



## Contribution à la connaissance des caractéristiques physicochimiques, culinaires et sensorielles des variétés de haricot cultivées dans le territoire de Kalehe/Sud-Kivu-RD Congo

Safari Baluku<sup>\*1, 2,3</sup>, Espoir Sebuyange<sup>1</sup>, Obedi Nyamangyoku<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Université Catholique de Bukavu (UCB), DR Congo ; <sup>2</sup>VLIR/UOS (Vlaasme Interuniversitaire Raad), DR Congo ;

<sup>3</sup>University of Nairobi, Kenya ; <sup>4</sup>Université de Kinshasa, DR Congo ; <sup>5</sup>Institut Supérieur Pédagogique/ Bukavu, DR Congo

\*Corresponding Author Email: [balukusafari@hotmail.fr](mailto:balukusafari@hotmail.fr)

Original submitted in on 1<sup>st</sup> February 2018. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 30<sup>th</sup> April 2018  
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v124i1.2>

### RESUME

*Objectif* : Le haricot commun est la plus importante légumineuse vivrière au monde. Il est connu pour sa richesse en protéines et en micronutriments, tels que le fer et le zinc, indispensables. Cette étude a pour objectif d'évaluer les caractéristiques nutritionnelles, culinaires et organoleptiques de 10 variétés locales de haricot cultivées dans le territoire de Kalehe.

*Méthodologie et résultats* : Les teneurs en Fer et en Zinc ont été mesurées par un spectrophotomètre XRF et le poids de 100 graines fut mesuré ; toutes les variétés étaient séchées à l'étuve et brûlées dans le four à moufle. Elles étaient cuites et soumises au test hédonique. Les variétés M'mpuyege, M'nyantinda et M'sole ont des teneurs élevées en Fer et en Zinc, Nahon'epingu a la teneur en matière sèche élevée de 87.1 % , Mundere de cendre et women un grand poids de 100 graines de 45,97. La variété M'nyantinda avait le temps de cuisson court avec un grand volume d'imbibition ; la variété Women a pris longtemps pour cuire. Les variétés Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyege ont le total faible et par conséquent meilleures en général que les autres. Les variétés Mwenebinja et Mundere ont des couleurs mal cotées et Nahon'epingu l'odeur. Les variétés Nakarhanazi, M'sole, M'mpuyeg et M'nyantinda ont des meilleures cotes de gout.

*Conclusion et application des résultats* : Les variétés M'nyantinda est intéressante eu égard à sa teneur élevée en Fer et en Zinc et appréciée pour ses caractéristiques culinaires et sensorielles. Les variétés M'mpuyege, M'nyantinda et M'sole sont à utiliser pour améliorer les teneurs en Fer et Zinc des variétés à faibles teneurs en ces éléments avec un rendement élevé telles les variétés volubiles. Aussi les variétés Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyege sont à utiliser pour améliorer les caractéristiques sensorielles des variétés les moins préférées et la variété M'nyantinda les caractéristiques culinaires.

**Mots clés** : variétés de Haricot, Kalehe, sensoriel, culinaire et physicochimiques

## ABSTRACT

### Contribution to physicochemical, cooking and sensory features knowledge of local bean varieties from Kalehe- South-Kivu D Congo

**Objective:** Common bean is an important legume in the world. It is rich in proteins and micronutrients such as iron and zinc. The study aims to evaluate nutritional, cooking and sensory features in 10 bean varieties from Kalehe. **Methodology and results:** Their iron and zinc content were determined by spectrophotometer and 100 grain weight was measured. They were dried in an air oven and burnt in muffle oven. They were cooked to determine cooking time, imbibitions volume and water quality for cooking. Their taste, order and color were subjected to hedonic test. M'mpuyege, M'nyantinda and t M'sole varieties have Iron content High to 70ppm and zinc to 30ppm, Nahon'epingu has High dried matter of 87.1 %, Mundere High ash content and women 100grain weight of 45,97. M'nyantinda has a low cooking time and High imbibitions volume, and M'muhini was cooked with low water quantity of 1500ml. Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyege have overall appreciation. Mwenebinja and Mundere have disliked colors, and Nahon'epingu odor. Nakarhanazi, M'sole, M'mpuyeg and M'nyantinda have liked taste.

**Conclusion and application of results:** M'nyantinda is a interesting variety because of its both iron and zinc high content and appreciated for its sensory and cooking features. M'mpuyege, M'nyantinda et M'sole varieties may be used to improve Iron and Zinc level in varieties with low level in Iron and Zinc and high yield such as climbing beans. Nakarhanazi, M'nyantinda and M'mpuyege may also be used to improve sensory features in sensory disliked once and M'nyantinda in culinary disliked once.

**Keywords:** Bean varieties, kalehe, sensory, cooking and physicochemical

## INTRODUCTION

Le haricot commun est la plus importante légumineuse vivrière au monde. Originaire d'Amérique latine, le haricot est largement consommé en Afrique où il peut s'avérer être une culture extrêmement productive. Pauvre en matières grasses, ses graines sont un composant précieux d'une alimentation saine, apportent une quantité significative de fibres alimentaires et une source indispensable des protéines susceptibles de compenser, partiellement la carence en protéines animales dans plusieurs pays d'Afrique sub-saharienne et ceux de la région des Grands Lacs en particulier (Pabra, 2004). La culture d'haricot apporte 65% de protéine dans l'alimentation humaine et 32% de calories. Elle apporte également le Fer et le Zinc (Pabra, 2004). La consommation de haricot est estimée à 300g par habitant et par jour en régions de grands lacs africains (CIAT, 2009) où plusieurs variétés sont cultivées sur base des critères préférentiels de chaque agriculteur : variétés anciennes et bien connues, variétés produisant bien sur leurs sols, productives, variétés préférées sur le marché, de bon goût, etc. (Mirindi et al., 2015). Les aliments riches en fibres, tels que les légumineuses, procurent rapidement une sensation de satiété et permet tant d'attendre plus facilement le prochain. Des

micronutriments qu'il contient dont le Fer, le Magnésium et le Zinc, font qu'il figure parmi les spéculations stratégiques retenues dans le cadre du Programme National de Sécurité Alimentaire en vue de réduire le problème de malnutrition (MINAGRI, 2010). La consommation de haricot est toutefois limitée par un long temps de cuisson et une faible digestibilité. Beaucoup de variétés qui pouvaient contribuer à la réduction de l'insécurité alimentaire en régions de grands lacs africains ont souvent le caractère de difficulté de cuisson conduisant à une demande élevée en énergie, une consommation et une acceptabilité réduite (Nakitto et al., 2015). Au Sud Kivu, à l'instar de toutes les régions agricoles des Pays des Grands Lacs, diverses variétés de haricot sont généralement cultivées deux fois par an, chaque variété (ou mélange de variétés) étant adaptée aux conditions agro-écologiques locales (Pabra, 2004). Cependant, plusieurs travaux se focalisent plus à l'étude des potentialités qu'ont le haricot, sur l'augmentation de leur rendement, l'amélioration de la productivité, l'adaptabilité, la résistance aux maladies, aux ravageurs et aux aléas climatiques ; oubliant les caractéristiques soutenant la consommation dont l'aspect organoleptique et la composition chimique

aussi essentielles. L'INERA Mulungu et le SENASEM dans le projet REAFOR portant sur l'inventaire des caractéristiques morphologiques et agronomiques des variétés de haricot cultivées dans notre région, ont montré que sur 65 variétés de haricot caractérisées, 3 seulement de ces variétés cultivées ont des caractéristiques chimiques, technologiques et organoleptiques souhaitables. Il s'agit des variétés Kiangara G 59/ 1-2 ; Aliya G2333) ; et Maharagi soja G (REAFOR, 2009). Des récentes études menées dans les territoires de Walungu et à Kabare/Sud-Kivu,

ont relevé que les variétés de haricot Ntaliemukwi, Nsirimu Minware, Kajamungangara et Kivuzo ont des bonnes teneurs en Fer et en Zinc (Irengé 2015 *et al.* ; Fikiri *et al.*, 2016). Le présent travail se fixe pour l'objectif d'effectuer l'analyse physicochimique, Culinaire et sensorielle des variétés locales de haricot cultivées dans le territoire de Kalehe avec pour intérêt de contribuer à la connaissance et la valorisation des variétés de haricot cultivées au Sud Kivu.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

**Matériel :** Le matériel végétal utilisé était constitué de 10 variétés locales de haricot notamment Nakarhanazi, Nakaja, Munderere (Nyamwisizi), Women, M'sole, Mwenebinja, M'muhini (Mukemwema), M'mpuyeye, Nahon'epingu, et M'nyantinda cultivées dans le territoire de Kalehe. Elles étaient collectées dans différents marchés du territoire de Kalehe.

### **Méthodes :**

#### **Analyses physico-chimiques**

**Détermination du poids de 100graines, de la matière sèche et de cendre, et teneur en Fer et en Zinc :** On comptait 100graines de chaque variété de haricot à la main dont le poids était déterminé à l'aide d'une balance à précision. Concernant la matière sèche, 3g environ de chaque variété étaient placés à l'étuve à 105°C pendant 2 à 3 heures. Pour la cendre, 3g aussi étaient brûlés dans le four à moufle à 800°C. Quant à la teneur de Fer et zinc ; le mouchoir était trempé dans l'eau distillée, et puis les graines en étaient essuyées afin d'éliminer les impuretés avant toute manipulation. Les échantillons étaient mis dans des enveloppes et séchés à l'étuve pendant 12 heures à 60° C. Elles étaient ensuite broyées dans un moulin électrique. Pour chaque variété, 5 g de farine étaient enfin prélevés et la teneur en Fer et zinc en furent déterminées par un spectromètre.

#### **Analyses culinaires**

**Suivi de la cuisson, Volume d'imbibition, Temps de cuisson et Quantité d'eau nécessaire pour la cuisson :** Pendant la cuisson, seul le degré de ramollissement des haricots était déterminé. La texture des grains de haricot était évaluée entre le pouce et l'index. Une heure après le

début de la cuisson le premier prélèvement était fait pour apprécier la structure de haricot. L'opération était répétée toutes les 10 minutes jusqu'à l'état cuit. Le volume d'imbibition était obtenu en faisant la différence entre le volume final après cuisson et le volume initial de haricot avant cuisson. Le temps de cuisson était obtenu en observant le temps écoulé entre le début de la cuisson et le moment où les graines de haricot atteignaient l'état cuit. La quantité d'eau était obtenue en faisant l'addition de tous les volumes d'eau mis dans la casserole du début à la fin de la cuisson.

**Analyses sensorielles :** Pour la mise en œuvre de l'analyse sensorielle, 30 dégustateurs ont donné leurs appréciations sur les caractéristiques sensorielles de variétés locales de haricot après cuisson selon l'échelle hédonique ci-après : 1. Très bon (TB) 2. Bon (B) 3. Assez bon (AB) 4. Mauvais (M) 5. Très Mauvais (TM). Cinq personnes étaient invitées à tour de rôle dans des isolements pour apprécier les différents échantillons de haricots au moyen de leurs organes de sens et ils avaient un bulletin que chacun complétait suivant les instructions reçues. Les dégustateurs prélevaient une cuillère de haricot qu'ils mâchaient pour apprécier le goût ; ils rinçaient la bouche à l'eau froide entre deux tests consécutifs. Les évaluateurs inhalaient l'odeur et regardaient les échantillons pour apprécier l'odeur et la couleur.

**Analyses statistiques des résultats :** Les logiciels Excel a permis de générer les moyennes et Genstat de réaliser l'analyse de variance. La séparation des moyennes était faite avec le teste de Duncan lorsque  $P < 0.05$ .

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**Composition physico-chimiques :** Au regard des résultats du tableau 1, on constate que la teneur en Fer varie de 52,4 à 2,1ppm et celle en Zinc de 28,1 à 48,9ppm ; le pourcentage de la matière sèche de 84 à 87 et

celui de la cendre de 1,7 à 3,8 ; et le poids de 100 graines de 21,51 à 45,97. Les variétés M'mpuyeye, M'nyantinda et M'sole possèdent des teneurs en Fer supérieures à 70ppm et celles en Zinc supérieures à 30ppm. Tout le reste

possède seulement une teneur en zinc supérieure à 30 ppm excepté la variété Mwenebinja dont la valeur est de 28,1ppm avec aussi une très faible teneur en Fer de 52,4ppm. De toutes ces variétés, Nahon'epingu a une teneur élevée en matière sèche de 87,1% ; et Munderere en possède en cendre de 3,8%. Women a un grand poids par rapport aux autres de 45,97g. Il existe un grand nombre de variétés de haricot dont les différences tiennent à leurs teneurs en oligo-éléments, notamment le Fer et le Zinc (André, 1993). Dans l'ensemble, les variétés locales de

haricot cultivées à Kalehe ont des meilleures teneurs en Fer et en Zinc que celles cultivées à Walungu et à Kabare dont les valeurs variaient respectivement entre 45 à 71,2 ppm et de 22,9 à 30,1 ppm à Walungu (Irengé *et al.*, 2015) et de 49,1 à 73,8 ppm et 25,8 à 33,6 ppm à Kabare (Fikiri *et al.*, 2016). Elles ont aussi des teneurs moyennes en Fer et en Zinc supérieures à celles obtenues dans six variétés étudiées au Mexique dont les valeurs sont de 54 et 28,6 ppm (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015).

**Tableau 1 :** Composition physico-chimique des variétés de haricot cultivées à Kalehe

Variétés	Teneur Fe (ppm)	Teneur Zn (ppm)	% M Sèche	% Cendre	Poids 100graines
Nakarhanazi	68,5	32,2	85,8	2,9	22,53
Munderere	66,2	34,2	84,8	3,8	42,28
Nakaja	67,2	33,0	85,7	3,2	22,88
Women	68,1	33,4	86,2	2,3	45,97
M'sole	75,3	34,0	85,3	1,7	23,16
Mwenebinja	52,4	28,1	84,5	3,4	29,87
M'muhini	59,4	34,2	84,0	1,9	25,45
M'mpuyeye	82,1	35,5	85,3	3,0	33,71
Nahon'epingu	61,6	34,4	87,1	2,3	21,59
M'nyantinda	78,4	48,9	85,3	2,3	40,74

La variabilité de la teneur en fer dans le haricot cultivées à l'Est de la RDC s'explique pour une grande part par des différences génétiques entre variétés de haricot cultivées, des facteurs environnementaux et les différences dans l'adaptabilité des variétés au milieu et aussi à la disponibilité de ces deux éléments dans le sol (Casinga *et al.*, 2015). Les variétés M'mpuyeye, M'nyantinda et M'sole sont à considérer biofortifiées vu leurs teneurs en Fer et en Zinc dépassant respectivement 70 ppm et 30ppm (Thome, 2010). Elles ont des teneurs qui dépassent et /ou similaires à celles biofortifiées diffusées dans la région notamment BRB 194, CODMLB005 et HM21-7 ayant respectivement des teneurs en Fer et Zinc de 59-30, 55-28 et 75-35ppm. Par contre des teneurs plus élevées en Fer allant de 71 jusqu'à 280 ppm ont été obtenues dans des variétés sauvages (Guzman-Maldonado *et al.*, 2000). La matière sèche est constituée de composés organiques et minéraux excepté toutes les formes d'eau. La teneur de ces différents constituants diffère d'une variété à une autre. Dans le haricot il ya plus de protéines et de glucides exemptes d'eau non liée, cela est bon pour la conservation de haricot avant cuisson puisque l'activité de l'eau au sein de la graine est faible. Aussi étant donné la faible teneur en lipides, le rancissement, et donc la détérioration du goût par cette réaction, est évitable. Les variétés cultivées à Kalehe sont faiblement dotées en matières sèches comparées à

celles de Kabare dont les teneurs sont supérieures à 95%. En général les variétés cultivées à Walungu ont une teneur en matières sèches supérieures à 92. Les variétés de Kabare possèdent en moyenne des teneurs élevées en cendre (Irengé *et al.*, 2015 ; Fikiri *et al.*, 2016). Quant aux grosseurs les variétés Nakarhanazi, Nakaja, M'sole et Nahon'epingu, sont c à graines petites avec un poids de 100 graines inférieur à 25g, les variétés Mwenebinja, M'muhini et M'mpuyeye ont des graines moyennes eu égard à leurs poids compris entre 25 et 40g, et les variétés Munderere, Women, et M'nyantinda sont à grandes graines avec un poids de 100 graines supérieur à 40g (Nyambyenda, 2005 ). Les variétés de haricot de Kalehe sont équitablement distribuées dans ces trois classes de grosseur alors que celles de Kabare sont en majorité a graines moyennes (Fikiri *et al.*, 2016) et elles seraient plus préférées que celles de Kalehe. Les graines moyennes ou grande s'hydratent bien et présentent un meilleur temps de cuisson (Berrios *et al.*, 1999). La variabilité du poids au sein des variétés de haricot est due à leurs différences génétiques. Toutefois les conditions environnementales dans lesquelles les cultures avaient été conduites auraient des effets sur lui vu l'hétérogénéité du sol et des variations des paramètres climatiques d'un point à un autre au sein d'un même territoire.

**Caractéristiques culinaires :** Le temps de cuisson variait de 114 minutes à 268 minutes, le volume d'imbibition oscillait entre 332 ml et 506 ml, et la quantité d'eau entre 1367 et 2567 ml tel présentés au tableau 2. La variété M'nyantinda a pris moins de temps pour cuire et présenté un volume d'imbibition élevé pendant que Women était la variété la plus difficile à cuire et les variétés Nakaja et Nakarhanazi ont présenté un faible volume d'imbibition. Les variétés M'sole et Nakaja ont demandé des faibles quantités d'eau pour cuire. Les différences en temps de cuisson des variétés de haricot sont du type variétal ; la casserole pour cuisiner, la chaleur de la plaque chauffante, le volume initial du produit étaient les mêmes (Isabelle, 2004). La chaleur apportée par la cuisson est un accélérateur ; le temps de cuisson dépend de flux conducteur de la chaleur vers l'intérieur de l'aliment que l'on cuit en fonction des molécules constituant le produit (Guilbert et Richard, 1992.). De nombreuses études ont montré que le développement de la dureté à la cuisson de certaines variétés est l'effet des techniques inadéquates de

stockage et de gestion post-récolte (Kinyanjui *et al.*, 2015). En outre des réactions enzymatiques peuvent contribuer au durcissement des graines de haricot pendant la cuisson et peuvent allonger alors le temps de cuisson telles que l'enlèvement du groupe méthyl des pectines par des pectinestérases, l'hydrolyse des protéines lors de stockage par les protéases ou une oxydation des polyphénols par les polyphénolases (Segura-campos *et al.*, 2014). D'autres chercheurs avaient associé le long temps de cuisson de certaines variétés de haricot à leurs concentrations élevées en cations bivalents tel que le calcium ( $Ca^{2+}$ ) et le magnésium ( $Mg^{2+}$ ) (Pirhayati *et al.*, 2011) ou au ratio amylose/amylopectine des graines de haricot (Yu *et al.*, 2009). Les variétés de haricot cultivées à Kalehe présentent en général un temps de cuisson inférieur à celui des variétés de Walungu dont la durée minimum était de 178 minutes (Irengue *et al.* 2015) tandis que il variait dans la même gamme que celles de Kabare où il était de 122 à 202 minutes (Fikiri *et al.*, 2016).

**Tableau 2 :** Caractéristiques culinaires des variétés de haricot cultivées à Kalehe

Variétés	Temps de cuisson (min)	Volume d'imbibition (ml)	Quantité d'eau (ml)
Nakarhanazi	181d	332h	1800bc
Munderere	184c	377.67e	1800bc
Nakaja	130g	332.67h	1367e
Women	268.33 a	492.67b	2567a
M'sole	146.67e	345g	1400de
Mwenebinja	212.33b	345g	1867b
M'muhini	133.67f	410d	1500d
M'mpuyege	122.33h	452.33c	1733c
Nahon'epingu	181.33d	352.67f	1867b
M'nyantinda	114 i	506a	2567a
P	<.001	<.001	<.001
Ppds	1.796	3.952	111.0
Cv%	0.6	0,6	3,5

Les variétés Women et Mwenebinja difficiles à cuire seraient en définitive moins appréciées et acceptées sur le marché. Par contre, la variété M'nyantinda suivie de M'mpuyege qui demandent le moins de temps pour cuire rencontreraient la préférence des consommateurs. Les variétés difficiles à cuire, ont regagné d'intérêt du fait du développement croissant de l'industrie agro-alimentaire ces dernières années. Bien que ces variétés de haricots soient peu appréciées des consommateurs directs, des alternatives de leur usage sont en pleine expansion avec le développement de la technologie (Morales de león *et al.*, 2007). Le volume d'imbibition est fonction du génotype des variétés et des conditions environnementales auxquelles

les variétés sont soumises tout au long de leur développement (Dalla Corte *et al.*, 2003). Pour l'augmentation du volume due à la chaleur, il s'agit généralement de la nature du produit, mais également de la production gazeuse du produit, soit du gaz déjà inclus dans l'aliment avant cuisson, soit de l'absorption de l'eau (Fromme, 2006). De nombreux paramètres interfèrent avec le volume d'imbibition des graines de haricot pendant la cuisson, notamment les caractéristiques des téguments comme l'épaisseur, le poids, l'adhérence aux cotylédons, l'élasticité, la porosité et les propriétés colloïdales (Kinyanjui *et al.*, 2015; Marques *et al.*, 2010). Lors d'une étude expérimentale conduite au Brésil, il a été remarqué

que le volume d'imbibition d'eau augmentait avec le raccourcissement du temps de cuisson (Marques et al., 2010). D'autres études soutiennent que les variétés de haricot s'imbibant vite vont cuire plus vite à la température de gélatinisation parce que l'amidon se gélatinise immédiatement en présence d'une humidité suffisante (Turhan & Gunesakaran, 2002). La nécessité accrue d'eau de cuisson s'explique naturellement par un long processus d'évaporation et d'absorption. Au moment de la cuisson d'un aliment, une fraction d'eau est absorbée par le produit en entraînant l'augmentation de son volume et une autre évaporée (Legrand et Bimbert, 2007). Les observations d'une étude expérimentale menée au Kenya sur 9 variétés de haricot montrent que la quantité d'eau de cuisson est influencée par la variabilité génétique et les conditions de stockage (Kinyanjui et al., 2015). La quantité d'eau nécessaire à la cuisson était spécifique à chaque variété. Tout naturellement les variétés difficiles à cuire ont demandé aussi une trop grande quantité d'eau sauf les variétés M'nyantinda et M'mpuyege qui ont pris peu de temps, respectivement 114 et 122,33h minutes, pour cuire ayant demandé de quantités élevées d'eau. En effet, ces deux variétés absorbaient l'eau à une grande vitesse. La quantité d'eau s'élevait de 1930 à 2350 ml pour les variétés de Walungu (Irengue et al., 2015), , tandis que pour

les variétés de Kabare elle variait entre de 1200 à 1933 ml (Fikiri et al., 2016); ce qui fait que les variétés de haricot cultivées à Kalehe sont meilleures à celles de Walungu et en général comparables à celles de Kabare en terme de quantité d'eau de cuisson.

**Caractéristiques sensorielles :** Au regard du tableau 3, on constate que les cotes moyennes de goût de variétés de haricot varient de 1,3 à 2,3, celles de l'odeur de 1,9 à 2,5, celles de couleur de 1,9 à 2,5 et celles de total de 5.3 à 7.6. Rouge, chocolat, mauve, marron et terra coca sont des couleurs prises par les différentes variétés de haricot à la fin de cuisson. Les variétés Nakarhanazi, M'sole, M'mpuyeg et M'nyantinda ont cotes moyennes de goût qui se situent entre très bonne et bonne au moment où le reste a celles qui penchent vers bonnes sauf Mwenebinja dont la cote moyenne se situe entre bonne et assez bonne. Toutes les cotes moyennes de l'odeur penchent vers bonnes excepté celle de la variété Nahon'epingu qui se trouve entre bonne et assez bonne. Mise à part les variétés Mwenebinja et Mundere dont la cote de couleur est respectivement assez bonne et entre bonne et assez bonne, la majorité a des couleurs dont les cotes oscillent au tour de la valeur bonne. Les variétés Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyege ont le total faible et par conséquent meilleures en général que les autres

**Tableau 3 :** Cotes moyennes de paramètres sensoriels et couleur après cuisson des variétés de haricot cultivées à Kalehe

Variétés	Goût	Odeur	Couleur	Total	Couleur Après cuisson
Nakarhanazi	1.4	2.2	1.9	5.5	Chocolat
Munderere	2.3	2.4	2.5	7.2	Maron taché de noir
Nakaja	2.3	2.0	2.0	6.3	Chocolat
Women	2.2	2.1	1.6	5.9	Rouge basque
M'sole	1.4	2.4	2.2	6	Chocolat
mwenebinja	2.5	2	3.1	7.6	Maron foncé
M'muhini	2.1	2.2	2.3	6.6	Rouge brique
M'mpuyege	1.3	2	2.0	5.3	Maron
Nahon'epingu	2.2	2.5	2	6.7	Terra-coca
M'nyantinda	1.4	1.9	2.1	5.4	Mauve

Globalement, il y a une grande variabilité interindividuelle à propos de paramètres sensoriels ; leur appréciation est quelque peu subjective et dépend des habitudes alimentaires. Les variétés Mwenebinja et Mundere, avec de couleur mal cotée, ont des graines dont les couleurs virent vers marron foncé et marron tachetées de noir à la fin de cuisson. Les habitants de Bukavu et du Sud-Kivu en général seraient habitués aux haricots dont les graines virent vers chocolat ou rouge à la fin de cuisson tel observé

pour la plupart de reste des variétés. Les mêmes tendances ont été faites pour les variétés de Kabare et Walungu (Irengue et al., 2015 ; Fikiri et al., 2016). L'odeur quant à elle fait partie des propriétés sensorielles clés influençant la préférence des consommateurs pour l'une ou l'autre variété de haricot (Osorio-Díaz et al., 2003). Sa qualité et intensité comme celle du goût dépendent en grande partie des variétés, et des conditions de stockage et de climat (Shiga et al., 2004).

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Ce travail avait pour objectif de déterminer les caractéristiques physico-chimiques, sensorielles et culinaires des variétés de haricot cultivées dans le territoire de Kalehe. Les variétés M'mpuyeye, M'nyantinda et M'sole ont des teneurs élevées en Fer et en Zinc. La variété M'nyantinda a pris peu de temps pour cuire et a eu un grand volume d'imbibition. Les variétés Nakaja et M'sole ont consommé moins d'eau. Les variétés Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyeye ont le total faible et par conséquent meilleurs en général que les autres sur le plan sensoriel. Les variétés M'nyantinda est intéressante eu

égard à sa teneur élevée en Fer et en Zinc et appréciée pour ses caractéristiques culinaires et sensorielles. Les variétés M'mpuyeye, M'nyantinda et M'sole sont à utiliser pour améliorer les teneurs en Fer et Zinc des variétés à faibles teneurs en ces éléments avec un rendement élevé telles les variétés volubiles. Aussi les variétés Nakarhanazi, M'nyantinda et M'mpuyeye sont à utiliser pour améliorer les caractéristiques sensorielles des variétés les moins préférées et La variété M'nyantinda les caractéristiques culinaires.

## REFERENCES

- André 1993. Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. Gembloux (Belgique): 63pp.
- Berrios, J. D. J., Swanson, B. . & Cheong, W. . (1999) Physicochemical Characterization of Stored Black Beans. *Food Research International*, 3: 669–676pp.
- Casinga, C. M.; Cirimwami, L. T.; Amzati, G. S.; Katembera, J. I.; (2015) Effect of the Environment on the Adaptability of Biofortified Bean Genotypes in the Eastern Democratic Republic of Congo: Case of South Kivu. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*, 3 (9),: 38–47.
- CIAT/Havres Plus, 2009. Le haricot riche en fer. Améliorer les cultures pour une meilleure alimentation. Note d'information. IFPRI, CIAT. Washington, DC 20006-1002. USSA,
- Dalla Corte, A., Moda-Cirino, V., Scholz, M. & Destro, D. (2003) Environment Effect on Grain Quality in Early Common Bean Cultivars and Lines. 3 (3),: 193–202pp.
- Fikiri, p. Safari B. et obedi N. 2016, contribution à l'analyse chimique et évaluation des caractéristiques culinaires et sensorielles de 11 variétés locales de haricot cultivées dans les territoires de Kabare ; Mémoire inédit/UCB : 54pp.
- Fromme L., 2006. Génie culinaire, préparation à l'écrit de l'épreuve pratique. Wageningen university. Nederland : 150pp
- Guilbert R et Richard P., 1992. Contribution à la compréhension de la cuisson domestique sous la pression de vapeur. Archive ouvert, Agro-paris Tech, France : 292pp
- Guzman-Maldonado, S., Acosta-Gallegos, J. & Paredes-Lopez, O. (2000) Protein and Mineral Content of a Novel Collection of Wild and Weedy Common Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). *J. Sci. Food Agric.*, 80,:1874–1881pp.
- Irengé, E., Safari B. et obedi N. (2015) Détermination de la teneur en nutriments et évaluation des caractéristiques culinaires et sensorielles de 9 variétés locales de haricot cultivées à Walungu. Mémoire inédit/UCB: 39pp.
- Isabelle, L. 2004. Contribution à l'étude de la biodisponibilité du fer et du zinc dans le grain de mil et conditions d'amélioration dans les aliments de complément. Thèse. Montpellier II. France 245pp.
- Kinyanjui, P. K., Njoroge, D. M., Christiaens, S., Sh-, A., Makokha, A. O., Sila, D. N. & Hendrickx, M. E. (2015) Effect of Storage Conditions on Pectic Polysaccharides in Common Beans (*Phaseolus Vulgaris*) in Relation to the Hard-to-Cook Defect. *Food Research International* [Online]. Available from : <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.005>.
- Legrand N et Bimbert A., 2007. Génie des procédés culinaires. Des bases aux applications, Dunod, Paris : 78pp.
- Marques, M., Jaeger, L. M., Carvalho, D., Regini, M. & Luiz, J. (2010) Water Absorption, Hard Shell and Cooking Time of Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *African Journal of Food Science and Technology*, 1 (July),:13–20pp.
- MINAGRI 2010. Programme National de sécurité Alimentaire. Version amendée après l'atelier national du 16 Décembre 2010, 5pp.
- Mirindi C., Mbikayi N., Kijana R., Elukessu K., Bakulikira R., Koleramungu, Mongana E., et. Rubabura K 2015 Comportement et adaptabilité de quelques

- variétés biofortifiées du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) en conditions agro-écologiques des provinces du Nord et Sud Kivu à l'Est de la RD Congo International Journal of Innovation and Scientific Research, 18 (2), :252-261
- Morales de León, J. C., Vázquez-Mata, N., Torres, N., Gil-Zenteno, L. & Bressani, R. (2007) Preparation and Characterization of Protein Concentrate from Fresh Andhardened Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, 72,: 96–102pp.
- Nakitto, A. ., Muyonga, J. . & Nakimbugwe, D. (2015) Effects of Combined Traditional Processing Methods on the Nutritional Quality of Beans,. *Food Sci Nutr*. 2015., 3 (3),: 233–241pp.
- Nyabyenda P., 2005. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique : Généralités, Légumineuses alimentaires, Plantes à tubercules et racines, Céréales. Gembloux : Presses Agronomiques de Gembloux.
- Osorio-Díaz, P., Bello-Pérez, L. ., Sáyago-Ayerdi, S. ., Pilar Benítezreyes, M. Del, Tovar, J. & Paredes-López, O. (2003) Effect of Processing and Storage Time on in Vitro Digestibility and Resistant Starch Content of Two Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Varieties. *Journal of the science of food and agriculture*, 83,:1283–1288pp.
- Padra, 2006. Les haricots de meilleures qualités pour l'Afrique. CIAT, kampala, Ouganda : 9pp
- REARAFOR., 2009. Inventaire des technologies agricoles et forestières éprouvées et prometteuses disponible en République Démocratique du Congo. Programme de relance de la recherche agricole et forestière. GCP-R.D.C, Kinshasa : 176pp
- Sánchez-Arteaga, H. M., Urías-Silvas, J. E., Márquez, H., Espinosa-Andrews, E. & García-Marquez (2015) Effect of Chemical Composition and Thermal Properties on the Cooking Quality of Common Beans (*Phaseolus Vulgaris*). *CYTA - Journal of Food*, 13 (3),: 385–391pp
- Segura-campos, M. R., Cruz-salas, J., Chel-guerrero, L. & Betancur-ancona, D. (2014) Chemical and Functional Properties of Hard-to-Cook Bean (*Phaseolus Vulgaris* ) Protein Concentrate. (November),: 281–288pp.
- Shiga, T. M., Lajolo, F. M. & Filisetti, C. . (2004) Changes in the Cell Wall Polysaccharides during Storage and Hardening of Beans. *Food Chem*, 84,: 53–64pp.
- Thome, J., Harvest plus : plate formes intégrées pour le développement et diffuser les plantes alimentaires biofortifiées. CIAT-Harvestplus, [www.harvestplus.org](http://www.harvestplus.org) (le 10/10/2015) : non paginé
- Turhan, M. & Gunesakaran, S. (2002) Kinetics of in Situ and in Vitro Gelatinization of Hard and Soft Wheat Starches during Cooking in Water. *J. Food Eng.*,: 52 (1–7)pp.
- Yu, S., Ma, Y. & Sun, D.-W. (2009) Impact of Amylose Content on Starch Retrogradation and Texture of Cooked Milled Rice during Storage. *Journal of Cereal Science*, 50 (2),: 139–144pp