



## Réponse de huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à la fertilisation minérale dans la région de Kolwezi, Lualaba (RD Congo)

Mufind Kayakez Michel<sup>1\*</sup>, Tshala Upite Joseph<sup>1</sup>, Kitabala Misonga Alain<sup>1</sup>, Nyembo Kimuni Luciens<sup>2&3</sup>

<sup>1</sup>Departement de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kolwezi, Kolwezi, RD Congo

<sup>2</sup>Departement de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, B.P. 1825, Lubumbashi, RD Congo

<sup>3</sup>Unité de recherche en Amélioration des Plantes et Biotechnologies, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi B.P.1825, Lubumbashi, RD Congo

\*Correspondance, courriel : [mufindk@gmail.com](mailto:mufindk@gmail.com)

Original submitted in on 9<sup>th</sup> December 2016. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) 31<sup>st</sup> March 2017  
<http://dx.doi.org/104314/jab.v111i1.6>

### RESUME

**Objectif :** Cette étude a été menée en vue d'étudier l'effet des engrais minéraux et des variétés sur le rendement et la rentabilité économique du haricot commun à Kolwezi.

**Méthodologie et résultats :** l'essai en champ a été installé à Kolwezi, sous un dispositif split plot avec trois répétitions. Le facteur principal comprenait la variété (COD MLB 001, DC12496-50, HM 21-7, Jaune d'Uvira, K132, RWR 2245, UYOLE 96 et XAN 76) tandis que le facteur secondaire, l'apport d'engrais (NPK 10-20-10, Urée 46% N et KCl 50%K<sub>2</sub>O), était constitué de deux niveaux : Non fertilisé (0 kg d'engrais ha<sup>-1</sup>) et Fertilisé (611 kg d'engrais ha<sup>-1</sup>). Les observations ont porté sur les paramètres de rendement et la rentabilité économique. Les résultats obtenus ont montré que le rendement en graines de haricot commun est influencé par la variété (la variété K132 produisant un rendement de 2378 kg ha<sup>-1</sup>), et l'engrais chimique (0,784 t ha<sup>-1</sup> sans engrais contre 1,304 t ha<sup>-1</sup> avec engrais soit une augmentation de 66%). L'étude du RVC a révélé cependant que l'utilisation de l'engrais chimique au haricot commun est généralement moins rentable à l'exception de la variété COD MLB 001 ayant un RVC égal à 2,1.

**Conclusion et Application des résultats :** la variété K 132 a donné le meilleur rendement en graines et peut donc être recommandée aux exploitants agricoles de Kolwezi. Cependant, l'usage des engrais minéraux au haricot peut se réaliser seulement avec la variété COD MLB 001. Par ailleurs, nous recommanderons les recherches sur les doses décroissantes d'engrais afin de déterminer la dose optimale pour les sept variétés qui ont montré une faible rentabilité.

**Mots clés :** Engrais, Variétés, Haricot commun, Rendement, Rentabilité économique, Kolwezi

## Response of eight varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to mineral fertilizers in the Kolwezi area, Lualaba (RD Congo)

### ABSTRACT

*Objective:* This experiment was conducted to study the effect of chemical fertilizer and varieties on the yield and the profitability of the common bean in Kolwezi.

*Methodology and results :* the field trial has been installed in Kolwezi, in a split plot design with three repetitions. The main factor included the variety (COD MLB 001, DC12496-50, HM 21-7, Jaune d'Uvira, K132, RWR 2245, UYOLE 96 and XAN 76) while the secondary factor, the fertilizer (NPK 10-20-10, Urée 46% N and KCl 50% K<sub>2</sub>O), was made up of two levels: no fertilization (0 kg of fertilizer ha<sup>-1</sup>) and fertilization (611 kg of fertilizers ha<sup>-1</sup>). The observations focused on yield parameters and profitability. The results showed that the common bean yield is influenced by the variety (the K 132 with a yield of 2378 kg ha<sup>-1</sup>), and the chemical fertilizer (784 kg ha<sup>-1</sup> without fertilizer against 1304 kg ha<sup>-1</sup> with fertilizer, or an increase of 66%). The study of the RVC (Ratio Value/Cost) shows that the use of chemical fertilizer to the common bean is generally less profitable, at the exception of the variety COD MLB 001 which gave an RVC equal to 2,1.

*Conclusion and Application of the results :* the K 132 variety gave the best yield and can therefore be recommended to farmers of Kolwezi. However, the use of chemical fertilizer to the common bean can be made only with the COD MLB 001 variety. Furthermore, we will recommend research on the decreasing doses of fertilizer in order to determine the optimal dose for the seven varieties that have shown low profitability.

**Keywords :** fertilizer, varieties, common bean, performance, profitability, Kolwezi

### INTRODUCTION

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est principalement cultivé à cause de sa richesse en protéines (20 à 25%), en fer et en fibres. Il est une culture essentielle dans l'alimentation des populations de l'Afrique centrale et orientale, où les populations sont généralement pauvres (Baudouin *et al.*, 2001 ; Nyabyenda, 2014). En effet, dans les pays sous-développés en général et en RD Congo particulièrement, il se pose un problème alimentaire relatif à la malnutrition protéique étant donné que la viande est considérée comme un produit de luxe (SENASA, 2008). Le haricot commun est ainsi consommé par plus de 500 millions d'êtres humains dans le monde, surtout pour ses graines sèches comme complément nutritionnel, indispensables pour les régimes alimentaires à base de céréales ou de tubercules amylicés (Nzungize, 2012 ; Pujolà *et al.*, 2007). Selon Scheider *et al.* (2015) et Allen et Allen (1981), les légumineuses dont fait partie le haricot commun, avaient une production mondiale moyenne estimée à 334 millions de tonnes par an entre 2008 et 2012 et occupaient le deuxième rang après les céréales dans le monde. Il est aussi important de souligner qu'à côté de son importance nutritionnelle, les légumineuses en général enrichissent le sol en azote, constituant de ce fait un

groupe d'intérêt agricole considérable dans les rotations et les associations des cultures (N'gbesso *et al.*, 2013). La pression démographique, la baisse de la fertilité des sols, les érosions et la mauvaise maîtrise des techniques culturales font de plus en plus diminuer le rendement devenant insuffisant pour la population (Baboy *et al.*, 2015). Cette diminution progressive de la productivité des sols auparavant fertiles figure parmi les problèmes épineux de développement agricole en RDC auxquels la recherche agricole doit trouver des solutions. Selon FAO/STAT (2016), la République Démocratique du Congo produisait en 2014, 119900 tonnes de haricots secs sur une superficie de 196650 ha, soit un rendement moyen faible (610 kg ha<sup>-1</sup>) en grande partie dû à la faible fertilité des sols. En effet, l'exploitation intensive des terres sans restitution suffisante a conduit à une baisse de la productivité suite à l'appauvrissement en éléments nutritifs par exportation des cultures et par érosion. En outre, la mise en culture des terres marginales suite à la forte pression démographique conduit à une diminution inexorable des rendements moyens des espèces cultivées. Si auparavant, la production de certaines espèces telles que le haricot augmentait avec l'extension des superficies emblavées, il n'y a plus

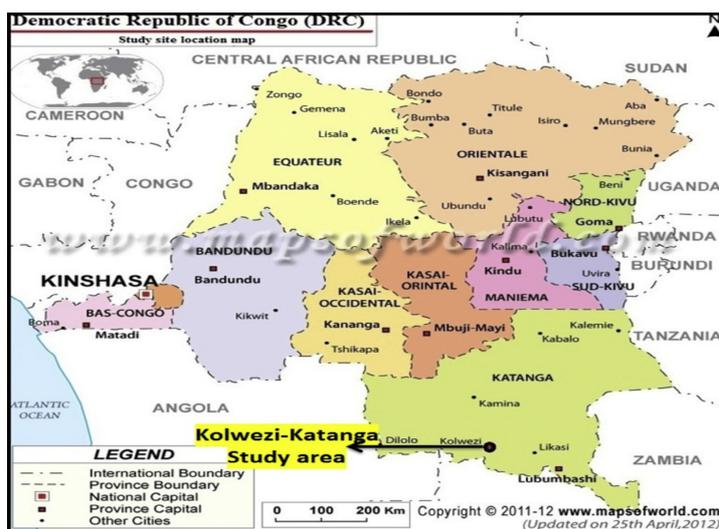
actuellement des possibilités d'augmenter la production en colonisant de nouvelles terres. Il faut donc augmenter la production par unité de surface. L'un des principaux moyens pour y arriver est celui de la restauration et de l'amélioration progressive des sols par l'utilisation de tous les éléments fertilisants (Sebahutu A., 1988), car la productivité du haricot est grandement influencée par la fertilité du sol particulièrement le phosphore et de besoins élevés en azote (Nyabyenda, 2015, Bargaz, 2012). Sous les tropiques cependant, le haricot est fréquemment cultivé sur des sols marginaux, caractérisés par une forte acidité, une faible capacité d'échange cationique et une forte désaturation. Par ailleurs, des éléments comme P, Ca, Mo, Co, B, Cu et Zn sont soit déficients, soit convertis en une forme inassimilable pour la plante alors que très indispensables pour assurer le potentiel d'assimilation symbiotique de la légumineuse et, par conséquent, une production élevée et stable en gousses et en graines (Baudouin *et al.*, 2001). Ces conditions marginales dans les régions tropicales

expliquent en partie les rendements faibles et instables qui y sont observés (Nzungize, 2012 ; Miklas *et al.*, 2006, Kanyenga, 2016). Des études menées sur l'influence de la fertilisation minérale en culture de haricot commun ont pour la plupart révélé des augmentations sensibles de rendement allant jusqu'à 100%, voire même 500% en utilisant divers fertilisants (Baert, 1988). Dans le même contexte, Sebahutu (1988) a constaté que les variétés de haricot réagissaient différemment par rapport à la fertilisation minérale au Rwanda. Si dans certains milieux, ces types de travaux avaient déjà été réalisés, ce n'est pas le cas de Kolwezi en particulier ou de la province de Lualaba en général où les informations sur la fertilisation du haricot commun sont quasiment inexistantes. Deux objectifs sont poursuivis par le présent travail : (1) celui d'étudier l'influence des variétés et des engrais minéraux sur le rendement en graines du haricot commun, et (2) d'évaluer ensuite la rentabilité économique liée à l'utilisation de ces engrais sur le haricot commun dans les conditions édaphoclimatiques de Kolwezi.

## MATERIELS ET METHODES

**Milieu :** Cet essai a été réalisé au cours de la saison culturale 2013-2014 à Kolwezi, ville située dans la province du Lualaba (sud-ouest de l'ex-province du Katanga) en République Démocratique du Congo.

Précisément, ce site était localisé à 10°43'20" de la latitude Sud, 25°32'42" de longitude Est pour une altitude de 1459 m.



**Figure 1.** Localisation de la ville de Kolwezi dans l'ancienne province du Katanga, République Démocratique du Congo (Source : Atibu, 2013)

**Mufind et al., J. Appl. Biosci. 2017 Réponse de huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à la fertilisation minérale dans la région de Kolwezi, Lualaba (RD Congo)**

Kolwezi est une ville ayant un climat de type Cw selon la classification de Köppen, avec alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse. Elle est caractérisée par une température moyenne de 21°C et une pluviométrie moyenne comprise entre 1000 mm et 1500 mm répartie sur 125 jours. La durée de la saison pluvieuse varie quant à elle, entre 5 et 6 mois et une période de croissance normale d'une durée moyenne de 180 jours (Anonyme 1999 ; Anonyme, 2005 ; FAO, 2005). Les données climatiques ayant prévalu au cours de la période expérimentale sont présentées dans le tableau 1. Par ailleurs, les résultats de l'analyse du sol avant l'expérimentation révèlent un pH<sub>eau</sub> de 5,6, 0,0125% d'azote (NO<sub>3</sub>) et 0,0098% de phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Enfin, pour ce qui est de la végétation, la région de Kolwezi abrite en général la forêt claire que Malaise appelle

« Miombo » avec des sols relativement pauvres et colonisés par des formations plus herbacées qu'arborescentes (Malaise, 1973). Kikufi et Lukoki (2008) travaillant dans les sites miniers de Kolwezi, ont identifié sept unités de végétation : (1) la pelouse métallicole, (2) les savanes steppiques et alluviales, (3) le bosquet arbustif à *Uapaca robynsii* De Wild., (4) la savane arbustive de transition, (5) la forêt claire de type miombo, (6) la végétation rudérale, une formation végétale d'origine anthropique. Avant l'ouverture du terrain, le précédent cultural de notre champ expérimental était sous jachère herbeuse dominée par les espèces suivantes : *Imperata cylindrica* (herbe sanglante ou herbe de sang japonaise), *Penisetum purpureum* (herbe à éléphant ou napier), et *Tithonia diversifolia* (Tournesol de Mexique).

**Tableau 1.** Données climatiques pendant la période expérimentale

Paramètres climatiques		Mois				
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations	Quantité (mm)	220,3	227,4	202,4	66,9	0,4
	Nbre de jours de pluies	17	18	15	8	1
Température (°C)	Maximum	22,8	23,7	23,5	25,4	26,1
	Moyenne	16,6	17,1	16	21,5	20,25
	Minimum	10,4	10,3	8,5	17,6	14,4
Humidité relative (%)		63	65	63	68	70

Source : Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite (METTELSAT), Station de Kolwezi.

**Matériels**

**Matériel biologique :** la présente étude a porté sur huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), toutes fournies par l'Institut National pour l'Étude et la

Recherche Agronomique (INERA, Lubumbashi-RD Congo). Leurs caractéristiques agronomiques sont reprises dans le tableau 2.

**Tableau 2.** Caractéristiques agronomiques des variétés de haricot commun utilisées dans l'essai

Variétés	Croissance	Origine	Couleur de la graine	Maturité	Rendement en station
<b>COD MLB 001</b>	Naine	INERA	Brun-strié de blanc	85-100 jours	1,5 à 2 t ha <sup>-1</sup>
<b>DC 12496-50</b>	Naine	INERA	Brun-marron	85-100 jours	1,8 à 2,5 t ha <sup>-1</sup>
<b>HM 21-7</b>	Naine	INERA	Rouge strié de blanc	80-95 jours	1,2 à 1,5 t ha <sup>-1</sup>
<b>JAUNE D'UVIRA</b>	Naine	INERA	Jaune foncée uniforme	80-95 jours	0,5 à 1,2 t ha <sup>-1</sup>
<b>K132</b>	Naine	INERA	Rouge strié de blanc	80-95 jours	1,5 à 2 t ha <sup>-1</sup>
<b>RWR 2245</b>	Naine	INERA	Rouge rayé	90 jours	1,5 à 2,5 t ha <sup>-1</sup>
<b>UYOLE 96</b>	Semi-volubile	CIAT	Rouge	86 jours	1,5 à 2 t ha <sup>-1</sup>
<b>XAN 76</b>	Semi-volubile	CIAT	Beige	86-90 jours	1,5 à 2,5 t ha <sup>-1</sup>

**Engrais minéraux :** L'engrais composé NPK (10-20-10), le Chlorure de potassium (60% de K<sub>2</sub>O) et l'Urée (46% N), tous produits de la firme OMNIA, ont été apportés aux parcelles fertilisées au cours de cet essai.

**Dispositif expérimental, traitements et conduite de l'essai :** l'essai a été installé suivant un dispositif split-plot (parcelles divisées). Le facteur principal, constitué par les

variétés de haricot commun, avait huit variantes représentées par chacune des huit variétés testées : COD MLB 001, DC12496-50, HM 21-7, Jaune d'Uvira, K132, RWR 2245, UYOLE 96 et XAN 76. Le facteur secondaire, apport d'engrais, était quant à lui constitué de deux niveaux : Fertilisé (0 kg d'engrais ha<sup>-1</sup>) et Non Fertilisé (611 kg d'engrais ha<sup>-1</sup>). La randomisation

partielle de toutes les variantes du facteur principal dans les blocs a été suivie par une randomisation partielle également des niveaux du facteur secondaire à chaque variante du facteur principal. La préparation du terrain était réalisée manuellement au début du mois de février en deux opérations : le labour et le hersage. Après la préparation du sol, le haricot a été semé aux écartements de 0,40m × 0,20m en mettant une graine par poquet, soit une densité de semis de 125000 plants ha<sup>-1</sup>. Ensuite, 450kg ha<sup>-1</sup> de NPK 10-20-10 et 41,6kg ha<sup>-1</sup> de Chlorure de potassium 50% K<sub>2</sub>O ont été appliqués au moment du semis, tandis 119,5 kg d'urée 46% N ha<sup>-1</sup> ont été apportés au 20<sup>ème</sup> jour après semis. Deux sarco-binages ont été réalisés à l'aide d'une binette respectivement au 15<sup>ème</sup> et au 35<sup>ème</sup> jour après semis. Enfin, tout en écartant les lignes de bordure, la récolte a été réalisée manuellement 102 jours après semis lorsque les signes de maturité ont été observés (jaunissement des feuilles et dessèchement des gousses). En début de végétation, le taux de levée a été déterminé par le rapport nombre de plantes levées /nombre de graines semées, et la valeur obtenue a été exprimée en pourcentage. A la récolte ensuite, le nombre de gousses par plant, le nombre de

graines par gousse et le poids de 1000 grains ont été obtenus par comptage et pesage. Enfin, le rendement en grains a été ajusté à 14% d'humidité. La rentabilité économique quant à elle a été obtenue à l'aide du rapport Valeur/Coût (RVC) en vue de déterminer si l'engrais minéral appliqué à la plante pourrait être rentable dans les conditions de Kolwezi. Il a été obtenu en divisant la valeur de l'augmentation de rendement en grains de haricot pour chaque traitement par le coût total engagé suite à l'utilisation de l'engrais. Sur le marché local, un sac d'engrais chimique de 50kg coûte généralement 50\$ (USD), la main d'œuvre pour la fertilisation et le transport faisant ensemble un coût de 60\$ (USD) par hectare. Pour ce qui est du prix de haricot commun, 3kg de grains de haricot coûtent en moyenne 4\$ au marché de KOLWEZI, ramenant le prix d'un kilogramme à 1,3\$ (USD).

**Analyse des données :** l'analyse de la variance a été réalisée sur les différents paramètres de rendement à l'aide du logiciel R version 2.15.0 en vue de dégager les effets de chaque facteur étudié sur les différences de rendement observées entre traitements. Les moyennes ont été comparées par le test de Tukey HSD.

## RESULTATS

**Effet des engrais minéraux sur les paramètres de rendement de *Phaseolus vulgaris* L. :** les moyennes relatives à l'influence des engrais minéraux sur le taux de levée, le nombre de gousses par plante, le nombre de graines par gousse, le poids de 1000 graines et le rendement en grains de haricot commun sont consignées dans le tableau 3 ci-dessous. A l'exception du taux de levée et du poids de 1000 graines ( $p>0,05$ ), des

différences hautement significatives ont été observées sur le nombre de gousses par plante ( $p=0,01$ ), le nombre de graines par gousse ( $p=0,01$ ) et le rendement en grains de haricot commun ( $p=0,01$ ). Les parcelles non fertilisées donnent un rendement de 0,784 t ha<sup>-1</sup> tandis que celles fertilisées produisent 1,304 t ha<sup>-1</sup>, soit une augmentation de 66% par rapport aux parcelles non fertilisées.

**Tableau 3 :** Influence des engrais minéraux sur le rendement en grains de *Phaseolus vulgaris* à Kolwezi.

Fumures	Paramètres de rendement				
	Taux de levée (%)	Nombre de gousses par plante	Nombre de graines par gousse	Poids de 1000 graines (gr)	Rendement (t ha <sup>-1</sup> )
Fertilisé	84,8±10,1a	7,2±2,7a	4,8±0,8a	312,5±141,1a	1,304±0,745a
Non fertilisé	86,4±6,0a	4,9±3,0b	3,9±1,7b	260,5±154,4a	0,784±0,645b
<b>Valeur de probabilité</b>	<i>0,515</i>	<i>0,010</i>	<i>0,011</i>	<i>0,230</i>	<i>0,013</i>

Moyennes±Écart-type. Les différents lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative, et les mêmes lettres, des différences non significatives après comparaison des moyennes par le Test de Tukey (P=0,05).

**Effet des variétés sur le rendement *Phaseolus vulgaris* L. :** dans le tableau 4 ci-dessous, il ressort de l'analyse de la variance, que, tous les paramètres de rendement sont influencés significativement par les variétés utilisées. Des différences hautement significatives ( $p<0,001$ ) sont observées sur le nombre de

gousses par plante, le nombre de graines par gousse, le poids de 1000 graines ainsi que le rendement du haricot commun. Sur le taux de levée par ailleurs, on constate des différences significatives entre variétés testées ( $p<0,05$ ). Le meilleur rendement est observé sur la variété K 132 (2,378 t ha<sup>-1</sup>) et le rendement le plus faible

**Mufind et al., J. Appl. Biosci. 2017 Réponse de huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à la fertilisation minérale dans la région de Kolwezi, Lualaba (RD Congo)**

sur la variété DC12496-50 (0,515 t ha<sup>-1</sup>). Il y a lieu de souligner que c'est la variété K132 qui, en plus du meilleur taux de levée (94,7%), produit un grand nombre de gousses par plante (11,3) ainsi que plus de graines

par gousse (5,7). Enfin, le meilleur poids de 1000 graines (534,7gr) quant à lui est observé sur la variété RWR 2245.

**Tableau 4 : Effet des variétés sur le rendement de *Phaseolus vulgaris* à Kolwezi.**

Variétés	Paramètres de Rendement					
	Taux de levée (%)	Nombre de gousses par plante	de par	Nombre de graines par gousse	Poids de 1000 graines (gr)	Rendement (t ha <sup>-1</sup> )
COD MLB 001	88,9±8,3ab	5,2±4,1b		3,2±2,5ab	160,0±136,7c	0,769±0,738bc
DC 12496-50	85,1±12,3ab	4,2±0,8b		4,4±0,5ab	220,0±17,9bc	0,515±0,118c
HM 21-7	85,5±6,1ab	7,1±4,3ab		3,3±1,6ab	168,3±84,0c	0,724±0,457bc
JAUNE D'UVIRA	79,0±6,0b	4,9±1,5b		4,0±0,0ab	212,5±13,7bc	0,517±0,137c
K 132	94,7±5,6a	11,3±0,7a		5,7±0,5a	296,7±5,2b	2,378±0,338a
RWR 2245	81,0±4,7b	5,8±1,2b		4,0±1,1ab	534,7±50,6a	1,328±0,652bc
UYOLE 96	87,7±7,8ab	5,9±2,0b		4,0±0,0b	490,0±16,7a	1,465±0,511b
XAN 76	83,3±6,3ab	4,4±0,9b		5,7±0,5a	210,0±6,3bc	0,658±0,159bc
<b>Valeur de</b>	<b>0,028</b>	<b>0,000</b>		<b>0,002</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

Moyennes±Écart-type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative, et les mêmes lettres, des différences non significatives après comparaison des moyennes par le Test de Tukey (P<0,05).

**Effets combinés des variétés et engrais minéraux sur les paramètres de rendement de *Phaseolus vulgaris* L.** : le tableau 5 ci-dessous reprend les valeurs moyennes des effets combinés des variétés et engrais minéraux sur les paramètres de rendement de *Phaseolus vulgaris*. Des différences hautement significatives sont observées sur le poids de 1000 graines ( $p<0,01$ ) et le nombre de graines

par gousse ( $p=0,01$ ). En plus, l'interaction engrais-variété influence de façon significative ( $p<0,05$ ) le rendement en graines de haricot. Par contre, le taux de levée quant à lui, ne dépend pas de l'interaction variétés et engrais minéraux ( $p>0,05$ ).

**Tableau 5. Effets combinés des variétés et engrais minéraux sur les paramètres de rendement de *Phaseolus vulgaris* à Kolwezi.**

Variétés	Fertilisation	Paramètres de rendement				
		Taux de levée (%)	Nombre de gousses par plante	Nombre de graines par gousse	Poids de 1000 graines (gr)	Rendement (t ha <sup>-1</sup> )
COD MLB 001	Fertilisé	87,7±12,6a	8,0±1,0a	5,0±0,0abc	256,7±81,5bc	1,310±0,571bcde
	Non Fertilisé	89,9±3,4a	2,4±4,2a	1,3±2,3d	63,3±109,7d	0,228±0,395f
DC 12496-50	Fertilisé	83,8±14,9a	4,4±0,6a	4,4±0,6abc	230±20bc	0,555±0,126ef
	Non Fertilisé	86,3±12,1a	4,0±1,1a	4,5±0,3abc	210±10bc	0,474±0,117ef
HM 21-7	Fertilisé	83,2±8,7a	9,7±2,9a	4,0±0,0abc	210,0±0,0bc	1,015±0,303cdef
	Non Fertilisé	87,7±1,9a	4,5±4,1a	2,7±2,3cd	126,7±111,5cd	0,433±0,421ef
Jaune d'Uvira	Fertilisé	74,7±4,2a	5,5±1,8a	4,0±0,0abc	216,7±14,4bc	0,584±0,146ef
	Non Fertilisé	83,3±4,2a	4,3±1,1a	4,0±0,0abc	208,3±14,3bc	0,450±0,110ef
K 132	Fertilisé	97,3±3,1a	11,9±0,2a	6,0±0,0a	300,0±0,0b	2,678±0,390a
	Non Fertilisé	92,0±6,9a	10,7±0,4a	5,3±0,6ab	293,3±5,8b	2,079±0,122ab
RWR 2245	Fertilisé	78,7±6,1a	6,7±0,1a	5,0±0,1abc	580,0±11,1a	1,917±0,121abc
	Non Fertilisé	83,3±1,5a	4,7±0,6a	3,1±0,6bcd	489,3±11,0a	1,347±0,080def

**Mufind et al., J. Appl. Biosci. 2017 Réponse de huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) à la fertilisation minérale dans la région de Kolwezi, Lualaba (RD Congo)**

<b>Uyole 96</b>	<b>Fertilisé</b>	87,7±10,2a	6,3±2,1a	4,0±0,0abc	500,0±0,0a	1,583±0,520bcd
	<b>Non Fertilisé</b>	87,7±6,8a	5,6±2,3a	4,0±0,0abc	480,0±20,0a	1,347±0,582bcde
<b>Xan 76</b>	<b>Fertilisé</b>	85,5±8,4a	5,1±0,6a	6,0±0,0a	206,7±5,8bc	0,795±0,076def
	<b>Non Fertilisé</b>	81,1±3,9a	3,7±0,6a	5,3±0,6ab	213,3±5,8bc	0,521±0,027ef
<b>Valeur de probabilité</b>		<b>0,796</b>	<b>0,160</b>	<b>0,010</b>	<b>0,009</b>	<b>0,018</b>

Moyennes±Écart-type. Les lettres identiques à côté des moyennes indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre moyennes après le test de Tukey (P=0,05). Par contre, les moyennes ne partageant aucune lettre sont sensiblement différentes.

**Effet de l'engrais chimique sur la rentabilité économique de *Phaseolus vulgaris* L. :** il ressort clairement du tableau 6 ci-dessous que l'utilisation de l'engrais chimique au haricot est généralement moins rentable aux variétés de haricot utilisées. A l'exception de la variété COD MLB 001 qui donne un RVC égal à 2,1,

toutes les sept variétés restantes donnent un RVC inférieur à 2. Pour ces dernières, la valeur de l'augmentation du rendement en grains de haricot commun suite à l'utilisation des fertilisants chimiques ne permet pas de couvrir les dépenses liées à l'utilisation de l'engrais, et créer un bénéfice y relatif.

**Tableau 6 :** Effet des engrais chimiques sur la rentabilité économique de huit variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) à Kolwezi.

Variétés	Fertilisation	Coût total engrais	Rendement (t ha <sup>-1</sup> )	Augmentation de rendement (t ha <sup>-1</sup> )	Valeur de l'augmentation du rendement (\$)	RVC
<b>COD MLB 001</b>	NF	-	0,228	-	-	-
	F	661,1	1,310	1,082	1406,6	2,1
<b>DC 12496-</b>	NF	-	0,474	-	-	-
	F	661,1	0,555	0,081	105,3	0,2
<b>HM 21-7</b>	NF	-	0,433	-	-	-
	F	661,1	1,015	0,582	756,6	1,1
<b>JAUNE D'UVIRA</b>	NF	-	0,450	-	-	-
	F	661,1	0,584	0,134	174,2	0,3
<b>K 132</b>	NF	-	2,079	-	-	-
	F	661,1	2,678	0,599	778,7	1,2
<b>RWR 2245</b>	NF	-	1,347	-	-	-
	F	661,1	1,917	0,570	741,0	1,1
<b>UYOLE 96</b>	NF	-	1,347	-	-	-
	F	661,1	1,583	0,236	306,8	0,5
<b>XAN 76</b>	NF	-	0,521	-	-	-
	F	661,1	0,795	0,274	356,2	0,5

F : Fertilisé ; NF : Non Fertilisé ; RVC : Rapport Valeur-Coût.

## DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de cet essai montrent que tous les paramètres de rendement sont influencés significativement par les variétés utilisées. Il s'agit du nombre de gousses par plante, du nombre de graines par gousse, et du poids de 1000 graines où les différences sont hautement significatives ( $p < 0,001$ ). Sur le taux de levée par ailleurs, on constate des différences significatives entre variétés testées ( $p < 0,05$ ). La variété K 132 donne un meilleur rendement (2,378 t ha<sup>-1</sup>), suivie des variétés UYOLE96 (1,5 t ha<sup>-1</sup>) et RWR 2245 (1,3 t ha<sup>-1</sup>).

1). Le plus faible rendement s'observe avec la variété DC12496-50 (0,515 t ha<sup>-1</sup>). Les trois variétés plus productives (K132, UYOLE96 et RWR 2245) présentent des rendements moyens comparables à ceux cités par Carburet et Hekimian (2002) lorsque la culture est pratiquée de façon intensive et peuvent donc être retenues et employées dans les champs. Les cinq variétés restantes (COD MLB 001, DC12496-50, HM 21-7, Jaune d'Uvira et Xan 76) donnent un rendement inférieur à 800kg ha<sup>-1</sup>, mais légèrement supérieur à celui

du milieu paysan (500kg ha<sup>-1</sup>) J.-P. Baudoin *et al.* (2001). Cette variation intervariétale de rendement de haricot commun pouvait être due au patrimoine génétique des différentes variétés utilisées en favorisant ou en défavorisant l'une ou l'autre variété utilisée dans les conditions édaphoclimatiques de notre milieu. Ce constat a aussi été noté par Lubobo *et al.*, 2016. En effet, celui-ci a non seulement trouvé que, différents génotypes pouvaient induire des différences de rendement hautement significatives ( $p < 0,001$ ), mais aussi, le rendement d'un même génotype était significativement influencé par le milieu et même les différentes dates de semis. C'est ici qu'il faut relever l'importance du choix des variétés plus performantes et adaptées afin de les mettre dans un environnement leur permettant d'exprimer leur potentiel génétique. Pour ce qui est de l'effet de l'engrais sur les paramètres de rendement, il est à noter qu'à l'exception du taux de levée et du poids de 1000 graines ( $p > 0,05$ ), des différences hautement significatives étaient observées sur le nombre de gousses par plante ( $p = 0,01$ ), le nombre de graines par gousse ( $p = 0,01$ ) et le rendement en graines de haricot commun ( $p = 0,01$ ). Les parcelles non fertilisées ont donné un rendement de 0,784 t ha<sup>-1</sup> tandis que celles fertilisées faisaient 1,304 t ha<sup>-1</sup>, soit une augmentation de 66% par rapport aux parcelles non fertilisées. Nos résultats sur le rendement sont en accord avec ceux trouvés par Baert (1988), qui avait utilisé différentes doses de DAP (Diammonium Phosphate) sur le haricot commun. En effet, déjà à une dose minimale de 50 kg de DAP ha<sup>-1</sup>, les rendements sur parcelles fertilisées étaient significativement différents de ceux obtenus sur parcelles non fertilisées, et ce pour la plupart des 12 variétés testées. En plus, pour certaines variétés (dont HM 21-7 utilisée dans notre essai), l'augmentation de rendement pouvait atteindre jusqu'à plus de 100%. Sebahutu (1988) relate quant à lui des augmentations de rendement allant même jusqu'à plus de 500% au Rwanda en utilisant de l'engrais NPK (50-50-50) avec la variété Rubona 5 et encore plus en utilisant la variété var.11. Cette différence de rendement entre parcelles fertilisées et non fertilisées, peut s'expliquer par le fait que la productivité du haricot est grandement influencée par la fertilité du sol (Nyabyenda, 2014 et Bargaz, 2012), y compris l'azote. En effet, excepté les autres éléments essentiels, la nutrition azotée du haricot commun, se fait par deux processus complémentaires au cours du cycle de croissance de la plante : soit par assimilation de l'azote minéral du sol, soit par fixation symbiotique de l'azote atmosphérique (Voisin et Gastal, 2015). Il devient alors nécessaire de préciser que la nutrition azotée des légumineuses est tout d'abord

assurée par la réduction du NO<sub>3</sub><sup>-</sup> du sol avant que la fixation symbiotique prenne la relève (Guene, 2002). Cependant, l'efficacité de cette dernière est souvent réduite sous les tropiques où le haricot est fréquemment cultivé sur des sols marginaux où il devient difficile d'assurer le potentiel d'assimilation symbiotique de la légumineuse et par conséquent, une production élevée et stable en gousses et en graines (Baudoin *et al.*, 2001). Se référant aux effets de l'engrais chimique sur les variétés utilisées dans cet essai, il apparaît donc bénéfique d'assurer un apport adéquat d'engrais pour optimiser le rendement de haricot commun. Parlant toujours du rendement, nous avons constaté pour certaines variétés (COD MLB001, HM 21-7, K132 et RWR2245), un grand écart de rendement entre parcelles fertilisées et non fertilisées. Pour d'autres variétés par contre (DC12496-50, Jaune d'Uvira, UYOLE 03 et Xan 76), cet écart était moindre. Les explications à ce constat ont été élucidées par Baert, 1988. Cet auteur a remarqué que les variétés de haricot commun se comportaient très différemment face à la fertilité du sol. En effet, il a observé qu'il y avait des variétés qui expriment leur potentiel génétique seulement sur un environnement fertile (jusqu'à une certaine dose), certaines variétés ne réagissent pas à la fertilisation minérale car n'étant pas dans leur zone écologique favorable ; d'autres variétés par contre sont capables d'exprimer leur potentiel génétique sur les sols fertiles aussi bien que sur les conditions de fertilité défavorables. Ainsi, nous pouvons en déduire que les variétés montrant un grand écart entre parcelles fertilisées et non fertilisées, auraient la capacité d'exprimer leur potentiel génétique sur sols fertiles. Les variétés pour lesquelles il existe un petit écart de rendement quelle que soit la fertilisation, seraient améliorées pour produire mieux, même dans des conditions de fertilité défavorables. Cette différence de comportement à la fertilité aura d'ailleurs des conséquences directes sur la rentabilité économique liée à l'utilisation de l'engrais. Comme nous l'avons constaté, les variétés montrant un grand écart de rendement ont un Rapport Valeur/Coût supérieur à 1 et les variétés montrant un petit écart de rendement possèdent un Rapport Valeur/Coût inférieur à 1. Les résultats sur le RVC (Rapport Valeur/Coût) montrent que l'utilisation de l'engrais chimique au haricot est généralement moins rentable aux variétés de haricot utilisée car à l'exception de la variété COD MLB 001 qui donne un RVC égal à 2,1, toutes les sept variétés restantes donnent un RVC inférieur à 2. Strictement parlant, un rapport V/C > 1 est rentable, c'est-à-dire, le coût de l'investissement est couvert et il reste quelque chose comme profit.

Cependant, des agriculteurs, à ressources financières limitées, s'attendant à des risques élevés dans la production (variabilité inter-annuelle élevée des rendements suite aux facteurs climatiques) et les prix (variabilité élevée des prix suite aux marchés mal organisés). Ils sont rarement enclins à risquer un investissement, à moins que les bénéfices ne soient substantiellement plus élevés que l'investissement. C'est à ce sujet que FAO (2005) et Kelly et Murekezi (2000), recommandent que pour considérer un traitement comme étant "rentable" au niveau de l'agriculteur, le rapport Valeur/Coût $\geq 2$  est pris comme limite minimale. En d'autres mots, un agriculteur ne sera motivé d'utiliser les engrais que dans le cas où le profit potentiel de l'investissement est au moins le double du coût de l'investissement. La variété COD MLB 001 en est un exemple. Elle est en effet la seule variété où l'application de l'engrais a induit un RVC égal à 2,1. Nous pouvons aussi en déduire que les sept variétés restantes qui ont donné un RVC inférieur à 2, sont moins rentables. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la dose d'engrais appliquée serait relativement très forte. Cette dose a nécessité une dépense énorme liée à l'utilisation d'engrais, soit environ 661,1\$ ha<sup>-1</sup>. Dans ces mêmes conditions ensuite, l'agriculteur local se retrouve sur le marché, avec du haricot qui ne coûte que 1,3\$ kg<sup>-1</sup>, prix insignifiant pour récupérer les dépenses engagées et créer un bénéfice lié à l'utilisation de l'engrais surtout que

l'écart de rendement entre parcelles fertilisées et non fertilisées pour la plupart des variétés, était faible. Les conditions particulières du marché de Kolwezi exigent une augmentation minimale de rendement de 470 kg ha<sup>-1</sup> par rapport aux parcelles non fertilisées pour juste récupérer les frais liés à l'utilisation de l'engrais. Les doses fortes induisent souvent des augmentations relatives de rendement, mais ne sont pas toujours rentables. Nous pouvons citer Useni (2014) qui a observé dans son expérimentation sur le maïs que le rendement était meilleur (10873,75kg ha<sup>-1</sup>) sur la dose la plus élevée (1000kg ha<sup>-1</sup> de fertilisants), une dose cependant moins rentable (RVC=1,8) par rapport à sa moitié (500kg ha<sup>-1</sup>), laquelle avait donné une meilleure rentabilité (RVC=2,42) avec un rendement de 7823,75 kg ha<sup>-1</sup>. C'est aussi le cas de Nyembo (2014) qui avait remarqué que lorsque les fortes doses des fertilisants sont utilisées, l'augmentation de rendement qu'elles entraînent ne faisait que compenser les dépenses engagées pour leur achat sur la culture de maïs à Lubumbashi. Pour cette raison, il est important que, les recherches sur les doses décroissantes d'engrais soient mises en place afin de déterminer la dose optimale pour chacune des variétés à faible rentabilité comme l'a réalisé sur le phosphore Girma *et al.* (2014). Dans le cas contraire, l'utilisation des rotations culturales avec les cultures qui rentabilisent beaucoup plus l'engrais, serait bénéfique pour le haricot commun.

## CONCLUSION

L'obtention d'un meilleur rendement de haricot commun a d'abord été fonction du choix de la variété. A ce sujet, la variété K 132 a donné le rendement le plus élevé (2,378t ha<sup>-1</sup>). En plus, une différence hautement significative de rendement a été notée entre parcelles fertilisées et celles non fertilisées. Les parcelles non fertilisées ont donné un rendement de 0,784 t ha<sup>-1</sup> tandis que celles fertilisées faisaient 1,304 t ha<sup>-1</sup>, soit une augmentation de 66% par rapport aux parcelles non fertilisées. Enfin, les chiffres sur

le RVC (Rapport Valeur/Coût) ont montré que l'utilisation de l'engrais chimique au haricot commun est généralement moins rentable aux variétés utilisées car, à l'exception de la variété COD MLB 001 qui donne un RVC égal à 2,1, toutes les sept variétés restantes ont réalisé un RVC inférieur à 2. Les recherches sur les doses décroissantes d'engrais peuvent être mises en place afin de déterminer la dose optimale pour chacune des variétés à faible rentabilité.

## BIBLIOGRAPHIE

Allen O.N., et Allen, O.K. 1981. The leguminosae : a source book of characteristics, uses and nodulation, The university of Wisconsin Press, Madison & Macmillan Publishers, London, 812p.  
Anonyme, 1999. Plans d'action provinciaux de la biodiversité (appendice du plan d'action national), Ministère des affaires foncières, environnement, conservation de la nature, pêche et forêts, Kinshasa, 178p.

Anonyme, 2005. Monographie de la province du Katanga (Draft 4), Ministère du Plan, Kinshasa, 147 p.  
Atibu K.E., Devarajan N., Thevenon F., Mwanamoki P.M., Tshibanda J.B., Mpiana P.T., Prabakar K., Mubedi J.I., Wildi W. & Poté J., 2013. Concentration of metals in surface water and sediment of Luilu and Musonie Rivers, Kolwezi-Katanga, Democratic Republic of Congo. *Applied Geochemistry*, 39 : 26-32.

- Baboy L.L., Kidinda K.L., Kilumba K.M., Langunu S., Mazinga K.M., Tshipama T.D. & Nyembo K.L., 2015. Influence du semis tardif sur la croissance et le rendement du soja (*Glycine max* Merrill) cultivé sous différents écartements à Lubumbashi, RD Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 12:104-109.
- Baert T.G., 1988. Développement variétal et amélioration du haricot commun au Burundi. Actes du quatrième séminaire régional sur l'amélioration du haricot dans la région des grands Lacs. CIAT African Workshop Series N°9., Bukavu, Zaïre, pp 17-23.
- Bargaz A., 2012. Caractérisation agrophysiologique et biochimique de symbioses Haricot (*Phaseolus vulgaris*)-Rhizobia performantes pour la fixation symbiotique de l'azote sous déficit en phosphore, thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, Université Caddy Ayyad, 163p.
- Baudoin J.-P., Vanderborght T., Kimani P.M. et Mwang'ombe A.W., Les légumineuses à grain : Le Haricot commun. In : Raemaekers R. H. (éditeur), 2001. Agriculture en Afrique tropicale, Bruxelles, Belgique : DGCI (Direction Générale de la Coopération Internationale), Ministère des Affaires Étrangères, du Commerce Extérieur et de la Coopération Internationale, 317-334pp.
- Carburet A. et Hekimian C.L., 2002. Les légumineuses à graines. In : Mémento de l'Agronome, CIRAD-GRET, Ministère des Affaires étrangères, Paris-France, 865-877 pp.
- FAO, 2005. Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Rome, Italie, 63p.
- FAO/STAT(2016).<http://faostat.fao.org> (consulté le 23/10/2016).
- Girma A., Demelash A. & Ayele T., 2014. The response of haricot bean varieties to different rates of phosphorus at arba minch, southern ethiopia. *ARPJ-Journal of Agricultural and Biological Science*, 9 : 344-350.
- Guene N.F.D.E., 2002. Utilisation des inoculum de rhizobium pour la culture du haricot (*Phaseolus vulgaris*) au Sénégal, Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences et techniques, Université CHEIKH ANTA DIOP DAKAR, Dakar, 112p.
- Kanyenga L.A., Kasongo L.M., Kizungu V.R., Nachigera M.G. & Kalonji M.A., 2016. Effect of climate change on common bean (*Phaseolus vulgaris*) crop production : determination of the optimum planting period in midlands and Highlands zones of the Democratic Republic of Congo. *Global Journal of Agricultural Research and Reviews*, 4 (1) : 190-199.
- Kelly V. & Murekezi A., 2000. Réponse et rentabilité des engrais au Rwanda. Synthèse des résultats des études du MINAGRI menées par le Food Security Research Project (FSRP) et l'Initiative sur la Fertilité des Sols de la FAO. Food Security Research Project, FSRP/MINAGRI. Kigali, Rwanda, pp4-9.
- Khachani M., 1981. Contribution à l'étude de la réponse du haricot vert à l'inoculation. Mémoire de 3ème cycle en Agronomie de l'I.A.V. Hassan II, Rabat, Maroc.
- Kikufi B.A. & Lukoki L.F., 2008. Aperçu de la végétation des sites miniers de Kolwezi au sud Katanga. *Rev. Cong. Sci. Nucl.*, 23(1) : 21-32.
- Malaisse F., 1973. Caractérisations climatiques et écologiques du Katanga (République du Zaïre). *Bulletin agronomique de Gembloux*, Hors-série 1972 : 140-150pp.
- Miklas P.N., Kelly J.D., Beebe S.E., Blair M.W., 2006. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses : from classical to MAS breeding. *Euphytica*, 147 : 105-131.
- N'gbesso M. F-P., Fondio L., Dibi B.E.K., Djidji H.A. & Kouame C.N., 2013. Étude des composantes du rendement de six variétés améliorées de niébé (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Applied Biosciences*, 63 : 4754-4762.
- Nyabyenda P., 2005. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique : Généralités, Légumineuses alimentaires, Plantes à tubercules et racines, Céréales. Presses agronomiques de Gembloux, Bruxelles, 225p.
- Nyembo K.L., Ilunga T.H., Muyambo M.E., Ekondo O.A., Assani B.L.M., Kanyenga L.A., Mpundu M.M. & Baboy L.L., 2014. Influence de la fertilisation à base des déchets humains recyclés, des engrais minéraux et de leur combinaison sur le comportement de 3 variétés de maïs (*Zea mays* L.). *Journal of Applied Biosciences*, 77 : 6500-6508.
- Nzungize R.J., 2012. Identification of Pythium species inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) root rot symptoms and development of backcrosses to improve the level of varietal resistance to this disease, these de Doctorat, Sciences Agronomiques et Ingénierie

- biologique, Université de Liege Gembloux Agro-bio Tech, Belgique, 119p.
- Obaton M., Miquel P., Robin G., Conejero A., Domenach M. & Bardin R., 1982. Influence d'un déficit hydrique sur l'activité nitrate réductase et nitrogénase chez le soja. *C.R. Acad. Sci.*, 294 : 1007-1112.
- Pujolà M., Farreras A., Casanas F., 2007. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.), *Food Chemistry*, 102 : 1034-1041.
- Scheider A., Huyghe C., Maleplade T., Labalette F., Peyronnet C. & Carrouée E., 2015. Rôle des légumineuses dans l'agriculture française. In : Schneider A. & Huyghe C. (Coordonnateurs), Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, Quae, Versailles, France, 11-77pp.
- Sebahutu A., 1988. Résultats de la recherche sur la fertilisation du haricot au Rwanda. Actes du quatrième séminaire régional sur l'amélioration du haricot dans la région des grands Lacs. CIAT African Workshop Series N°9, Bukavu, Zaïre, pp81-89.
- SENASEM, 2008. Politique nationale du développement du sous-secteur de semences, Projet « Appui au secteur Semencier », Minagri, Kinshasa, 56p.
- Thibodeau P.S. & Jaworski E.G., 1975. Patterns of nitrogen utilization in soybean. *Planta*, 127: 133-147.
- Useni S.Y., Kanyenga L.A., Assani B.L., Ekondo O.A., Baboy L.L., Ntumba K.B., Mpundu M. M. & Nyembo K.L., 2014. Influence de la date de semis et de la fertilisation inorganique sur le rendement de nouveaux hybrides de maïs (*Zea mays* L.) à Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 76 : 6316-6325.
- Voisin A.-S. & Gastal F., 2015. Nutrition azotée et fonctionnement agrophysiologique spécifique des légumineuses, In : A. Schneider, C. Huyghe (Coordonnateurs), Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, Quae, Versailles, France, pp 79-138.