nombre de jours à la floraison ($p = 0,910$) et le rapport partie racinaire sur partie aérienne PR/PA ($p = 0,524$) chez KVX 61.1 alors que les différents régimes hydriques ont influencés la hauteur des plantes ($p = 0,001$) et le nombre de feuilles ($p = 0,001$) chez KN1. Par contre, le régime hydrique a impacté significativement les paramètres agronomiques et quelques paramètres végétatifs chez KVX 61.1. En effet, les fréquences d'irrigation R1 et R2 ont permis une production accrue de feuilles par KVX 61.1 (tableau 5). R1 permet la réduction de l'avortement des fleurs chez KVX 61.1 R1 a influencé significativement les paramètres de rendement de V1. En effet, R1 a permis une plus grande productivité et un fort remplissage des gousses de V1.

Tableau 5. Influence du régime hydrique sur la croissance et le rendement du niébé. Moyennes \pm écart-type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de TUKEY ($P = 0,05$). R1 : arrosage tous les deux jours ; R2 : arrosage tous les trois jours ; R3 : arrosage tous les quatre jours. V1 : K VX 61.1 ; V2 : KN1. P : probabilité. PR/PA : rapport partie aérienne sur partie racinaire.

Paramètres	Régime hydrique						P	
	R1		R2		R3		V1	V2
	V1	V2	V1	V2	V1	V2		
Hauteur des plantes (cm)	35,62 \pm 0,75a	64,08 \pm 6,53a	40,62 \pm 1,10a	59,16 \pm 4,88b	40,25 \pm 6,02a	53,66 \pm 4,87b	0,114	0,001
Nombre de feuilles	24,00 \pm 1,63a	35,16 \pm 1,39a	28,00 \pm 1,78a	23,49 \pm 1,49b	19,00 \pm 3,21b	22,16 \pm 2,27c	0,0001	0,001
Jours floraison	51 \pm 0,01b	-	58 \pm 0,1a	-	60 \pm 0,2ab	-	0,0001	-
Fleurs avortées	2,40 \pm 0,81b	-	13,33 \pm 1,25a	-	11,75 \pm 1,21ab	-	0,001	-
Rapport PR/PA	0,32 \pm 0,03a	0,38 \pm 0,09a	0,38 \pm 0,06a	0,39 \pm 0,06a	0,32 \pm 0,05a	0,38 \pm 0,05a	0,524	0,885
Nombre de gousse par plante	13,50 \pm 3a	-	1,00 \pm 0,41b	-	0b	-	0,0001	-
Poids de gousse par plante	10,91 \pm 3,39a	-	1,16 \pm 0,54b	-	0b	-	0,0001	-
Poids de graine par plante	9,78 \pm 1,63a	-	0,90 \pm 0,02b	-	0b	-	0,0001	-

3.3 INFLUENCE DE LA VARIÉTÉ DE *VIGNA UNGUICULATA* L. WALP SUR LES PARAMÈTRES DE CROISSANCE ET DE RENDEMENT

L'analyse de variance révèle que quel que soit la variété de niébé la valeur du rapport PR/PA est la même. En effet, que ce soit V1 ou V2, en situation de stress hydrique et environnemental, elle produit plus de biomasse racinaire qu'aérienne. En revanche V2 a une croissance indéfinie et produit plus de feuilles aux dépens de sa productivité. En effet, V2 n'a pas produit ni fleurit durant l'essai (tableau 6).

Tableau 6. Influence de la variété de *vigna unguiculata* L. Walp sur les paramètres de croissance et de rendement du niébé au site expérimental de l'Université de Ouagadougou. Moyennes \pm écart-type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de TUKEY ($P = 0,05$). V1 : K VX 61.1 ; V2 : KN1. P : probabilité. PR/PA : rapport partie aérienne sur partie racinaire.

Paramètres	Variétés		P
	V1	V2	
Hauteur des plantes (cm)	35,62 \pm 0,75b	64,08 \pm 6,58a	0,001
Nombre de feuilles	24,00 \pm 1,63b	35,16 \pm 1,39a	0,001
Jours floraison	51 \pm 0,01a	b	0,0001
Fleurs avortées	2,40 \pm 0,81a	b	0,0001
Rapport PR/PA	0,32 \pm 0,03a	0,38 \pm 0,09a	0,063
Nombre de gousse par plante	13,50 \pm 3a	0b	0,0001
Poids de gousse par plante	10,91 \pm 3,39a	0b	0,0001
Poids de graine par plante	1,16 \pm 0,54a	0b	0,0001

4 DISCUSSION

Les moyennes de température et d'humidité relative mesurées durant l'étude, ont montré que D1, D2 et D3 ont subi, des températures élevées et une humidité relative faible. Cette sécheresse atmosphérique enregistrée pendant les essais aggrave l'effet du stress hydrique occasionné par le déficit hydrique appliqué. Par contre, D4 et D5, ont été soumises à une température relativement faible et une humidité relative élevée. Cette situation est due au fait que cette période est proche de la saison pluvieuse, donc plus humide et moins chaude. [20] a constaté que la période de mars à juin est celle de la transition saison sèche-saison pluvieuse sous l'isohyète 900 mm, c'est-à-dire dans la zone nord-soudanienne, zone de notre étude.

Les résultats de l'étude ont montré que le semis en début de la période chaude et sèche de l'année a entraîné une forte production foliaire pour D1 (24,00 \pm 1,63 et 35,16 \pm 1,39 respectivement chez V1 et V2) alors qu'au semis proche de la saison

pluvieuse on observe une faible production foliaire pour D5 ($14,75 \pm 1,50$ et $28,33 \pm 1,19$ respectivement chez V1 et V2). Cette diminution progressive de la production foliaire, correspond à la diminution progressive de la température ambiante du 10 avril (date correspondant au 60^{ème} JAS de D1) au 19 juillet 2012 (date de la fin de l'étude). Les fortes températures ($> 40\text{ }^\circ\text{C}$) autour des racines associées aux fortes températures ($40\text{ }^\circ\text{C}$) et à la sécheresse de l'air ambiant, ont des influences diverses sur la croissance et le développement de toutes les variétés de niébé [11], [21]. Cette influence a été la production accrue de feuilles.

La date de semis a influencé le rapport poids sec de la partie racinaire sur poids sec de la partie aérienne (PR/PA) de V1 et V2. Le PR/PA diminue progressivement de D1 au D5. Cette diminution progressive du PR/PA signifie que la biomasse sèche racinaire diminue progressivement et la biomasse sèche aérienne augmente progressivement de D1 au D5. La diminution progressive de la biomasse racinaire, coïncide avec la diminution progressive de la température et l'augmentation progressive du taux d'humidité relative de l'air. En effet, les fortes températures enregistrées au début de l'étude, ont occasionné de fortes évaporations qui ont entraîné de forts déficits hydriques. En cas de déficit hydrique, le niébé oriente les photoassimilats au niveau du système racinaire pour la production d'une biomasse racinaire importante afin d'explorer une plus grande surface du sol à la recherche de la ressource eau, vitale pour la plante. Ce comportement en condition de déficit hydrique chez la plante selon [22], [23] et [24] améliore l'absorption de l'eau des plantes afin de maintenir un taux maximal de croissance aérienne. [25], ont observé plusieurs réactions à ce déficit hydrique, dont la réduction de la biomasse sèche totale et une allocation de cette biomasse vers les racines, au détriment des parties aériennes observées sur des jeunes plants de *Casuarina glauca* soumis à un stress hydrique. L'extension du système racinaire, en réponse à l'application d'une contrainte hydrique, a été également observée par [26] chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et par [27] chez plusieurs cultivars de niébé. Cette extension contribue à l'absorption de l'eau des couches les plus profondes du sol. [11], ont constaté par ailleurs, que la mise en place par le végétal d'un système racinaire très développé implique que les photosynthétats soient détournés de la production de grains. Ce qui justifierait la faible productivité de V1 semées en D1, D2 et en D3.

Le nombre de fleurs avortées, montre que la date de semis a influencé l'avortement des fleurs. En effet, les plantes semées en D1, D2, D3 et D4 ont perdu significativement plus de fleurs qu'en D5. Cela serait dû à la température ambiante très élevée. A ce sujet, [11] ont observé que les hautes températures provoquent un nombre important d'avortement des fleurs. [28], a constaté également que les températures très élevées sont néfastes notamment pendant la floraison ou au début de la fructification, ce qui a pour conséquence l'avortement de fleurs.

La date de semis n'a pas influencé significativement au seuil de 5% les nombres de gousses produit chez V1. Néanmoins, les valeurs moyennes du nombre de gousses produites par plant, du poids sec des gousses et celui de leurs graines jusqu'au 100^{ème} JAS de K VX 61.1 pour tous les traitements, ont évolué de D1 au D5. Cette augmentation progressive de productivité, correspond à l'abaissement progressif de la température, jusqu'à l'atteinte des températures optimales pour la réalisation des réactions métaboliques. En effet, de fortes températures intervenant 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 [29]. La faible productivité enregistrée pour D1, D2 et D3, s'expliquerait par la sécheresse de l'environnement, qui augmente la transpiration des plantes, entraînant par conséquent la fermeture des stomates, néfaste à l'activité photosynthétique, d'où une réduction de la productivité.

La référence [12] a constaté que le choix de la date de semis optimale est crucial en culture de niébé et différentes études ont montré que le semis tardif chez le niébé est associé à un taux élevé de chute de fleurs pendant la saison pluvieuse. En outre, la référence [12] comparant trois périodes de semis du niébé en RD Congo (15 décembre, 30 décembre et 15 janvier), a montré que la matière sèche et la production étaient élevées sur les parcelles ensemencées au 30 décembre. Cette situation se justifierait par la disponibilité d'eau en période de floraison. Ces résultats sont en accord avec ceux de la présente étude où les semis en début de la période chaude ont induit une baisse de nombre de gousses produits et une augmentation du nombre de gousses produits à la période proche de la saison pluvieuse due à l'augmentation de l'humidité relative.

Le régime hydrique a influencé la production foliaire, le nombre de fleurs avortés et la productivité de V1. En effet, R1 a favorisé une production élevée de feuilles grâce à la disponibilité permanente d'eau, pour assurer leur croissance rapide. Le nombre de feuilles moins élevées pour R2 et R3, serait dû à une situation d'alimentation hydrique limitante. [30] ont remarqué que la hauteur du niébé en conditions d'alimentation hydrique limitante est significativement réduite. Le niébé ajuste sa taille au volume d'eau disponible en réduisant les nœuds sur les ramifications et les phytomères sur la tige principale [31]. R1 a réduit le nombre de fleurs avortés. Cela serait dû au fait que R1, apporte plus d'eau au sol. Cette eau permet une meilleure circulation des photoassimilats et également à réduire la température grâce à une transpiration optimale. R2 et R3 ont avorté plus de fleurs. Cela serait dû au fait qu'en plus du stress thermique occasionné par les fortes températures, R2 et R3 ont subi un stress hydrique permanent qui aurait entraîné le fort taux de fleurs avorté. [28], a par

ailleurs constaté que l'action de la température élevée est perceptible surtout quand elle coïncide avec un stress hydrique persistant à partir de la floraison. R1 a permis une meilleure production de gousses par plant avec un poids de gousses et de graines plus élevé que R2 et R3. [16] a montré que les rendements en grains sont proportionnels à la quantité d'eau reçue par les plantes durant tous les stades de développement.

Le choix de la variété de niébé à cultiver en culture de contre saison est crucial pour l'obtention d'un bon rendement. Des deux variétés utilisées, V2 a été plus productive en biomasse végétative. Nos observations corroborent également ceux de [32] qui indique que la réponse physiologique des plantes face aux contraintes environnementales, est liée aux potentialités génétiques de l'espèce qui induit le déclenchement des réorientations métaboliques. Par ailleurs, [33], ont remarqué que cette dynamique réactionnelle qui aboutit à des transformations morphologiques et physiologiques, ici à la croissance de la partie aérienne (tige et feuilles) au détriment de la productivité correspond à l'adaptation. Ces modifications physiologiques permettraient à la variété de tolérer les contraintes environnementales jusqu'au retour des conditions climatiques favorables, afin d'assurer sa survie. La non productivité de KN1 serait donc due, à sa grande surface foliaire et à sa croissance végétative rapide qui aurait accéléré l'utilisation de l'eau et la diminution des réserves en eau du sol, l'exposant à un déficit hydrique au milieu ou à la fin de son cycle de développement [34]. Le développement important des ramifications aériennes peut être considéré comme le résultat d'un recrutement au sein d'une banque de bourgeons produite et portée par la plante. Pour une plante, ce recrutement est le résultat de compromis entre les facteurs génétiques et l'action des facteurs abiotiques, ici la température. Le fonctionnement de cette banque de bourgeons a des conséquences directes sur l'aptitude de la plante à produire fleurs, fruits et graines [35]. L'influence de la température sur le fonctionnement de cette banque de bourgeons a rendu V2 inapte à la floraison.

De ce fait, des deux variétés utilisées, V2 ne serait pas apte à produire des gousses, en contre saison chaude.

5 CONCLUSIONS

Les effets de la date semis et du régime hydrique sur la réponse agromorphologique de KVX61.1 et KN1 en période de contre saison chaude a permis de déterminer la période indiquée de semis du niébé en période de contre saison chaude. L'étude a révélé que les semis en début de contre saison chaude provoquent une forte production foliaire, un fort taux de fleurs avortés et une faible productivité. La bonne période de contre saison chaude pour les semis du niébé selon l'étude, se situe entre le 26 mars et le 10 avril de l'année. Par ailleurs, la fréquence optimale et rationnelle d'arrosage est l'irrigation tous les deux jours à la capacité au champ. Parmi les deux variétés étudiées, la variété de niébé apte à cette culture de contre-saison avec des rendements satisfaisants pour cette période de l'année est KVX 61.1. Par contre, KN1 produit plus de biomasse végétale; ses feuilles peuvent donc servir pour l'alimentation animale. Au regard de ces résultats, le choix de la variété de niébé est très capital pour la culture de contre-saison, car certaines variétés (KN1) ne donne pas de rendement satisfaisant en culture de contre- saison chaude.

REFERENCES

- [1] CILSS-AGRHYMET, Le Sahel face aux changements climatiques : enjeux pour un développement durable. *Bulletin mensuel, numéro spécial*, 43 p, 2010.
- [2] DGPER, Direction Générale de Promotion de l'Économie Rurale, *Rapport Comité de Prévision de la Situation Alimentaire*, 2011.
- [3] L.J. Ekpoh, Adaptation to the Impact of Climatic Variations on Agriculture by Rural Farmers in North-Western Nigeria. *Journal of Sustainable Development*. Vol. 3, n° 4, pp. 1-9, 2010.
- [4] A. Ozer, P. Ozer, Désertification au Sahel : crise climatique ou anthropique ?" *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet*. Vol. 51, pp. 395-423, 2005.
- [5] H.Karambiri, S.G.G Galiano, J.D Giraldo, H Yacouba, B. Ibrahim, B. Barbier, J. Polcher, Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Sénégal and Nakambe River basins. *Atmospheric Science Letters*. Vol. 12, n° 1, pp. 109-115,2011.
- [6] C.D. Munck, *Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration au confort climatique et de la demande énergétique en ville*. Thèse de doctorat, *Institut National Polytechnique de Toulouse*. Université de Toulouse (France), 219 p, 2013.
- [7] Ministère de l'environnement et de l'eau B , *Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et de leur cadre de gestion*, Rapport version finale, Burkina Faso - Mai 2001, 243 pages 2001.
- [8] INSD, *Enquête Burkinabé sur les Conditions de Vie des Ménages*, Institut National de la Statistique et de la Démographie, Ministère de l'économie et des finances 2003.
- [9] B. B. Singh, O. L. Chaniblis, B.Sharma, Récent advances in Cowpea breeding. In *Advances in Cowpea Research-* (Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. eds)-IITA. Ibadan, Nigeria1997.
- [10] MEE /SG / DG hydraulique, *Gestion intégrée des ressources en eau du Burkina : Rapport sur l'état des lieux des ressources en eau et de cadre de gestion (version finale)*. 243p, 2001.
- [11] G. Zombré, D. Hema, H. Falalou, P. Sankara, Influence des fortes températures diurnes sur la productivité du niébé en culture de contre saison. *Sécheresse*, Vol.14, n°4 PP 227-233, 2003.
- [12] S.Y. Useni, K. Mayele, A.K.P Kasangij, K.L Nyembo, "Effets de la date de semis et des écartements sur la croissance et le rendement du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) à Lubumbashi, RD Congo". *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol.6, No. 1, pp 40-47, 2014.
- [13] P. Nyabyenda, Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. *Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique*, 253 p, 2005.
- [14] M. Makungu, Effect of cowpea planting date and row arrangement on crop growth and yield in maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp)) intercrop. *Master of sciences thesis, University of Zambia*, 84p, 2002.
- [15] Z. Konaté, B.T.J. Gala, F.G. Messoum, A. Sékou, A. Yao-Kouamé, M. Camara, Z.J. Keli, Les cultures du soja et du niébé, de bons précédents pour la culture du riz pluvial en Côte d'Ivoire (fiche technique). *Journal of Applied Biosciences*, vol 60, pp 4433-4437, 2012.
- [16] B.A.C. Enyi, A spacing/time of planting trial with cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp)). *Ghana journal of science*, vol 13, n°1, pp 78-85, 1971.
- [17] M.M. Jaliya, A.M. Falaki, M. Mahmud, Y.A. Sani, Effect of sowing date and NPK fertilizer rate on yield and yield components of quality protein of maize (*Zea mays* L). *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol 3, n°2, pp 23-29, 2008.
- [18] S.M. Sadeghi, S.A.N. Niyaki, Effects of planting date and cultivar on the yield and yield components of soybean in north of Iran. *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 8, n° 1, pp 81-85, 2013.
- [19] A. Thiombiano, D. Kampmann, Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome II : Burkina Faso, Ouagadougou et Frankfurt/Main, 2010.
- [20] J. ALBERGEL, Genèse et prédétermination des crues au BURKINA FASO. Du m² au Km², étude des paramètres hydrologiques et de leur évolution. *Thèse de doctorat, Université Paris 6. Coll. Etudes et Thèse éd. de l'ORSTOM*. 341 P, 1987.
- [21] J.J. DENIS, Manuel de principales cultures sahéliennes, Tome 2 .234p, 1984.
- [22] T. Werner, E. Nehnevajova, I. Kollmer, O. Novak, M. Stmad, U. Kramer, T. Schmulling, Root-specific reduction of cytokinin causes enhanced root growth, drought tolerance, and leaf mineral enrichment in Arabidopsis and tobacco. *Plant Cell*, vol 22, pp 3905-3920, 2010.
- [23] V.R. Gowda, A. Henry, V. Vadez, H.E. Shashidhar, R. Serraj, Water uptake dynamics under progressive drought stress in diverse accessions of OryzaSNP panel of rice (*Oryza sativa* L.). *Functional Plant Biology*, doi: 10.1071/FP12015, 2012.

- [24] V. Vadez, S. Rao, M. P. Bhatnagar, K.K. Sharma, DREB1A promotes root development in deep soil layers and increases water extraction under water stress in groundnut. *Plant Biology*, doi:10.1111./j.1438-8677,00588.x 2012.
- [25] A. Albouchi, Z. Bejaoui, M. H. ElAouni, Influence d'un stress hydrique modéré ou sévère sur la croissance de jeunes plants de *Casuarina glauca* Sib. *Sécheresse*, vol 14, n°3 pp 42-137, 2003.
- [26] A. Khaldoun, J. Chery, P. Monneveux, Etude des caractères d'enracinement et leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez l'orge (*Hordeumvulgare* L.) *Agronomie*, vol 10 pp 369-379,1990.
- [27] O. Osonubi, Responses of cowpeas (*Vignaunguiculata* (L.)Walp) to progressive soil drought.*Oecologia* ,vol 66, pp 554-557 1985.
- [28] I. ALI, Performances agronomiques de huit variétés de niébé à double usage, leur qualité fourragère et leur tolérance vis à vis de principaux ennemis. Université Abdou Moumouni de Niamey - Ingénieur des techniques agricoles 2005.
- [29] E. M. Do, A.E. Hall , Flowering of contrasting Cowpea (*Vignaungniculata* (M) Walp) genotype under different temperatures and photoperiod *Fields crops Res* vol 14 pp 87 – 104, 1986.
- [30] C. I. Ogbonnaya, B. Sarr, C. Brou, O. Diouf, N. N. Diop, H. Roy-Macauley, Selection of cowpea genotypes in hydroponics, pots and field for drought tolerance. *Crops Science*. Vol 43, pp1114-1120, 2003.
- [31] M. M. Diaby, *Inclinaison des feuilles : un indicateur de réponse variétale en conditions de sécheresse chez le niébé (Vigna unguiculata* (L) Walp.). Mémoire DEA, Université Cheik Anta Diop, 43p, 2003.
- [32] F. Hamidou, *Paramètres physiologiques, biochimiques et agronomiques pertinents pour les programmes d'amélioration et d'adaptation du niébé (Vigna unguiculata* (L.) Walp.) *au déficit hydrique*. Thèse de doctorat, Université Ouagadougou, 169 p 2006.
- [33] N. L. G. Vartanian, La notion d'adaptation à la sécheresse. *Bull. Soc. Bot .Fr.* vol131, pp 7-15, 1984.
- [34] J.B. Passioura, J.F. Angus, Improving productivity of crops in water-limited environments. In *Advances in Agronomy*, Sparks DL (ed). Academic Press: Burlington, pp 37-75, 2010.
- [35] E.Jongejans, H. de Kroon , F. Berendse, The interplay between shifts in biomass allocation and costs of reproduction in four grassland perennials under simulated successional change. *Oecologia*, vol 147, pp 369-378, 2005.