



Effet des fréquences d'irrigation et de la date de semis sur les réponses agrophysiologiques du niébé

Adama Pascal Kihindo*, Edmond Dondassé, Badoua Badiel, Gérard Zombré

Département de Biologie et Physiologie Végétale, Université Joseph KI-ZERBO, Laboratoire BIOSCIENCES, Equipe d'écophysiologie végétale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

Auteur correspondant : kihindoamadapascal@gmail.com Téléphone : (+226)76044500/ (+226)78300908

Submission 20th November 2023. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st January 2024. <https://doi.org/10.35759/JABs.193.3>

RÉSUMÉ

Objectif : Cette étude vise à identifier des variétés de niébé utilisant moins d'eau qui peuvent être cultivées en saison sèche froide au Burkina Faso.

Méthodologie et résultats : Ainsi, l'étude de l'influence de différentes dates de semis sur la physiologie du niébé a été faite selon un dispositif en blocs de Fisher à quatre répétitions de deux variétés de niébé, KN1 et KVx 61.1. Les résultats obtenus ont montré que, KN1 a maintenu une forte transpiration foliaire par rapport à KVx 61.1. Ce qui aurait permis une assez bonne production par pied de KN1 plus que KVx 61.1 lorsque ces deux variétés sont semées le 10 octobre en culture de saison sèche froide.

Conclusion et application : Les deux dates de semis, le 10 octobre et le 25 octobre sont des indicateurs pertinents de périodes favorables pour le développement optimal de la plante du niébé de variété KN1, en culture de saison sèche froide permettant d'assurer d'assez bons rendements. En effet, les interactions des facteurs étudiés au seuil de 5%, révèlent que se sont les variétés KN1 semées le 10 octobre et arrosées tous les deux et trois jours qui produisaient des graines bien remplies (poids plus élevés). Et pour avoir des fanes pour les animaux, il faut semer KN1 après le 9 novembre, car l'indice de récolte de cette variété est nulle à partir de cette date de semis. Comme recommandation, pour cultiver le niébé au Burkina Faso en période froide pour les graines, il faut choisir KN1 et la sémée avant le 09 novembre. Et pour le fourrage, choisir KN1 et le sémée après le 09 novembre.

Mots-Clés: Niébé ; productivité ; transpiration ; indice de récolte.

Effect of irrigation frequencies and sowing date on the agrophysiological responses of cowpeas

ABSTRACT

Objective: The aim of the study was to identify cowpea varieties adapted to cold dry-season cultivation and which use less water in Burkina Faso

Methodology and results: The effect of different cowpea sowing dates on its physiology was studied in a Fisher block design with 4 replications of 2 cowpea varieties, KN1 and KVx 61.1. Results showed that KN1 maintained higher leaf transpiration than KVx 61.1, which would have

enabled KN1 to produce more per plant than KVx 61.1 when sown on October 10 in the cold dry season.

Conclusion and application of results: The two sowing dates, October 10 and October 25, are relevant indicators of favorable periods for the optimal development of the KN1 cowpea plant in cold dry-season cultivation, ensuring fairly good yields. In fact, the interactions of the factors studied at the 5% threshold revealed that it was the KN1 varieties sown on October 10 and watered every two and three days that produced well-filled seeds (higher weights). And to have tops for the animals, you need to sow KN1 after November 9, as the harvest index of this variety is zero from this sowing date. As a recommendation, to grow cowpeas in Burkina Faso in the cold season for seeds, choose KN1 and sow it before November 09.

Keywords: Cowpea; productivity; transpiration; harvest index.

INTRODUCTION

L'impact du changement climatique est au centre de toutes les attentions (Gornall *et al.*, 2010 ; COP 27, 2022). Cet impact affectera tous les pays du monde, avec une ampleur qui est fonction des régions (Barrios *et al.*, 2008 ; Tarhule, 2011). Les écosystèmes des régions arides et semi-arides dont celle du Burkina Faso, seront intensément impactés par les conséquences néfastes du changement climatique (Thornton *et al.*, 2009). De manière globale, l'élévation des températures combinée à une importante fluctuation des précipitations provoqueront des perturbations des saisons agricoles, des bouleversements des cycles biologiques des cultures et une limitation des rendements agricoles (Dixon, 2009). La production agricole diminuerait suite à une hausse des températures locales relativement faibles (1-2°C) (GIEC, 2007). Les rendements, par exemple, pourraient chuter de 10 à 20% d'ici à l'an 2050 à cause du réchauffement et de l'assèchement dans les régions tropicales et subtropicales. La pluviométrie du Burkina Faso est soumise à une forte variabilité spatiale et temporelle avec une tendance à la baisse. La fluctuation des isohyètes dans l'espace est observée grâce au calcul des moyennes pluviométriques annuelles, tous les 30 ans (périodicité recommandée par l'organisation mondiale de la météorologie) de 1930 à nos jours (observations pluviométriques faites sans interruption dans la série). On observe une

migration vers le sud de l'isohyète 600 mm des périodes 1931-1960, 1951-1980 et 1961-1990. Le Burkina Faso vit les répercussions des changements climatiques. Il faut impérativement s'adapter. La COP 27 (COP 27, 2022) propose pour l'atténuation, l'adaptation, les pertes et préjudices, des changements climatiques de créer une voie pour aligner les flux financiers plus larges vers un développement à faibles émissions et résilient au climat. Ces flux financiers ne sont pour la plupart des cas, pas disponible et reste à l'état de promesse. Il faut donc envisager des méthodes endogènes d'adaptation culturelle. L'adaptation culturelle proposée dans cette étude, est la culture en saison sèche froide d'une légumineuse, le niébé. Cette adaptation culturelle est une technique d'esquive basée sur des cultures d'hiver (Itier 2008). Le niébé (*Vigna unguiculata* L.) est une plante annuelle qui subit les effets néfastes de la sécheresse (Harou *et al.*, 2018). En outre, les cultures vivrières de saison sèche au Burkina Faso, sont principalement le maïs et le niébé (Thiombiano, 2008). La pratique de ces cultures a été encouragée par le programme de la petite irrigation villageoise lancé en 2000 par l'Etat burkinabè (MAHRH, 2004). Sur le plan hydrologique, le potentiel en eau de surface du Burkina Faso s'élève à 200 000 hectares de plan d'eau (Napon, 2007). Cependant, la production de saison sèche connaît des difficultés entre autres dues à

l'insuffisance d'eau à une certaine période de la saison sèche (MAHRH, 2004), provoquée par son gaspillage. Il faut donc impérativement identifier des fréquences d'arrosage optimum pour les cultures de saison sèche. Le niébé est une denrée de base vitale en Afrique au sud du Sahara, principalement dans les savanes arides de l'Afrique occidentale. Ses graines sont une source précieuse de protides végétaux (20 à 25% du poids sec selon Alzouma en 1995), de vitamines et de revenus pour l'homme, ainsi que de fourrage pour les animaux. La détermination de certains paramètres physiologiques tel que : le taux de transpiration des feuilles est un indicateur approprié de la réponse des plantes au déficit hydrique, car, selon Belko *et al.*, (2014) lorsque le déficit hydrique agit sur les paramètres morpho-

physiologiques du niébé, il conduit à des rendements faibles et instables. Selon Dondasse *et al.*, (2021), une meilleure sélection des morphotypes d'igname tolérant les différentes conditions agro-climatiques passe par la compréhension des mécanismes morphologiques et physiologiques sous divers déficits de pression de vapeur (DPV). Cette étude vise (i) à évaluer l'impact des dates de semis en saison sèche froide sur la transpiration foliaire, (ii) à améliorer la compréhension de l'effet de la variation de ce paramètres physiologique sur le rendement du niébé cultivé en saison sèche froide au Burkina Faso et (iii) à identifier la période de semis qui soit la période propice pour la culture du niébé en saison sèche froide.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental : L'essai en conditions naturelles a été mené dans le jardin expérimental de l'UFR/SVT. Le site expérimental, de coordonnées de 319 mètres d'altitude, 12°22'45,6'' de latitude Nord et 01°29'52,3'' de longitude Ouest, est située à

l'Université Joseph Ki-Zerbo du Burkina Faso. La pluviométrie de la zone oscille entre 600 et 900 mm l'an (Thiombiano et Kampmann, 2010). Les tableaux 1 et 2 montrent les moyennes des paramètres climatiques du site d'étude au cours de l'expérimentation.

Tableau 1 : Moyennes des températures et de l'humidité relative de l'air

Période	6 heures		13 heures		18 heures	
	T°C	HR%	T°C	HR%	T°C	HR%
1 ^{er} Essai	16,88±5,09c	78,25±4,11b	38,99±2,42f	38,14±5,39h	24,50±3,31e	69,34±7,5a
2 ^e Essai	15,53±4,19e	78,44±3,3a	38,84±2,45g	39,11±4,77g	24,07±2,98ef	69,02±6,06b
3 ^e Essai	14,14±3,36g	77,94±3,3c	38,68±2,48h	39,62±4,51f	23,77±2,78f	66,90±6,76c
4 ^e Essai	14,08±3,45h	77,23±3,5d	39,12±2,99e	40,82±4,54e	24,46±3,62e	65,18±7,10d
5 ^e Essai	14,95±4,56f	77,11±3,32e	39,93±3,6d	41,16±4,5d	25,68±4,52d	63,72±6,11f
6 ^e Essai	16,55±5,53d	76,65±3,16f	40,74±3,99c	42,08±4,04c	26,97±4,83c	63,60±5,98g
7 ^e Essai	18,83±5,7b	76,22±2,82g	41,78±3,6b	42,96±3,99b	28,75±4,03b	63,36±5,39h
8 ^e Essai	20,95±5,26a	76,02±2,72h	42,38±3,42a	43,98±4,22a	30±3,07a	63,97±5,27e
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

T°C= température en degré Celsius ; HR%= humidité relative en pourcentage ; les valeurs suivies par une même lettre dans une colonne ne sont pas différentes significativement au seuil de 5% ; p : probabilité.

Tableau 2 : Moyennes des températures du sol en période froide des pots arrosés respectivement tous les 2, 3 et 4 jours.

Période	6H (T°C)			14H (T°C)			18H (T°C)		
	2jours	3jours	4jours	2jours	3jours	4jours	2jours	3jours	4jours
1 ^{er} Essai	19±0,3bc	18,5±0,40d	24±0,43a	39±0,4d	41±0,32cd	44,5±0,4c	33,5±0,5f	35,5±0,3f	36±0,2f
2 ^e Essai	15±0,02d	16±0,1e	18,5±0,4d	40,5±0,3c	42±0,33c	42,5±0,3d	41,5±0,3b	43,5±0,3b	44±0,4b
3 ^e Essai	9±0,30f	10,5±0,32g	11±0,39f	35±0,2e	36±0,36e	39±0,6f	31,5±0,2g	33,5±0,2g	33,5±0,53g
4 ^e Essai	13±0,32e	13,5±0,35f	13,5±0,36e	39,5±0,6cd	40±0,4d	40,5±0,4e	34±0,8f	36,5±0,4e	38±0,45e
5 ^e Essai	18,5±0,33c	18±0,31d	19±0,37d	40,5±0,2c	42±0,39c	43,5±0,3c	36±0,43e	37±0,7e	38,5±0,2e
6 ^e Essai	22,5±0,2a	23,5±0,2a	23,5±0,09a	43,5±0,4b	43,5±0,4b	45,5±0,4b	39±0,6d	40±0,32d	41±0,23d
7 ^e Essai	20±0,3b	20,5±0,36c	21±0,4c	44,5±0,4a	46,5±0,4a	47±0,6a	45±0,36a	46,5±0,6a	46,5±0,2a
8 ^e Essai	22,5±0,25a	22,5±0,25b	22,5±0,4b	40,5±0,2c	43,5±0,5b	44±0,36c	40,5±0,4c	41,5±0,51c	42,5±0,3c
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

T°C= température en degré Celsius, les valeurs suivies par la même lettre dans une colonne ne sont pas différentes significativement au seuil de 5%; p : probabilité.

Matériel végétal : L'étude a été menée sur deux variétés à cycle court de niébé à savoir KVx 61.1 (fleurit à partir du 43^{ème} jour après semis avec une croissance déterminée) et KN1 (fleurit à partir du 45^{ème} jour après semis avec une croissance indéterminée) de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (INERA). Le choix de ces deux variétés se justifie par le fait (informations fournies par la fiche technique des deux variétés et vérifiées sur le terrain) qu'elles sont beaucoup cultivées dans leurs pays d'origine et dans les zones souvent confrontées au déficit hydrique. Elles sont non photopériodiques. Elles ont des rendements appréciables en période froide (surtout KN1). La terre utilisée pour l'étude était constituée de 2,958% de matière organique totale, de 1,716% de carbone total, de 0,135% d'azote total, de 472,1ppm de Phosphore total, de 45,64ppm de Phosphore assimilable et de 1701,02ppm de Potassium total d'après le Bureau National des Sols.

Dispositif expérimental : Un dispositif en split-plot à 3 facteurs et 4 répétitions a servi à la réalisation des essais. Le premier facteur est la variété, le deuxième facteur est le régime hydrique et le troisième facteur est la date de semis. Pour observer l'impact de la date de semis (le troisième facteur) en culture de contre-saison froide sur les cultures de niébé, nous avons installé en période froide des essais espacés de quinze (15) jours, soit le 10 octobre (10 Oct), le 25 octobre (25 Oct), le 09 novembre (9 Nov), le 24 novembre (24 Nov), le 09 décembre (9 Dec), le 24 décembre (24 Dec), le 08 janvier (8 Jan) et le 23 janvier (23 Jan). Les protocoles expérimentaux sont identiques. Trois régimes hydriques ont été imposés aux plantes à savoir : arrosage tous les deux, trois et quatre jours. Le même régime hydrique est appliqué aux plantes du même bloc. Chaque bloc est constitué de 36 pots à raison de 06 pots par unité expérimentale. Cent quarante-quatre (144) pots ont été utilisés par essai, soit un total de mille cent cinquante-deux (1152) pots utilisés pour l'étude. Quatre

graines par pot ont été semées. Au 14^{ème} jour après semis (JAS), un démariage a été réalisé pour ne laisser qu'un plant par pot. A partir du 15^{ème} JAS, la quantité d'eau apportée aux plantes par régime hydrique a été de 1000 ml (Capacité au Champ du sol utilisé). Les pots ont été régulièrement sarclés. Paramètres mesurés : Durant l'étude, la température et l'humidité relative de l'air ont été mesurées pour évaluer l'effet des facteurs environnementaux sur les plantes. Les mesures ont été réalisées quotidiennement à 6 heures, 13 heures et 18 heures grâce à un thermohygromètre de marque HANNA HI 9564. La température et l'humidité relative de l'air relevées du 10 octobre au 03 mai, durée d'étude des plantes issues des semis de la période froide, ont été mesurées. La température du sol à 12,5 cm de profondeur du sol, à partir du 35^{ème} JAS et ce durant dix jours (pour éviter de traumatiser les poils absorbants et les racines de la plante), a également été déterminée à 6 heures, 14 heures et à 18 heures à l'aide d'un thermomètre de sol de marque Brannan. La mesure des paramètres physiologiques tels que la transpiration des plantes, le nombre et le poids des nodules, ont été mesurés a permis d'évaluer l'impact des conditions climatiques sur le fonctionnement des plantes en fonction des différentes dates de semis. La transpiration a été précisément mesurée toutes les heures entre 6 h et 18 h avant et après arrosage, à partir du 40^{ème} jour après semis, à partir des pertes de poids, précisément par la différence de poids des pots avec plantes au temps T1 et des pots avec plantes au temps T2. Toute la surface du collet des plantes ayant été précédemment recouverte de sachet plastique bien étanche, pour éviter l'évaporation. Les pesées des pots ont été faites à l'aide d'une balance électronique de marque Sartorius dont la précision est de 0,001g. Le nombre et poids des nodules ont été déterminés pour évaluer l'activité symbiotique entre les rhizobiums et le niébé en fonction des traitements appliqués. Pour évaluer le rendement et la production de fanes des plantes

aux différentes dates de semis, le poids des graines produites et l'indice de récoltes (rapport du poids sec de graines total sur le poids sec des fanes) ont été déterminés.

Traitement des données et analyse statistique : L'ensemble des données a été

soumis à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel XLSTAT, version 7.5.2, avec comme facteur la date de semis. La comparaison des moyennes a été réalisée au seuil de 5% de probabilité à l'aide de test du Student-Newman-Keuls (SNK).

RÉSULTATS

Paramètres physiologiques

Transpiration : L'analyse statistique (tableau 3) révèle que les plantes de la variété KVx 61.1 semées le 10 octobre ($15,083 \pm 1,80$ g/h), le 8 janvier ($17,139 \pm 1,50$ g/h) et le 23 janvier ($16,750 \pm 2,8$ g/h), ont significativement ($p < 0,0001$) plus transpiré après arrosage et celles de la même variété semées le 25 octobre ($11,694 \pm 3,00$ g/h), le 9 novembre ($9,889 \pm 0,99$ g/h) et le 24 novembre ($11,111 \pm 2,40$ g/h) et le 9 décembre ($11,194 \pm 3,10$ g/h) et le 24 décembre ($12,278 \pm 2,10$ g/h), ont moins transpiré après arrosage. Par contre, les plantes de la variété KN1 semées le 8 janvier ($21,139 \pm 3,45$ g/h) et le 23 janvier ($23,250 \pm 4,5$ g/h) ont significativement ($p < 0,0001$) plus transpiré après arrosage et celles de la même variété semées le 25 octobre ($16,806 \pm 2,01$ g/h), le 9 novembre ($14,750 \pm 3,01$ g/h) et le 24 novembre ($16,938 \pm 1,45$ g/h), ont moins transpiré après arrosage. KN1 transpire plus que KVX 61.1 quelles que soient la date de semis et le régime hydrique. Les plantes des deux variétés issues des semis du 23 janvier, ont produit significativement plus ($p < 0,0001$)

de nodules avec un poids plus élevé (tableaux 4 et 5). L'arrosage tous les deux jours a permis d'avoir plus de nodules (KN1 : $116,2 \pm 2,44$ nodules ; KVx 61.1 : $46,50 \pm 1,6$ nodules).

Paramètres agronomiques : L'application des régimes hydriques et les dates de semis ont affecté les paramètres agronomiques (tableaux 4 et 5). Les plantes de la variété KVx 61.1 issues des semis du 10 octobre ($3,59 \pm 0,02$ g) et du 25 octobre ($2,90 \pm 0,02$ g) et du 23 janvier ($2,84 \pm 0,003$ g) ont eu ($p < 0,0001$) des poids de graines les plus élevés. Les plantes de la variété KVx 61.1 issues des semis du 9 novembre ($1,11 \pm 0,001$ g) et 24 novembre ($1,01 \pm 0,02$ g), du 9 décembre ($0,92 \pm 0,03$ g) et des poids les plus faibles. Quant à la variété KN1 elle a produit plus de graines lorsqu'elle est semée le 10 octobre ($8,93 \pm 1,40$ g) et n'a plus produit à partir du 9 décembre. La figure 1 montre que KN1 a produit plus de nodules aux poids plus élevé et plus de poids de graines élevé que KVx61.1. du 24 décembre ($0,76 \pm 0,001$ g) et du 8 janvier ($1,61 \pm 0,001$ g), ont produit moins de graines avec

Tableau 3 : Moyennes de transpiration avant et après arrosage des variétés KVx 61.1 et KN1 au 40^{ème} JAS en fonction de la date de semis et du régime hydrique.

Date de semis	Transpiration (g)			
	KVx 61.1		KN1	
	av	ap	av	ap
10Oct	$9,833 \pm 3,18^{ab}$	$15,083 \pm 1,80^a$	$10,444 \pm 2,5^b$	$18,778 \pm 1,60^{bc}$
25Oct	$9,167 \pm 1,70^{ab}$	$11,694 \pm 3,00^b$	$12,583 \pm 3,2^{ab}$	$16,806 \pm 2,01^c$
9Nov	$7,951 \pm 2,8^b$	$9,889 \pm 0,99^b$	$11,333 \pm 1,18^b$	$14,750 \pm 3,01^c$
24Nov	$8,278 \pm 1,1^{ab}$	$11,111 \pm 2,40^b$	$11,222 \pm 0,8^b$	$16,938 \pm 1,45^c$
9Dec	$9,472 \pm 3,14^{ab}$	$11,194 \pm 3,10^b$	$14,083 \pm 0,19^a$	$18,056 \pm 0,75^{bc}$
24Dec	$9,583 \pm 2,39^{ab}$	$12,278 \pm 2,10^b$	$11,660 \pm 3,01^b$	$17,694 \pm 2,0^{bc}$
8Jan	$10,556 \pm 1,90^a$	$17,139 \pm 1,50^a$	$10,889 \pm 2,83^b$	$21,139 \pm 3,45^{ab}$

23Jan	10,028±2,71 ^{ab}	16,750±2,8 ^a	11,139±1,58 ^b	23,250±4,5 ^a
P	0,014	0,0001	0,008	0,0001
RH				
2 jours	12,115±2,9 ^a	15,438±1,95 ^a	15,435±2,00 ^a	20,990±4,5 ^a
3 jours	9,367±1,5 ^b	12,677±2,30 ^b	12,083±0,87 ^b	18,292±2,5 ^b
4 jours	6,594±1,4 ^c	11,313±1,5 ^c	7,490±1,95 ^c	15,997±0,50 ^c
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

10Oct:semis du 10 octobre;25Oct : semis du 25 octobre; 9Nov : semis du 9 novembre, 24Nov: semis du 24 novembre, 9Dec: semis du 9 décembre, 24Dec: semis du 24 décembre, 8Jan: semis du 8 janvier, 23Jan: semis du 23 janvier, av : taux de transpiration foliaire avant arrosage, ap : taux de transpiration foliaire après arrosage ; Pour chaque facteur, les valeurs ayant une même lettre ne sont pas différentes significativement selon le test de Newman -Keuls au seuil de 5%, p :probabilité, RH: régime hydrique. 2 jours : plantes arrosées tous les deux jours, 3 jours : plantes arrosées tous les trois jours, 4 jours : plantes arrosées tous les quatre jours

Tableau 4 : Nombre et poids de nodules, poids des graines, indice de récolte en fonction de la date de semis, du régime hydrique et de la variété de niébé KN1 en période froide au 100^{ème} JAS (moyenne de 4 répétitions).

Date de semis	PGR (g)	Nnodule	Pnodule (g)	IR
10Oct	8,93±1,40 ^a	40,66±4,5 ^b	0,22±0,1 ^{bc}	1,54±0,01 ^a
25Oct	5,09±0,01 ^b	57,33±4,08 ^b	0,16±0,001 ^{bc}	1,05±0,3 ^b
9Nov	3,59±0,001 ^c	35,33±3,1 ^b	0,12±0,01 ^{bc}	1,65±0,001 ^a
24Nov	1,35±0,001 ^d	45,33±0,45 ^b	0,08±0,001 ^c	0,33±0,01 ^c
9Dec	0,000e	44,00±0,72 ^b	0,21±0,01 ^{bc}	0,000d
24Dec	0,000e	54,66±1,63 ^b	0,32±0,07 ^{bc}	0,000d
8Jan	0,000e	73,33±0,2 ^b	0,41±0,01 ^b	0,000d
23Jan	0,000e	193,3±3,9 ^a	0,93±0,1 ^a	0,000d
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
RH				
2 jours	2,98±0,02 ^a	116,2±2,44 ^a	0,60±0,001 ^a	0,44±0,01 ^a
3 jours	2,70±0,01 ^a	62,50±0,81 ^b	0,21±0,01 ^b	0,68±0,02 ^a
4 jours	1,42±0,001 ^a	25,25±3,2 ^c	0,11±0,02 ^b	0,58±0,3 ^a
P	0,129	0,0001	0,0001	0,472

10Oct:semis du 10 octobre;25Oct : semis du 25 octobre; 9Nov : semis du 9 novembre, 24Nov: semis du 24 novembre, 9Dec: semis du 9 décembre, 24Dec: semis du 24 décembre, 8Jan: semis du 8 janvier, 23Jan: semis du 23 janvier, RH : régime hydrique, NG : nombre de gousses, PG : poids de gousses, PGR : poids de graines, N nodules : nombre de nodules, P nodules : poids de nodules, IR : indice de récolte, pour chaque facteur, les valeurs suivies par les mêmes lettres dans une colonne ne sont pas différentes significativement au seuil de 5% , p :probabilité.

Tableau 5 : Nombre et poids de nodules, poids des graines, indice de récolte en fonction de la date de semis, du régime hydrique et de la variété de niébé KVx 61.1 en période froide au 100^{ème} JAS (moyenne de 4 répétitions).

Date de semis	PGR (g)	Nnodule	Pnodule (g)	IR
10Oct	3,59±0,02 ^a	23,0±3,1 ^{bc}	0,10±0,001 ^c	1,00±0,01 ^{ab}
25Oct	2,90±0,02 ^a	16,66±2,4 ^c	0,05±0,001 ^{cd}	0,88±0,02 ^{ab}
9Nov	1,11±0,001 ^b	15,33±0,2 ^c	0,04±0,001 ^{cd}	0,39±±0,01 ^b
24Nov	1,01±0,02 ^b	8,66±0,6 ^c	0,02±0,0001 ^d	0,30±0,04 ^b
9Dec	0,92±0,03 ^b	17,33±2,11 ^c	0,07±0,01 ^{cd}	0,36±0,02 ^b

24Dec	0,76±0,001 ^b	23,66±3,1 ^{bc}	0,10±0,001 ^c	0,26±0,01 ^b
8Jan	1,61±0,001 ^b	38,00±4,2 ^b	0,18±0,01 ^b	0,29±0,03 ^b
23Jan	2,84±0,003 ^a	80,00±3,26 ^a	0,25±0,01 ^a	1,73±0,01 ^a
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,011
RH				
2 jours	3,00±0,02 ^a	46,50±1,6 ^a	0,15±0,01 ^a	0,60±0,01 ^a
3 jours	1,96±0,02 ^b	23,37±2,44 ^b	0,10±0,001 ^b	0,61±0,07 ^a
4 jours	0,56±0,001 ^c	13,62±0,2 ^b	0,06±0,001 ^c	0,74±0,82 ^a
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,868

10Oct: semis du 10 octobre; 25Oct : semis du 25 octobre; 9Nov : semis du 9 novembre, 24Nov: semis du 24 novembre, 9Dec: semis du 9 décembre, 24Dec: semis du 24 décembre, 8Jan: semis du 8 janvier, 23Jan: semis du 23 janvier, RH : régime hydrique, NG : nombre de gousses, PG : poids de gousses, PGR : poids de graines, N nodules : nombre de nodules, P nodules : poids de nodules, IR : indice de récolte, pour chaque facteur, les valeurs suivies par les mêmes lettres dans une colonne ne sont pas différentes significativement au seuil de 5%, *p* : probabilité.

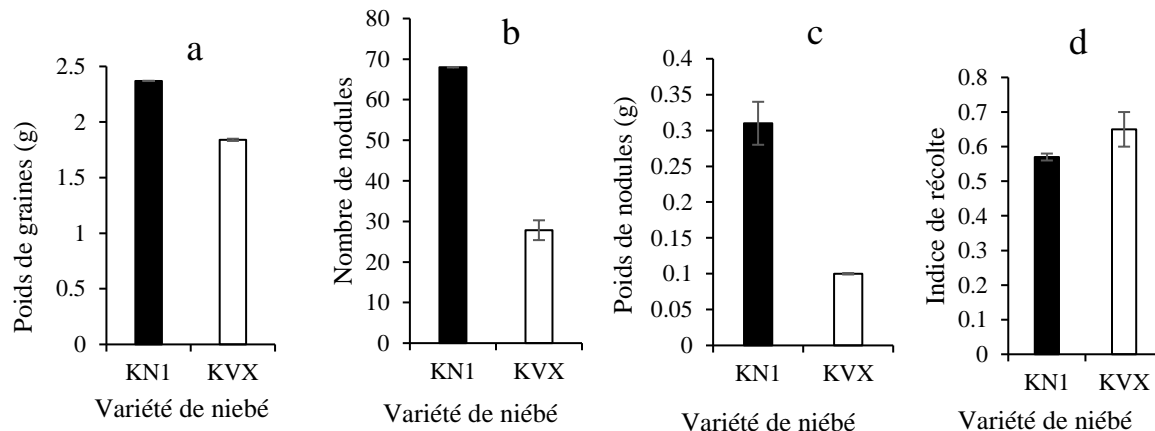


Figure 1 : Poids de graines (a), nombre (b) et poids de nodules (c), indice de récolte(d) de KN1 et KVX 61.1 au 100^{ème} JAS en fonction de la date de semis et du régime hydrique confondus.

DISCUSSION

Le mois le moins chaud de notre étude, fut le mois de janvier. Les 40^{ème} JAS des plantes issues des semis du 24 novembre et du 9 décembre, font partie de ce mois. La faible température de l'air durant l'expérimentation a eu un effet sur la physiologie des plantes. On peut penser que les plantes issues précisément des semis du 8 janvier et du 23 janvier ont perdu plus d'eau (plus d'évapotranspiration) par rapport aux plantes des semis du 10 octobre et du 25 octobre. Selon Acherar *et al.*, (1991) le potentiel hydrique foliaire de plus en plus bas peut être lié à une très forte transpiration des plantes provoquant un dessèchement rapide du sol au voisinage des racines. La

réduction de la transpiration des deux variétés semées le 10 et 25 octobre, le 9 et 24 novembre, a permis d'améliorer l'état hydrique des tissus foliaires en favorisant une absorption racinaire d'eau tout en limitant la transpiration. En période froide, la variété KN1 a plus transpiré avant et après arrosage que la variété KVx 61.1. Cette différence variétale peut être attribuée à un retard ou à une inhibition du mouvement de fermeture des stomates de la variété KN1. Cette réaction habituelle d'adaptation défense des plantes vis-à-vis d'un stress hydrique est provoquée par des basses températures (Qu *et al.*, 2016 ; Laurent, 2018). Les deux variétés semées le 9

et le 24 novembre, ont moins transpiré avant arrosage. Cela serait dû au fait qu'à partir du 40^{ème} JAS, les températures de l'air et du sol à ces dates, ont été basses avec une humidité relative de l'air élevée. Comme l'a montré les moyennes des températures de l'air et du sol et de l'humidité relative de l'air. Ces conditions édaphiques et climatiques réduisent la transpiration foliaire. Cette réduction de la transpiration serait consécutive à l'augmentation de l'humidité relative de l'air (Kihindo *et al.*, 2016). La diminution de la transpiration peut être due également à la baisse de la température du sol qui diminue l'absorption de l'eau. Cette diminution de la température réduit la conductivité hydraulique des racines qui résulte de l'accroissement de la viscosité du milieu radicaire et du protoplasme (Kihindo *et al.*, 2015). Cette diminution de la transpiration occasionnée par les basses températures, aurait provoqué la baisse de production des graines par la réduction de l'absorption des éléments minéraux tels que l'azote et le phosphore, éléments minéraux essentiels pour la croissance et le développement des plantes. En effet, une basse température limite la motilité de l'acide phosphorique échangeable du sol, ce qui gêne l'alimentation phosphatée des plantes (Kihindo, 2016 ; Cottes, 2019). Des basses températures comparables à celles qui règnent dans le sol pendant la saison sèche et froide réduisent l'absorption par les racines d'éléments minéraux indispensables tels que le potassium, l'azote, le phosphore et le magnésium (Kihindo, 2016). Cette réduction de l'absorption d'ions, due aux basses températures, serait provoquée par une perte des propriétés de perméabilité sélective des membranes consécutive à un changement dans

leur état physique. En outre, les basses températures provoquent l'augmentation de la viscosité de l'eau et des solutés. Ce qui restreint assurément les processus de distribution de l'eau et des solutés. Les variétés arrosées tous les 2 jours transpirent plus que les variétés arrosées tous les 3 et 4 jours. Les plantes semées le 9 novembre, ont produit moins de nodules car les basses températures réduisent la formation des nodules. Somasegaran et Hoben (1994) ont montré que la température idéale pour le rhizobium se situe entre 25-30°C. Or, nos plantes semées à cette date, ont poussé à des températures (température du sol comme de l'air) inférieures à 20°C. Les plantes de la variété KN1 semées le 10 et le 25 octobre ont eu une assez bonne productivité et un indice de récolte élevé. On peut penser à l'influence des conditions environnementales assez favorables au bon développement du niébé à ces dates de semis. Les interactions entre la date de semis, la variété et le régime hydrique au seuil de 5%, révèle que, la variété KN1 semée le 10 octobre et arrosée tous les 3 jours, produit des graines avec des poids plus élevés. La variété KN1 semée à partir du 9 décembre n'a plus produit de gousses (donc ni de graines). Cela serait la conséquence du déficit hydrique subi par cette variété, ayant entraîné une forte transpiration causée par les fortes températures qui ont sévi à cette période-là (à partir du 9 décembre). L'arrosage tous les 2 jours en période froide a permis d'avoir des graines à poids plus élevé, des nombres et poids de nodules également plus élevés au sein des deux variétés. Cela serait dû à la forte transpiration des plantes arrosées tous les 2 jours. En effet, plus la plante transpire, plus elle acquiert du CO₂ pour une bonne photosynthèse.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Cette étude menée en saison sèche froide a permis de mieux comprendre les réponses physiologiques et agronomiques de deux variétés de niébé du Burkina Faso soumises à

trois régimes hydriques. L'étude a permis également de cerner les réponses physiologiques et agronomiques causées par les stress thermiques (température basse)

qu'occasionneraient les changements climatiques. Pendant la période la plus chaude de l'étude où la température est très élevée et l'humidité relative très faible (semis des mois de janvier) les deux variétés de niébé ont plus transpiré, ce qui aurait permis le refroidissement de l'atmosphère ambiante très chaude dans laquelle baignent les cellules épidermiques des feuilles. Ce comportement s'apparente à une stratégie d'évitement de la destruction des cellules épidermiques par l'air chaud. Cette forte transpiration a dérèglé le métabolisme de la plante en favorisant plus le développement végétatif que la productivité. Par contre, pendant la période la plus froide où la température est très basse (température moins élevée) et l'humidité relative très élevée

(semis des mois de novembre et décembre), les deux variétés ont moins transpiré avec une faible productivité. Cette faible transpiration a eu pour conséquence d'éviter les pertes du peu d'eau absorbée en période froide à cause de la forte viscosité de cette dernière. La variété KN1 a plus transpiré quand elle est semée le 10 octobre. Elle a eu une productivité appréciable lorsqu'elle (la variété KN1) est issue des semis avant le 9 décembre. Ainsi pour la culture niébé au Burkina Faso en saison sèche froide est possible avec la variété KN1. Pour cette variété, la période favorable de semis est celle qui précède le 09 novembre pour la production de graines et pour le fourrage, la période de semi favorable est après le 09 novembre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alberda T, 1969. The effect of low growth temperature on dry matter production, chlorophyll concentration and photosynthesis of maize plants of different ages. *Acta BoL Neerl.* 18 : 39-49.
- Alzouma I, 1995. Connaissance et contrôle des coléoptères *Bruchidae* ravageurs des légumineuses alimentaires au sahel. Sahel integrated pest management (IPM)/gestion phytosanitaires intégrée. Institut CILSS du sahel 16 : 75-86.
- Barrios S, Ouattara B, Strobl E, 2008. "The impact of climatic change on agricultural production: Is it different for Africa?". *Food Policy* 4:287-298.
- Belko N, Cisse N, Diop NN, Zombre G, Thiaw S, Muranaka S, Ehlers J, 2014. Selection for post flowering drought resistance in short-and medium-duration cowpeas using stress tolerance indices. *Crop Science*, 54(1), 25-33.
- Carey R, Berry J. A, 1978. Effects of low temperature on respiration and uptake of rubidium ions by excised barley and corn roots. *Plant Physiol.* 61: 858-860.
- Cornillon P, 1977. Influence de la température du substrat sur la composition des racines et des limbes de tomate. Implication concernant l'absorption hydrique. *Ann. Agron.*, 28: 409-423.
- Cottes J. J. G., 2019. Le couple Eh/pH du sol: sa mesure, son impact sur la mobilité des nutriments et la croissance du tournesol. Thèse Doct. ; Université de Toulouse 332p.
- Dixon G.R, 2009. The Impact of Climate and Global Change on Crop Production; chapter 17. In: Letcher T.M (Ed) *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*, Elsevier Oxford, UK/ Amsterdam, Netherlands, pp.307- 324.
- Dondasse E, Kihindo A.P, Ouédraogo R.F, Tiama D, Badiel, Kabore Z, 2021. Influence de la variation journalière du déficit de pression de vapeur (DPV) sur les réponses morphologiques et physiologiques de deux morphotypes d'igname cultivés au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 158, 16382-16395.

- GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts inter gouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de)]. GIEC, Genève, Suisse 114 p.
- Gornall J, Betts R, Burke E, Clark R, Camp J, Willett K, Wiltshire A, 2010. "Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century". *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365: 2973-2989.
- Harou A, Hamidou F, Bakasso Y, 2018. Performances morpho-physiologiques et agronomiques du niébé [*Vigna unguiculata* (L) Walpers] en conditions du déficit hydrique. *Journal of Applied Biosciences* 128, 12874-12882.
- Itier B., 2008. Agriculture et sécheresse : le contexte et les enjeux, *Innovations Agronomiques* 2, 1-8.
- Kihindo P. A., 2016. Influence du régime hydrique et de la date de semis sur les réponses physiologiques, biochimiques et agromorphologiques de deux variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) au Burkina Faso. Thèse Doct. ; Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO. 182p.
- Kihindo A. P., Bazié R. H., Ouédraogo R. F., Somé P. P., Zombré G. et Tozo K., 2015. Effets de la date de semis et du régime hydrique sur la réponse agromorphologique de deux variétés de niébé (KN1 et K VX 61-1) au Burkina Faso. *IJIAS ISSR journal*, Vol. 12 No. 3, pp 564-573.
- Kihindo A. P., Bazié H. R., OUUEDRAOGO R. F., SOME P. P., Dondassé E., Zombré Z., Tozo K., 2016. Variation de la réponse physiologique et agronomique du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) à différentes dates de semis au Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.* 107: 10353-10361. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v107i1.1>
- Laurent J., 2018. Relations entre les vitesses d'ouverture et de fermeture des stomates et le potentiel hydrique foliaire chez le chêne pédonculé et le peuplier noir. *Inerae.* 14p. <https://hal.inrae.fr/hal-02950910>
- Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques (MAHRH), 2004. Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée: stratégies, plan d'action, plan d'investissement à l'horizon 2015. Rapport principal, Ouagadougou: MAHRH, 170p.
- Napon I, 2007. Profil de la sécurité alimentaire au Burkina Faso. Document de travail, comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le sahel (CILSS), 37p.
- Qu M., Hamdani S., Li W., Wang S., Tang J., Chen Z., Song Q., Li M., Ho Zhao, Chang T., C Chu C., Zhu X., 2016. Rapid stomatal response to fluctuating light: an under-explored mechanism to improve drought tolerance in rice. *Functional Plant Biology* 43 : 727–738.
- Somasegaran P, Hoben H.J, 1994. The handbook for rhizobia: methods in legume-rhizobia technology. Springer verlag, Bationo A., Waswa B., Kihara J., Kimetu J (Eds), *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF) New York. 450p.
- Tarhule A, 2011. Climate Change Adaptation in Developing Countries: Beyond Rhetoric. *Climate Variability - Some Aspects, Challenges and Prospects*, pp. 163 -180.
- Thiombiano A, Kampmann D, 2010. Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome II : Burkina Faso, Ouagadougou et Frankfurt/Main.
- Thiombiano B, 2008. Analyse de la contribution des cultures de saison

- sèche à la lute contre la pauvreté au Burkina. Mémoire Ingéniorat, Institut de Développement Rural/Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, 72p.
- Thornton P.K, Herrero M, 2009. The interlinkages between rapid growth in livestock production, climate change, and the impacts on water resources, land use, and deforestation. ILRI, PO Box 30709, Nairobi, Kenya 81 p.
- COP 27. Les cinq points clés issus de la COP 27. « La conférence des parties », 6-18 novembre 2022. Charmel-Cheikh, Egypte. <https://unfccc.int/fr/processus-et-reunions/les-conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/les-cinq-points-cles-issus-de-la-cop-27>.