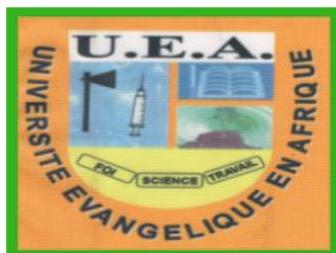


UNIVERSITE EVANGELIQUE EN AFRIQUE



U.E.A/BUKAVU

B.P:3323

FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET DE L'ENVIRONNEMENT

Evaluation d'aptitudes agronomiques de l'oignon (*Var Red Créole*) sous la gestion de la fertilité organique du sol à KASHUSHA, Est de la RDC

Présenté par : ALFAJIRI BAMANYIRWE Jérémy

Travail de fin de cycle présenté en vue de
L'obtention du diplôme de graduat en Sciences
agronomiques et de l'environnement

Option : Agronomie générale

Encadré par : CT. Ir SHAKANYE NDJADI Serge

ANNEE ACADEMIQUE : 2019-2020

EPIGRAPHE

« Celui qui a l'esprit calme est un homme intelligent. »

(Proverbes 17 :27)

« Ma liberté ne sert à rien si ma liberté de faire des erreurs n'en fait pas partie ».

(MAHATHMA GHANDI)

DEDICACE

Nous dédions ce travail par amour et profonde gratitude à nos très chers parents KULIMUSHI KUSINZA Sosthène et KIYADA FARADJA Tumaini pour d'énormes sacrifices consentis pour nos études et surtout pour l'éducation que vous nous avez offert,

Tous nos frères, amis et connaissances, vous avez fait de nous ce que nous sommes devenus.

Alfajiri Bamanyirwe Jérémy

REMERCIEMENTS

Premièrement, mes sincères remerciements à mon Dieu qui m'a permis de commencer et de terminer cette recherche. Deuxièmement, C'est pour moi un moment favorable de témoigner et de marquer un signe de sincère reconnaissance aux personnalités qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre.

Je remercie par la suite, les autorités académiques de l'Université Evangélique en Afrique (UEA), particulièrement celles de la Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement ; et tous mes formateurs ayant intervenus dans mon cursus académique.

J'adresse ma profonde gratitude au CT SHEKANYE NDJADI Serge, pour avoir bien voulu accepter d'assurer l'encadrement scientifique de ce travail de fin du premier cycle.

Ma reconnaissance s'adresse, à mes parents KULIMUSHI KUSINZA Sosthène et KIYADA FARADJA Tumaini pour vos soutiens matériels et financiers sans lesquels la finalisation du présent travail ne pourrait être possible et aussi pour votre affection et encouragement dans toutes mes activités. A mes frères, sœurs, mes oncles maternels et paternels pour toute forme de conseil accordé à ma faveur pour la réussite académique, longue vie à vous ma famille.

Je saisi de cette occasion pour remercier aussi les amis de lutte et les connaissances qui nous ont été utiles pour un bon accomplissement de notre Travail. Il s'agit entre autres : SADI ALI Daddy, MUNKWA MURHEGA, BIRIMWIRAGI CIRHAKARHULA Jacques, NTALE YAMUSHAGALUSA Elie, ARCHANGE HINYIZA Laurent, LUNANGA KABALE Elie, KABERA BANGA David, ADIDJA JUMA Assinah, BAWELA MULUNGULA David, ...

A tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'aboutissement de ce travail, qu'ils trouvent sous ces lignes l'expression de notre profonde gratitude et reconnaissance.

Alfajiri Bamanyirwe Jérémy

LISTES DE SIGLES ET ABREVIATIONS

A2019 :	Saison culturale A en 2019
B2020 :	Saison culturale B en 2020
CAS :	Central Authentication Service
CSA :	Climate Smart Agriculture
DAP :	Di-ammonium phosphate
FAO :	Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
GRAB :	Groupe des Recherches en Agriculture Bio
IFA :	International Fertilizer Association
INERA :	Institut National d'Etudes et Recherches Agronomique
M.O + NPK :	Matière Organique mélangée à l'azote(N), Phosphore(P) et Potassium(K)
M.O :	Matière Organique
MAP :	Mono-ammonium phosphate
pH :	Potentiel Hydrogène
RDC :	République Démocratique du Congo
SIPMM :	Section Interprofessionnelle de Première Mise en Marché
U.E.A :	Université Evangélique en Afrique
UNIFA :	Union des Industries de la Fertilisation

TABLE DES MATIERES

EPIGRAPHE -----	I
DEDICACE -----	II
REMERCIEMENTS -----	III
LISTES DE SIGLES ET ABREVIATIONS -----	IV
TABLE DES MATIERES -----	V
TABLE DES IMAGES -----	VII
TABLE DES TABLEAUX -----	VII
TABLE DES FIGURES -----	VII
RESUME -----	VIII
ABSTRACT -----	IX
INTRODUCTION -----	1 -
Contexte, problématique et justification du sujet -----	1 -
Objectif général -----	2 -
Objectifs spécifiques -----	2 -
Hypothèse -----	2 -
Subdivision du travail -----	3 -
1^{ère} PARTIE : REVUE DE LA LITTÉRATURE -----	4 -
1. GENERALITES SUR LA CULTURE D'OIGNONS (<i>Allium cepa</i>) -----	4 -
1.1. Origine et production -----	4 -
1.2. Exigences écologiques -----	5 -
1.3. Importance de l'Oignon -----	5 -
a) Importance agronomique -----	5 -
b) Importance alimentaire -----	5 -
c) Importance médicinale -----	6 -
2. GENERALITES SUR LA FERTILISATION DU SOL -----	7 -
a) La fertilisation organique -----	7 -
b) La fertilisation minérale -----	8 -
c) La fertilisation organo-minérale -----	8 -
2.1. Récolte -----	9 -
2^{ème} Partie : MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES -----	11 -

1. MILIEU -----	11 -
a) Localisation -----	11 -
b) Limite du milieu d'étude-----	11 -
c) Sol-----	12 -
d) Climat -----	12 -
e) Végétation -----	13 -
2. MATERIELS -----	13 -
a) Matériels végétaux -----	13 -
b) Matériels non-végétaux -----	13 -
c) Autres matériels-----	13 -
3. METHODOLOGIE -----	14 -
3.1. Conduite de l'expérimentation -----	15 -
a) Installation des essais -----	15 -
b) Repiquage et transplantation -----	15 -
c) Entretien au champ-----	15 -
d) Récolte -----	15 -
3.2. Paramètres et variables observés dans le champ -----	16 -
3.3. Analyse statistique des données -----	16 -
3^{ème} PARTIE : RESULTATS, INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS -----	17 -
1. RESULTATS ET INTERPRETATIONS -----	17 -
1.1. Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance en fonction de la saison -	17 -
a) Effet de la fertilisation sur le diamètre au collet en fonction de la saison -----	17 -
b) Effet de la fertilisation sur la hauteur des plants en fonction de la saison -----	18 -
1.2. Effet de la fertilisation sur les paramètres de rendement en fonction de la saison -	19 -
-	
a) Effet de la fertilisation sur la biomasse des plants en fonction de la saison-----	19 -
b) Effet de la fertilisation sur l'indice de récolte en fonction de la saison -----	20 -
c) Effet de la fertilisation sur le rendement en fonction de la saison -----	21 -
DISCUSSIONS -----	22 -
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS -----	24 -
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -----	25 -

TABLE DES IMAGES

<i>Image 1: Carte du territoire de KABARE</i>	<i>- 11 -</i>
---	---------------

TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Résultats de l'analyse du sol de Kashusha</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Tableau 2: Tableau des caractéristiques du climat</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Tableau 3: Quantité des fertilisants apportés par traitement</i>	<i>- 13 -</i>

TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1: dispositif expérimental utilisé</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figure 2: Effet de la fertilisation sur le diamètre au collet en fonction de la saison au 1er mois (figure a) et au 2ème mois (figure b).....</i>	<i>- 17 -</i>
<i>Figure 3: Effet de la fertilisation sur la hauteur des plants en fonction de la saison au 1er mois (figure 3.a) et 2ème mois (figure 3.b).....</i>	<i>- 18 -</i>
<i>Figure 4: Effet de la fertilisation sur la biomasse totale en fonction de la saison</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Figure 5: Effet de la fertilisation sur l'indice de récolte en fonction de la saison</i>	<i>- 20 -</i>
<i>Figure 6: Effet de la fertilisation sur le rendement en Kg/ha en fonction de la saison</i>	<i>- 21 -</i>

RESUME

L'oignon est une espèce très répandue au niveau mondial pour ses bulbes destinés à différents usages, dont particulièrement à la consommation humaine. Les faibles rendements enregistrés en République Démocratique du Congo (RDC) sont dus à de nombreuses contraintes dont la faible application et ou la fertilisation inappropriée, la protection phytosanitaire mal maîtrisée, les aléas climatiques mais aussi et surtout à l'utilisation des variétés à faible potentiel de rendement. L'objectif global assigné à ce travail était de contribuer à l'amélioration de la production de l'oignon par une gestion efficace de la fertilisation organique. Pour ce faire, une expérimentation a été réalisée à Kashusha au courant de la saison culturale A 2019 et B 2020 sur le site expérimental de l'Université Evangélique en Afrique (UEA). L'essai était conduit suivant le dispositif en parcelle complètement randomisée. Un seul facteur était étudié, la fertilisation sous 4 modalités dont : la matière organique en apport unique, la matière organique en apport saisonnier, la matière organique + NPK composite ainsi que le contrôle. Les observations ont porté sur les paramètres de croissance et de rendement. Les résultats trouvés montrent que la matière organique en apport saisonnier était plus performante, donnant des grands rendements pour toutes les deux saisons A2019 et B2020 cela prouve que les saisons n'ont d'influence sur la culture.

Mots-clés : aptitudes agronomiques ; Oignon ; variété ; fertilisant ; Kashusha ; MO ; NPK

ABSTRACT

The onion is a species very popular worldwide for its bulbs intended for different uses, especially for human consumption. The low yields recorded in the Democratic Republic of Congo (DRC) are due to many constraints including poor application and / or inappropriate fertilization, poorly controlled phytosanitary protection, climatic hazards but also and above all to the use of low potential varieties. yield. The overall objective assigned to this work was to help improve onion production through effective management of organic fertilization. To do this, an experiment was carried out in Kashusha during the growing season A 2019 and B 2020 on the experimental site of Université Evangélique en Afrique (UEA). The trial was conducted using the fully randomized plot design. A single factor was studied, fertilization under 4 modalities including: organic matter as a single input, organic matter as a seasonal input, NPK composite organic matter as well as control. Observations focused on growth and yield parameters. The results found show that the organic matter in seasonal input was more efficient, giving great yields for all two seasons A2019 and B2020 this proves that the seasons have no influence on the crop.

Keywords: agronomic skills; Onion; variety; fertilizer; Kashusha; MO; NPK

INTRODUCTION

Contexte, problématique et justification du sujet

La population de l'Afrique sub-saharienne est passée de 578,5 millions en 1995 à 659 millions en 2000 avec une croissance annuelle d'environ 3%. Cette population ne cesse de s'accroître et suivant les projections de la Banque Mondiale, ce chiffre sera de 1500 millions d'habitants en 2020 (World Bank, 2001). Suivant le rapport de la FAO (2005-2009), sur l'alimentation au monde, la République démocratique du Congo est le seul pays ayant connu une exponentialité de la proportion des sous nourris sur la période 1990-1992 à 1997-2000, soit 17 millions de personnes (29%). Ce qui représente 22% de l'exponentialité dans cette période dans le monde. Le nombre de personnes sous - nourries a triplé en République démocratique du Congo et suivant la même statistique aujourd'hui, à peu près 70% des personnes sont mal nourries.

Pour la FAO (2012), l'intensification de la production des cultures maraichères (légumes) s'accompagne souvent d'une augmentation de l'utilisation d'intrants tels que les engrais et pesticides. Ceci est d'autant plus logique que la production s'inscrit de plus en plus dans une structure de production intensive (cultures irriguées, variétés productives) qui, pour être rentable, nécessite l'utilisation de ces facteurs de production. Kahane et *al.* (2014) montrent qu'en Afrique, 275 espèces de légumes (cultures maraichères) sont consommées, soit 207 espèces pour les feuilles, 31 espèces pour les fruits. Sur le plan nutritionnel, leur composition relativement équilibrée leur confère une valeur nutritionnelle exceptionnelle.

En RDC, l'agriculture est confrontée à multiples problèmes, notamment les problèmes d'ordre techniques, Socio-politiques, économiques, environnementales ou écologiques et culturelles (Lunze, 2013 ; Samson, 2018). Signalons tout de même que plusieurs difficultés sont à noter dans la production maraichère. Les contraintes sont observées de la production à la commercialisation ; Elles sont regroupées en contraintes sociales, économiques et techniques, dont l'ensemble constitue autant de facteurs déclencheurs du dysfonctionnement de la pratique maraichère en général (Muzungu, 2010). En plus de ces contraintes qui sont directement liées à la production, les consommateurs imposent aux maraîchers une autre série de contraintes qui proviennent de l'exigence en matière de qualité.

Les différentes contraintes mentionnées ci-haut, induisent un dysfonctionnement du maraîchage et conduisent les maraîchers à adopter un comportement adaptatif pour réduire et

Contourner ces contraintes ; Le choix des stratégies par les maraîchers dépend de la perception des contraintes rencontrées et des ressources facilement mobilisables par Agossou et *al.* (2001). Pour une amélioration du rendement soumis à l'application des engrais, certaines techniques sont indispensables compte tenu de l'évolution du temps, de la variation du climat, de l'économie, etc. Certains paysans utilisent les engrais pour accroître leurs rendements et il s'agit généralement des engrais minéraux mais dans certaines campagnes, seuls les engrais organiques prédominent, c'est pour cela que l'histoire de la fertilisation est relativement facile à explorer compte tenu des nombreuses sources écrites et pratiques laissées par les chercheurs agronomes et par certaines institutions (Anonyme, 2004).

La fertilisation en maraîchage biologique est sans aucun doute encore un vaste domaine à explorer. Le manque de références sur les besoins des cultures d'une part, et sur les possibilités de fournitures du sol par minéralisation d'autre part, amène bien souvent les producteurs à « naviguer à vue » en utilisant des doses standards, qui ne reposent pas sur des bases agronomiques éprouvées (Anonyme, 2014)

Objectif général

Cette recherche vise généralement à contribuer à l'amélioration de la production de l'Oignon par une meilleure gestion de la fertilité organique du sol.

Objectifs spécifiques

Il nous est demandé spécifiquement de (d') :

- ✓ Evaluer le comportement végétatif et génératif de l'Oignon dans les conditions climatiques de Kashusha ;
- ✓ Déterminer le type de fertilisation qui contribue efficacement à formation du rendement de la culture

Hypothèse

La problématique de ce travail a certes suscité des questions auxquelles nous estimons les réponses ci-après et qui feront l'objet de vérification tout au long de ce travail

- ✓ La croissance et la production de la culture seront mises en évidence par les options de la fertilisation en étude ;

- ✓ L'engrais organique apport saisonnier favoriserait la formation d'un grand rendement par rapport aux autres fertilisants.

Subdivision du travail

A part l'introduction, la conclusion et quelques suggestions, le présent travail est constitué de trois parties, dont la première porte sur la revue de la littérature ; la deuxième se focalise sur la méthodologie ; et ensuite la troisième partie parle de la présentation, de l'interprétation et discussion des résultats.

1^{ère} PARTIE : REVUE DE LA LITTÉRATURE

1. GENERALITES SUR LA CULTURE D'OIGNONS (*Allium cepa*)

Les cultures potagères désignent la culture de légumes sur de petites superficies en vue de l'autoconsommation d'une famille, etc.... (Fermes, écoles, hôpital, prison, etc.) (Chadha et Oluoch, 2003).

Les cultures maraîchères sont des plantes annuelles ou pérennes, arbustives ou herbacées entretenues dans un espace agricole délimité généralement exploité de manière intensive et dont la récolte est vendue en plus ou moins grande quantité et fournit des ingrédients qui participent à la composition des sauces ou des salades (Austier, 1994).

1.1. Origine et production

L'oignon (*Allium cepa* L.) est originaire de la partie sud-ouest de l'Asie centrale (Afghanistan, Iran, et Pakistan) et les républiques méridionales de l'ancienne URSS. (Jones et Mann, 1963).

L'oignon (*Allium cepa*), appartient à la famille des Alliaceae (anciennement Liliaceae), est une espèce herbacée, largement cultivée partout dans le monde. L'oignon était déjà cultivé, il y a 5000 ans, en Égypte où il était très prisé. C'est une excellente source de nutrition, fournissant des quantités significatives de vitamines C, B6, potassium, composants bioactifs tels que flavonoïdes, acide folique... ainsi que du calcium et du fer (Albitar, 2010). Les oignons sont la récolte horticole deuxième dans le monde entier, après des tomates, avec une production annuelle courante d'environ 66 millions de tonnes. La composition nutritionnelle de l'oignon se rapproche de celle des autres légumes frais, Il est plus ou moins riche en eau de constitution (89.11%), Il doit l'essentiel de son apport énergétique à ses glucides qui inclut le sucrose (1.60g), et sa galactoside, à savoir le raffinose (0.20g) ; Les protéides, les lipides et les autres constituants énergétiques de l'oignon ne sont présents qu'en très faibles quantités. Les fibres, moyennement abondantes, sont constituées à la fois de cellulose et d'hémicellulose (Dini et al., 2008).

1.2. Exigences écologiques

La culture de l'oignon peut être réalisée sous différents climats, notamment tropicaux et tempérés, mais les rendements sont plus élevés dans les régions où l'on observe une alternance des saisons. La germination a alors lieu pendant la saison fraîche et la maturation pendant la saison plus chaude. L'oignon est une plante assez facile à cultiver en climat doux et peu humide. Une saison fraîche et sèche améliore la production (CSA, 2011).

L'oignon préfère un climat Chaud ou tempéré à Jours longs (en général), il réussit dans tous types de terres mais préfèrent un sol argilo - sableux drainant à $\text{PH} > 6,5$ En ce qui concerne la fertilisation, l'engrais organique et minéral sont apporter ainsi que le compost très mûre, l'excès d'azote causes des maladies a la plante (Joseph, 2005).

1.3. Importance de l'Oignon

a) Importance agronomique

L'oignon possède plusieurs caractéristiques agronomiques telles que la meilleure productivité, économie d'eau, énergie, nutriments, etc. La production plus importante, de plus haute valeur commerciale et la réduction significative de maladies fongiques post-récoltes, avec l'obtention d'une maturité plus rapide et uniforme entre les bulbes et un meilleur séchage des feuilles externes protectrices suite aux meilleurs systèmes de culture, la meilleure absorption de l'eau et des nutriments, sont des caractéristiques qui confèrent à la culture des propriétés intéressantes (Azud, 2016).

b) Importance alimentaire

Utilisé comme condiment ou comme légume, l'oignon se retrouve dans toutes les cuisines (SIPMM Oignon, 2013). Le secteur des fruits et légumes bénéficie globalement d'une bonne image auprès des consommateurs grâce à la variété de son offre, la qualité de ses produits sur le plan gustatif et à son image dans l'équilibre nutritionnel. Les fruits et légumes nous fournissent non seulement les vitamines et protéines nécessaires à l'organisme, mais aussi ils présentent, d'autres avantages pour la santé. Les effets bénéfiques sur la santé se retrouvent à différents niveaux : digestion (transit, élimination des toxines), circulation (régulation de la tension artérielle, élimination du cholestérol), statut

osseux (ralentissement de la perte de calcium, propriétés phyto-ostrogéniques), lutte contre le vieillissement (rôle antioxydant), équilibre pondéral (faible contribution énergétique et richesse en fibres, vitamines et minéraux) (Ndong, 2011).

Les oignons (*Allium cepa* L.) sont développés principalement comme matériaux de nourriture. Ils sont fortement évalués pour leur valeur nutritive en fournissant les constituants mineurs tels que des éléments minéraux et oligoéléments. Les ampoules sont bouillies et employées dans crues de potages et de ragoûts. Elles sont également préservées sous forme de conserve au vinaigre. Les feuilles d'oignon sont également employées en salades et potage. L'oignon s'invite fréquemment en cuisine, grâce à sa saveur caractéristique qui agrmente à merveille toutes les recettes. Son odeur et sa saveur si spécifiques proviennent des substances soufrées qui le composent (50 mg/100 g). Il contient une quantité de vitamines et minéraux essentiels. Concentré en vitamines A et B, l'oignon présente également une teneur remarquable en vitamine C. Il est idéal pour garder la forme tout au long de l'année. L'oignon regorge de minéraux : potassium (170 mg/100 g) ; phosphore (35 mg/100 g) et calcium (25 mg/100 g). Faible en calories (34 kcal en moyenne), ce légume se compose essentiellement de glucides et d'eau. Le bulbe apporte des fibres (1,42 g/100 g) et des antioxydants. Pour profiter au mieux de leurs bienfaits, il est préférable de consommer l'oignon cru. On peut le râper finement sur les salades composées, les légumes cuits, les pâtes, les viandes et volailles ou encore les poissons (SIPMM Oignon, 2013).

c) Importance médicinale

En Asie l'oignon est utilisé contre la toux, l'hypertension et le mal de gorge. En Asie orientale, il est utilisé contre la fièvre. Les arabes utilisent l'oignon pour le traitement des ulcères. De même, l'oignon est utilisé dans les traitements suivants ; en cas de carence en vitamines A, B et C ; pour améliorer la mémoire ; contre les toux et le mal de gorge. De même, il est utilisé contre la gastro-entérite, l'hypertension, l'infection urinaire, le diabète et les mycoses. Cependant, l'oignon peut irriter la peau chez les personnes allergiques ou en cas d'utilisation prolongée. Eviter aussi le contact avec les yeux par Huet *et al.* (2003).

2. GENERALITES SUR LA FERTILISATION DU SOL

La fertilité d'un sol est son aptitude, naturelle ou acquise, à fournir des récoltes plus ou moins abondantes et régulières d'une ou de plusieurs espèces végétales déterminées, les conditions extrinsèques au sol étant supposées favorables (Valérie, 1969).

Selon Beaudet *et al.* (2004), la fertilité d'un sol est la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques de ce sol. Riman (2013) emprunte à H.P. Rusch la notion de « fécondité du sol », son aptitude à produire toute la chaîne alimentaire, allant des micro-organismes à l'homme, en passant par la plante et l'animal et ceci pendant des générations. L'exportation sans remplacement d'éléments nutritifs contribue à la dégradation des sols (IFA, 2014). La fertilisation s'avère donc incontournable pour le maintien du niveau de productivité des sols. Castillon *et al.* (1995) ont défini la fertilisation comme étant un ensemble de techniques agricoles mettant en œuvre des matières fertilisantes.

C'est une pratique nécessaire pour maintenir ou améliorer la fertilité des sols et apporter les éléments nutritifs nécessaires à la culture ; les matières utilisées peuvent être organiques ou minérales (Busson *et al.*, 2012). Selon IFA (2014), la fertilisation des sols appauvris en éléments nutritifs, associée aux meilleures pratiques culturales et à des conditions de croissances végétales favorables, permet d'augmenter la productivité végétale.

a) La fertilisation organique

Les fumures organiques présentent des effets très bénéfiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol. L'utilisation de fumier et de compost contribue à maintenir le niveau de matière organique dans le sol. Une fois répandu sur un champ, le compost fournit des substances nutritives et augmente le niveau de matière organique du sol (Schöl, 1998). L'apport du fumier joue un rôle très important sur le recyclage des éléments nutritifs, la fertilité du sol et l'amélioration de la production agricole (Zeinabou *et al.*, 2014).

En plus des éléments fertilisants majeurs, les engrais organiques sont riches en de nombreuses substances connues pour avoir un impact favorable sur la vie biologique des sols (CAS, 2013). Malheureusement, le processus de libération des éléments nutritifs par les engrais organiques étant lent, l'utilisation de la fumure minérale s'avère indispensable pour compenser les besoins de la plante à des moments précis de sa croissance (Houot *et al.*, 2002 ; Chailandes, 2011 et Abga, 2013).

b) La fertilisation minérale

Un engrais minéral c'est tous matériaux d'origine naturelle ou synthétique qui est ajouté à un sol pour fournir un ou plusieurs éléments nutritifs essentiels à la croissance des plantes (Abga, 2013). L'utilisation d'un engrais chimique peut donc s'avérer nécessaire pour fournir rapidement aux plantes les substances nutritives dont elles ont besoin (Schöl, 1998). Ainsi, l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) peuvent être fournis par l'engrais sans oublier d'autres éléments indispensables tels que le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le soufre (S), le bore (B), etc. Toutefois, pour constater l'effet bénéfique des fumures, une certaine quantité de matière organique est requise (Biblio, 2002).

Les engrais azotés sont fabriqués à partir d'azote, principal constituant de l'air (78% de notre atmosphère). Le gaz naturel fournit à la fois l'hydrogène et l'énergie nécessaire pour réaliser la synthèse de l'ammoniac (NH_3). Les engrais azotés minéraux sont tous obtenus à partir de l'ammoniac. Le gaz naturel représente les trois quarts du coût de production de l'ammoniac et de 55 à 70 % du coût des engrais azotés. Les engrais phosphatés sont issus des mines phosphatées exploitées depuis le milieu du XIX^{ème} siècle. Le phosphate naturel a fourni les premiers engrais minéraux. L'extraction se fait le plus souvent dans des mines à ciel ouvert. L'attaque de ce phosphate par de l'acide sulfurique permet l'obtention de superphosphate normal (18% P_2O_5). Elle conduit aussi à l'acide phosphorique qui peut réagir avec du phosphate brut pour produire le superphosphate triple (45% P_2O_5). La réaction de l'acide phosphorique avec de l'ammoniac produit les phosphates d'ammoniaque (MAP et DAP ou Mono- et Di-ammonium phosphate). Les dépôts de sel sont nés de l'évaporation de l'eau des lagunes. Les couches de potasse comportent un mélange de sels de sodium, de potassium et parfois de magnésium qui sont extraits dans des mines souterraines. Les saumures obtenues à partir d'une mer fermée comme la Mer Morte ou de lacs salés, sont aussi exploitées pour cristalliser de la potasse (UNIFA, 2001).

c) La fertilisation organo-minérale

Les engrais organo-minéraux sont des engrais organiques mélangés à des engrais minéraux pour augmenter leur valeur fertilisante (ITT, 2009). La fumure organo-minérale est nécessaire dans le maintien et l'accroissement de la fertilité des sols et des rendements (Kabore, 2013 ; Ouédraogo et Hien, 2015). Compte tenu des effets limités des fumures organiques et minérales prises séparément, il est mieux indiqué de procéder à leur

combinaison en vue d'accroître durablement la production agricole par Zeinabou *et al.* (2014).

L'apport direct de substances nutritives en répandant un engrais chimique sur le sol, n'est pas suffisant pour conserver un niveau de fertilité du sol satisfaisant (Schöl, 1998). Tandis que les apports minéraux fournissent une grande quantité d'éléments nutritifs immédiatement disponibles pour la plante, la forme organique contient du carbone organique et, habituellement, une quantité plus faible d'éléments nutritifs moins aisément disponibles (IFA, 2014).

De plus, la présence de matière organique garantit une utilisation plus efficace de l'engrais chimique par les cultures, en l'empêchant d'être lessivé (Schöl, 1998). L'association de fumure organique et d'engrais minéraux génère alors des synergies : les apports minéraux favorisent les cultures ce qui produit ainsi plus de biomasse, dont une partie est recyclée au sein de la parcelle via les résidus de récolte, le fumier, ou le compost, l'apport de ces ressources organiques peut à son tour, améliorer l'efficacité des engrais minéraux (IFA, 2014).

En neutralisant la faible acidité des sols et en apportant des éléments nutritifs aux plantes, le fumier améliore la nutrition minérale entraînant une augmentation des rendements des cultures (Pallo *et al.*, 2006 ; Arrouays *et al.*, 2012 ; Konate *et al.*, 2012 ; Miranda *et al.*, 2014).

2.1. Récolte

Les oignons se déclinent sous différentes variétés, dont la récolte ne s'effectue pas au même moment. Pour les oignons de couleurs, un feuillage entièrement fané et sec indique une parfaite maturation. La récolte se fait, selon les dates de semis ou de plantation, quand les oignons sont mûrs et que leur feuillage est desséché sur ce effectuez la récolte lorsque le temps est sec pour que les oignons puissent complètement sécher sur un sol sec, les petits oignons blancs se récoltent jeunes, soit à partir de deux centimètres de diamètre et se consomment frais. Les jeunes oignons peuvent aussi être récoltés précocement pour être consommés rapidement (Anonyme, 2016)

Pour une récolte optimale de vos oignons, utilisez une fourche-bêche. Évitez d'arracher les oignons dont les fanes ne sont pas encore bien sèches et n'ont pas encore disparu. En effet, ils ne se conserveront pas. Pour réaliser la récolte :

- Détectez les oignons mûrs à point et arrachez les bulbes en les soulevant avec une fourche-bêche ;
- évitez d'abîmer les bulbes en plantant votre outil assez loin de la rangée ;
- Retournez la terre et secouez délicatement afin de faire apparaître les oignons ;
- Rassemblez la récolte et étalez-la dans un endroit sec pour la faire sécher ou ressuyer sur le sol pendant un ou deux jours (Anonyme, 2011).

2^{ème} Partie : MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES

1. MILIEU

a) Localisation

L'expérimentation s'est effectuée à Kashusha en territoire de Kabare, sur le champ expérimental de l'Université Evangélique en Afrique situé à environ 1 km de la route Bukavu-Kavumu.

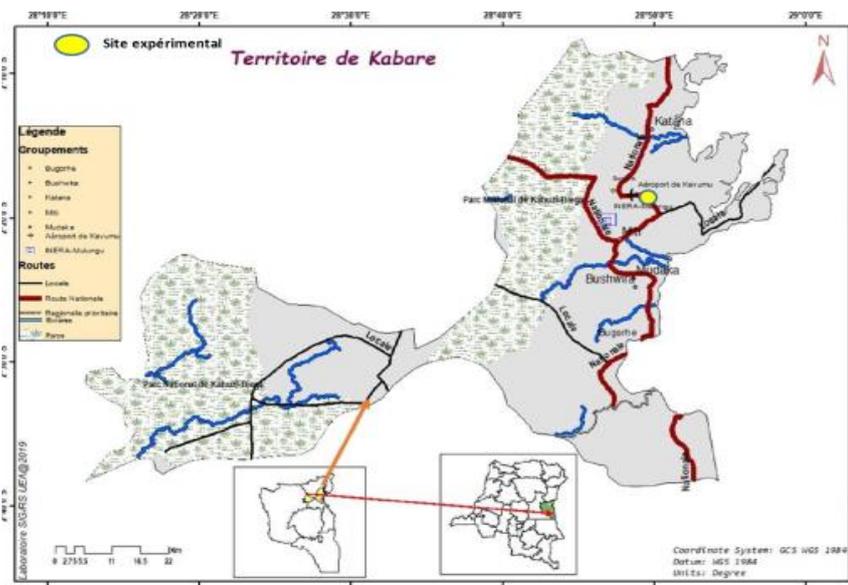


Image 1: Carte du territoire de KABARE

Kashusha se trouve dans le groupement de Miti, en territoire et collectivité de Kabare, dans la province du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo.

Cette localité se situe à 27 km au Nord de la ville de Bukavu. Les coordonnées du milieu expérimental sont : 02°18'56" de latitude Sud ; 28°47'45.9" de longitude Est. L'altitude du milieu est de 1712m.

b) Limite du milieu d'étude

La localité de Kashusha est limitée :

- Au Nord par le groupement de Bugorhe
- Au Sud par l'Institut National d'Etudes et des Recherches Agronomiques (INERA/MULUNGU)
- A l'Est par le groupement de BUSHUMBA
- A l'Ouest par la localité de COMBO

c) Sol

Le sol de notre terrain d'expérimentation est de type ferralitique, humifère et argileux sur les roches basaltiques. Ses caractéristiques sont reprises dans le tableau ci-après, selon des analyses faites au laboratoire d'analyse des sols de l'Université Nationale du Rwanda à Butare.

Eléments	Teneurs	Interprétations
pH	4,34	Acide
Carbone organique (%)	0,87	Moyen à élevé
Azote (%)	0,26	Déficient
Phosphore assimilable (ppm)	16,69	Acceptable
C/N	8,04	Moyen
CEC (méq/100g)	24,31	Elevé
Potassium échangeable (méq/100g)	0,39	Moyen
Argile	65	Prédominant
Sable	16	Faible
Limon	18	Faible

Tableau 1: Résultats de l'analyse du sol de Kashusha

d) Climat

	Janvier	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T° Moy (°C)	23,3	24	23,6	23,2	23,3
T° Min M (°C)	18,3	17,9	18	18	18,2
T° Max (°C)	28,4	30,1	29,3	28,5	28,4
Pmm (mm)	185	100	150	215	225

Tableau 2: Tableau des caractéristiques du climat

En général, le climat du milieu est favorable à une grande diversité agricole. Les principaux facteurs climatiques influençant l'agriculture dans la région sont :

- ✚ Température : la température moyenne annuelle de l'air est d'environ 19°C, les moyennes mensuelles variant entre 17,5°C et 19°C (Cikuru, 2017)
- ✚ Pluviométrie : les quantités d'eau enregistrées annuellement sont d'environ 1400 à 1500 mm La durée moyenne de la saison pluvieuse est de 9 mois, de septembre à mai, et 3 mois de sécheresse, de juin à août. Mais actuellement, on observe des perturbations climatiques dans le milieu, se traduisant par des baisses de pluviosité et des irrégularités dans la saison pluvieuse (Cikuru, 2017).
- ✚ Humidité relative : Elle est de l'ordre de 68 à 75%.

e) Végétation

Le milieu est dominé par la savane herbeuse de montagne dominée par les graminées et quelques arbustes. D'où la prédominance des graminées parmi les mauvaises herbes dans les cultures de la région (Cikuru, 2017).

2. MATÉRIELS

a) Matériels végétaux

Comme matériel végétal, nous avons utilisé une variété d'oignon. Il s'agit de Red créole pour sa réponse rapide aux différents traitements de la fertilisation et aux saisons.

b) Matériels non-végétaux

Ils sont pris comme les types d'engrais appliqués (les fertilisants) et les autres matériels utilisés Les matériels non végétaux utilisés étaient constitués des éléments fertilisants notamment les engrais organiques et le NPK du type composite.

La fertilisation est faite sous trois options. Ainsi, tenant compte de propriétés physiques et chimiques du sol, de la teneur en nutriment dans la bouse ainsi que de besoin de différentes cultures, les doses ci – après ont été appliquées :

Systèmes	Matière organique apport saisonnier (Kg)	Traitements (Quantité/9m ²)				Matière organique apport unique (Kg)
		Matière organique + NPK composite				
		MO (Kg) (g)	N	P (g)	K (g)	
Oignon	58,38	47,91	136,65	48,93	137,13	175,15

Tableau 3: Quantité des fertilisants apportés par traitement

c) Autres matériels

Pendant notre étude, nous avons utilisé d'autres matériels comme notamment :

- Une houe pour la préparation du sol
- La balance de précision pour peser le poids des engrais à apporter dans les parcelles ainsi que dans la détermination du poids de la biomasse totale.
- Le pied à coulisse nous a servi dans le prélèvement du diamètre au collet des plantes.

- Le GPS nous a servi pour le prélèvement des coordonnées géographiques du champ expérimental.
- Une règle graduée pour mesurer la hauteur de la plante.

3. METHODOLOGIE

L'essai était monté, suivant un dispositif en bloc complètement randomisé à 3 répétitions avec un seul facteur en étude dont le fertilisant pour trois modalités (fertilisation sous la matière organique apport unique, fertilisation matière organique apport saisonnier, fertilisation matière organique apport saisonnier combinée l'engrais minéral NPK ainsi que le contrôle) et là notre champ expérimental avait 12 traitements au total.

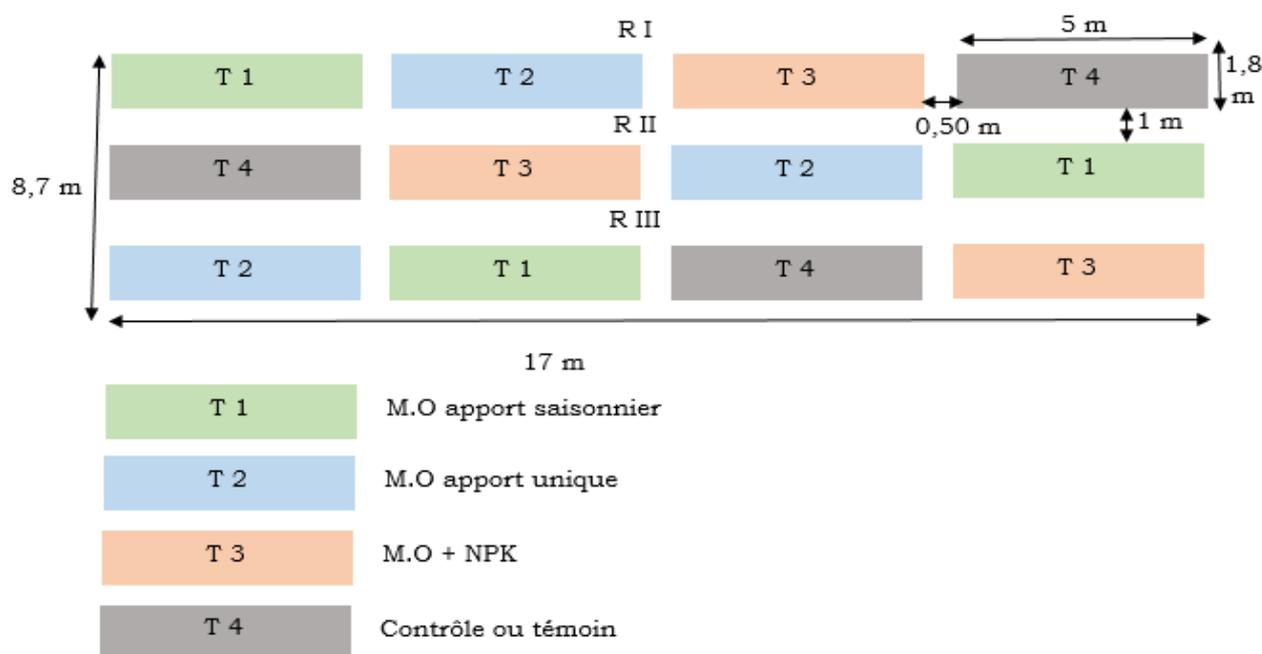


Figure 1: dispositif expérimental utilisé

Le champ expérimental était de 17m x 8,7m, correspondant à une superficie 147,9m². Le champ expérimental avait trois répétitions. Chaque répétition comportait 1 sous blocs avec 4 sous parcelles ou traitement et qui correspondait chacun à un type donné de fertilisation. Ce qui fait qu'une répétition portait 4 sous parcelles dont notre champ expérimental avait 12 sous parcelle et/ou traitement.

Chaque sous-parcelle ou traitement avait 5m de long et 1,80m de large c'est qui fait une superficie de 9m². Un espace de 50 cm était observé entre les traitements sur une même

répétition et 1m entre les répétitions. Le semis a été effectué suivant un écartement de 20cm x 20cm faisant 9 lignes par traitement et chaque ligne portant 25 pieds d'où chaque traitement portait une densité de 225 plants.

3.1. Conduite de l'expérimentation

a) Installation des essais

La délimitation du terrain, le premier et le deuxième labour, le nivellement, le traçage de tranchées ainsi que l'installation de lit de germination (germoir) et/ou pépinière et des plates-bandes constituent les premiers travaux et ont été effectués en date du 05 Septembre 2019. Le labour effectué est de 30 cm alors que le surelèvement des plates-bandes a été retenu sur 20 cm. les dimensions retenues pour une plate - bande sont de 5m X 1.80 m.

b) Repiquage et transplantation

Le repiquage dans le champ était fait en date du 13 septembre 2019 pour la saison A2019 et du 28 février 2020 pour la saison B2020 dans de parcelles de 5m x 1,80m aux écartements de 20cm x 20cm. Une densité de 225 plantules par sous parcelle était observée faisant un total de 2700 plantules pour l'ensemble de l'essai et cela était fait 60 jours après le semis en pépinière.

c) Entretiens au champ

En ce qui concerne les entretiens, des sarclo-binages étaient effectués pour diminuer les effets de la compétition de mauvaises herbes dans le champ afin de permettre une bonne circulation de l'eau et un bon développement des racines et bulbes.

d) Récolte

La récolte était faite en date du 18 septembre 2019 dans A2019 et 18 mars 2020 dans la saison B2020 quand plus de 75% des plats non fleuris sont couchés. Elle se fait soit par la coupe des feuilles au niveau du collet (partie supérieure du collet : 4 à 5 cm) ou à 15 cm au-dessus du collet pour éviter l'endommagement des tissus charnus des bulbes ; on doit les laisser ressuer pendant une semaine à l'ombre aérée ou en les protégeant du soleil avec les feuilles, les herbes ou les tiges. La récolte doit se faire pendant les périodes fraîches de la journée (tôt le matin et ou tard le soir).

3.2. Paramètres et variables observés dans le champ

Au cours de notre expérimentation, compte tenu des objectifs assignés dans l'étude, nous avons étudié les paramètres de croissance et de rendement

- ✓ Le diamètre au collet après 1 et 2 mois (en cm) en mesurant les plants avec un pied à coulisse,
- ✓ La hauteur des plants après 1 et 2 mois (en cm) en mesurant les plants avec un mètre ruban,
- ✓ La biomasse fraîche totale par un pesage, le rendement parcellaire. Ce rendement a été extrapolé à l'hectare afin de retenir le caractère réel de l'exploitation.

3.3. Analyse statistique des données

L'encodage était effectué par le logiciel MS Excel 2013. Ce même outil a rendu possible le traçage graphique et quelques éléments de la statistique descriptive. Les données obtenues par l'expérimentation étaient soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) pour ressortir l'influence de différents traitements en étude. La séparation des moyennes était faite, là où la différence était significative, par le test de LSD (least significant difference) au seuil de signification de 5%. Le logiciel RStudio version 3.5 nous a servi pour ces analyses.

3^{ème} PARTIE : RESULTATS, INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS

1. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1.1. Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance en fonction de la saison

a) Effet de la fertilisation sur le diamètre au collet en fonction de la saison

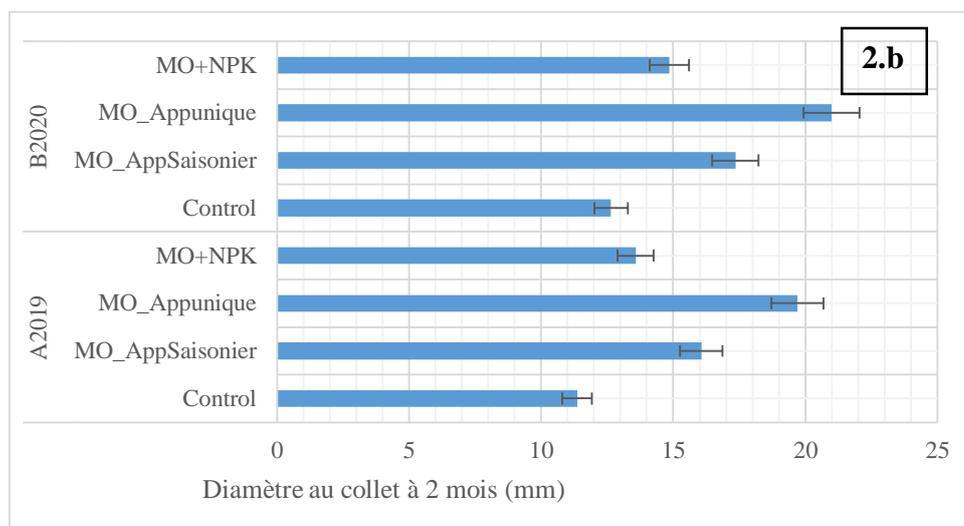
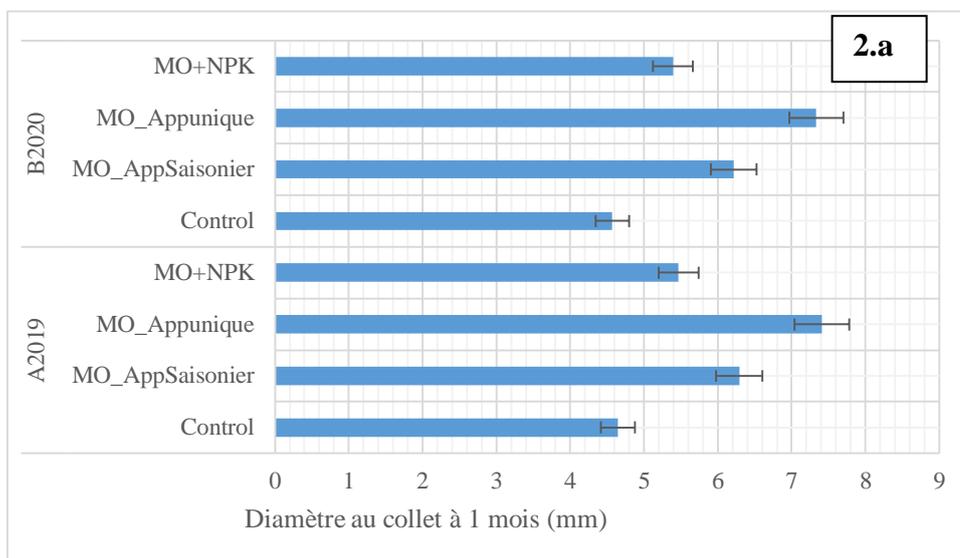


Figure 2: Effet de la fertilisation sur le diamètre au collet en fonction de la saison au 1^{er} mois (figure 2.a) et au 2^{ème} mois (figure 2.b).

L'analyse de la variance appliquée sur le diamètre au collet de l'Oignon révèle que la saison n'a pas eu d'influence significative sur le diamètre au collet au 1^{er} mois ($p=0.545$) mais a influencé de façon hautement significative au 2^{ème} mois ($p=1.07e-08***$) tandis que la fertilisation a eu un effet hautement significatif au 1^{er} ($p=3e-10***$) et 2^{ème} mois ($p<2e-16***$). Les mêmes figures 2, révèlent également que la M.O apport unique (A) a mieux

répondu dans les deux saisons et dans les deux fréquences du temps sur les diamètres au collet suivie de la M.O apport saisonnier (B) puis M.O+NPK (B) et enfin le contrôle (C).

b) Effet de la fertilisation sur la hauteur des plants en fonction de la saison

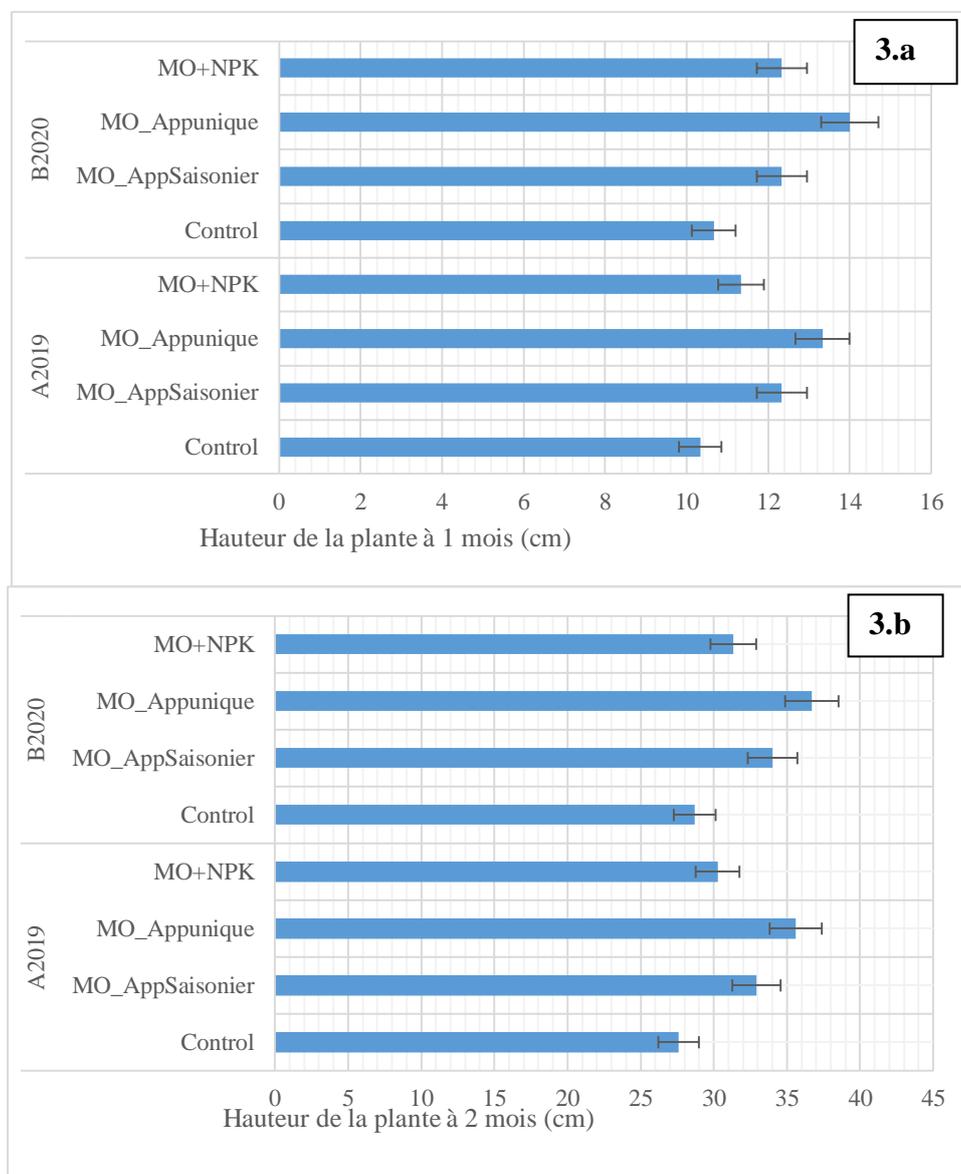


Figure 3: Effet de la fertilisation sur la hauteur des plants en fonction de la saison au 1er mois (figure 3.a) et 2ème mois (figure 3.b)

Les résultats de l'analyse de la variance appliquée sur la hauteur des plants de l'Oignon révèlent que la saison n'a pas influencé significativement la hauteur des plants au 1^{er} mois ($p=0.180764$) mais cette influence était hautement significative au 2^{ème} mois ($p=<2e-16^{***}$) tandis que la fertilisation a eu un effet hautement significatif sur la hauteur des plants au 1^{er} mois ($p=0.000197^{***}$) et au 2^{ème} mois ($p=<2e-16^{***}$). Les figures 3 montrent que la M.O

apport unique a mieux répondu dans les deux saisons et dans les deux fréquences du temps sur la hauteur des plants suivie de la M.O apport saisonnier puis M.O+NPK et enfin le contrôle.

1.2. Effet de la fertilisation sur les paramètres de rendement en fonction de la saison

a) Effet de la fertilisation sur la biomasse des plants en fonction de la saison

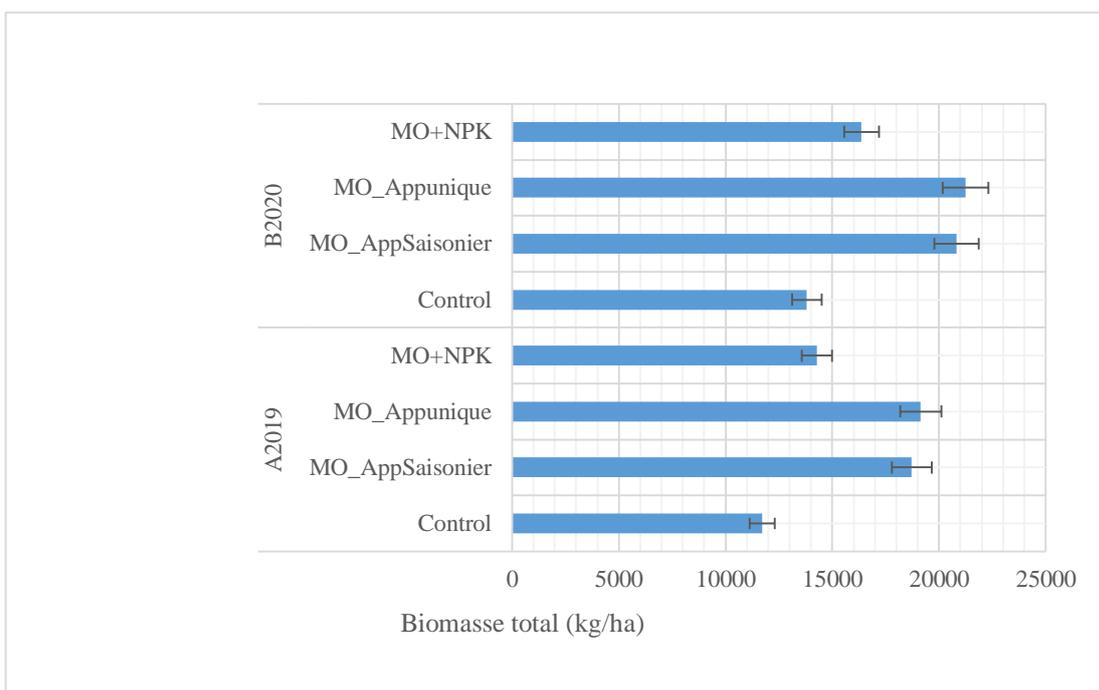


Figure 4: Effet de la fertilisation sur la biomasse totale en fonction de la saison

Dans la figure 4, les résultats sur la biomasse totale prouvent qu'il n'y a pas eu de nuance entre les saisons ($p=0.2066$) et que la fertilisation a eu un effet significatif sur la biomasse totale ($p=0.0131^*$). La même figure révèle que la M.O apport unique a donné un grand rendement dans les deux saisons sur la biomasse totale suivie de la M.O apport saisonnier puis M.O+NPK et enfin le contrôle.

b) Effet de la fertilisation sur l'indice de récolte en fonction de la saison

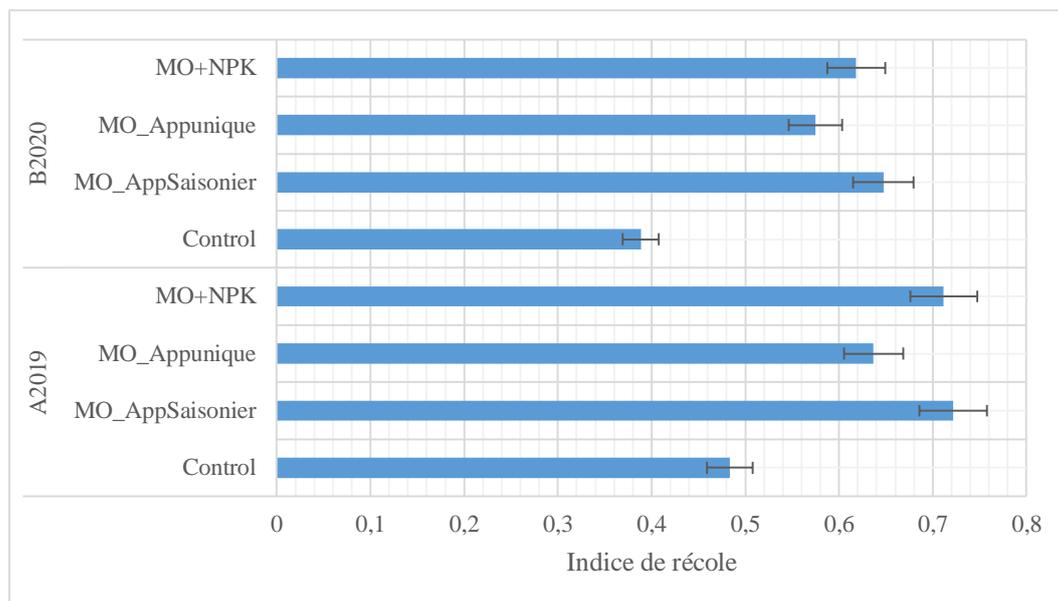


Figure 5: Effet de la fertilisation sur l'indice de récolte en fonction de la saison

Indice de récolte dans la figure 5, les résultats démontrent que la saison n'a pas agi sur l'indice de récolte (**p=0.1850**) mais pour la fertilisation, il y a eu d'influence significative (**p=0.0361***). La M.O apport saisonnier a mieux répondu dans les deux saisons sur l'indice de récolte suivie de la M.O+NPK puis M.O apport unique et enfin le contrôle.

c) Effet de la fertilisation sur le rendement en fonction de la saison

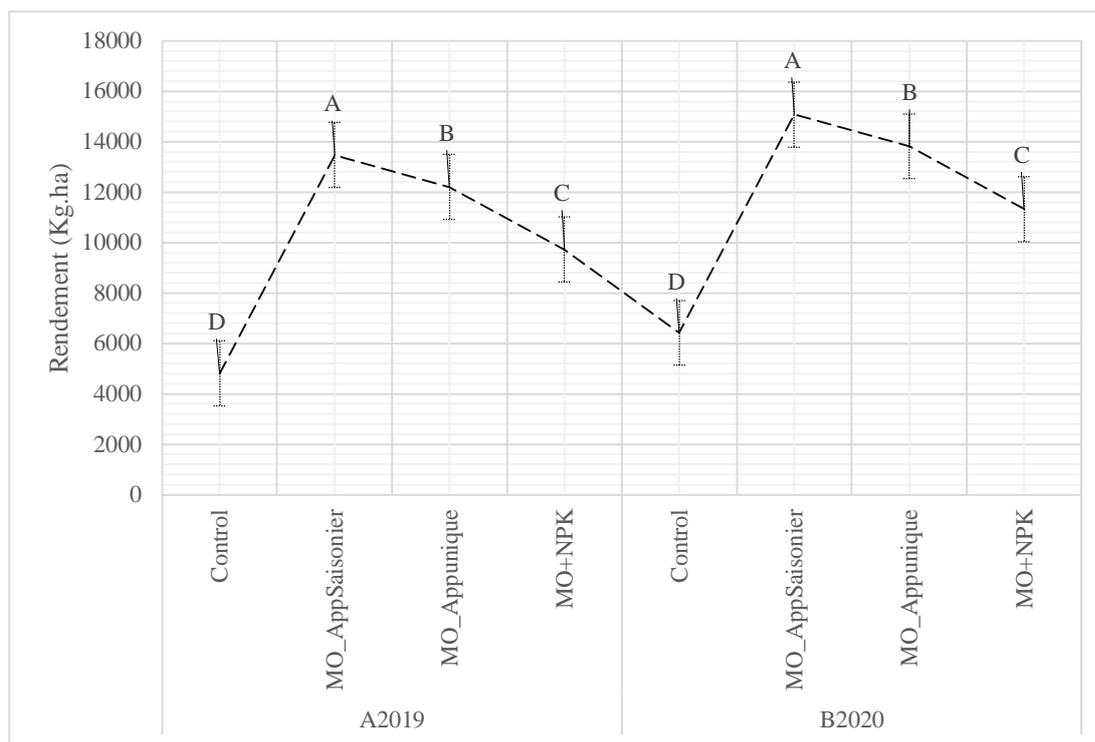


Figure 6: Effet de la fertilisation sur le rendement en Kg/ha en fonction de la saison

Les résultats sur la figure 6 montrent que la saison a influencé très significativement sur le rendement ($p=0.00829^{**}$) nous constatons également que la fertilisation a hautement influencé sur le rendement en Kg par l’hectare ($p=6.73e-08^{***}$). Les résultats de ce même graphique montrent, selon le test de Tukey, que dans les deux saisons la fertilisation en MO Apport saisonnier a donné un rendement le plus élevé suivi la MO apport unique qui était différent de MO+NPK et en enfin le contrôle.

DISCUSSIONS

Les résultats obtenus durant l'expérimentation montrent que la saison n'a pas eu d'influence sur les paramètres de croissance au 1^{er} mois mais leur influence au 2^{ème} mois était hautement significative. Les fertilisants ont influencé de façon hautement significative sur les paramètres de croissance dans les deux fréquences du temps 1^{er} et 2^{ème} mois.

Tiwori *et al.* (2002) affirment que l'augmentation des paramètres de croissance par plant peut être attribuée à la présence de nutriments, dont l'azote et/ou la matière organique spécialement qui accroît la croissance, qui à son effet stimulateur de la division cellulaire. Mais aussi à la présence du phosphore ayant, selon Ullah *et al.* (2008), un rôle moteur dans la synthèse de la chlorophylle et les transports d'énergie. Un autre facteur qui influence les paramètres de croissance et des rendements est la variation des saisons. Le diamètre au collet, la longueur de la plante, ...augmentent en raison de la disponibilité des nutriments, de l'humidité et de l'intensité lumineuse (Muneer, 2017).

Nos résultats montrent que les paramètres de rendement ne sont pas influencés par les saisons sauf sur le rendement en Kg où cette influence est très significative ; les fertilisants quant à eux ont influencé significativement sur ces paramètres de rendement excepté sur le rendement en Kg où est hautement significative avec la M.O apport saisonnier qui a donné le rendement le plus élevé en hectare (15079.07 Kg dans la saison B2020 et 13467.963 Kg dans la saison A2019, à la deuxième place nous voyons la M.O apport unique qui a donné 13816.222 Kg dans la saison B2020 et 12205.111 Kg dans la saison A2019 suivi de la M.O + NPK qui a donné 11329.704 Kg dans la saison B2020 et 9718.593 Kg dans la saison A2019 et enfin le contrôle qui a donné 6420.556 Kg dans la saison B2020 et 4809.444 Kg dans la saison A 2019.

Toutefois d'après Collins *et al.* (2007) à partir des fumiers organiques l'oignon tire certains éléments nutritifs à conditions que ceux-ci soient parfaitement décomposés. Ngona *et al.* (2017) montrent que les paramètres de rendement de l'oignon augmentent en fonction de la matière organique s'explique aussi par le fait que pour les plantes à bulbes on recommande l'apport d'engrais à dominance phosphorique et potassique pour le développement et la formation de meilleur rendement (Geslin, 2011).

Cependant, on remarque que la disponibilité des éléments minéraux dans le sol est l'un des facteurs qui influence la croissance, l'augmentation de la biomasse et de rendement (Muneer,

2017 ; Song *et al.*, 2007). De ce fait, Nos résultats ont montré que l'apport unique de la matière organique durant les deux spéculations a donné des grands rendements sur les paramètres de croissance (figures 2 et 3) et paramètres de rendement (figures 4 et 5) sauf sur le rendement en Kg où la matière organique apport saisonnier a donné des grands rendements. Ces résultats se rencontrent avec ceux de Lompo *et al.* (2006) qui affirme que la matière organique présente des effets très bénéfique sur les propriétés physico-chimiques. La gestion intégrée de différents fertilisants joue un rôle important dans la stratégie d'arrêt de la dégradation des sols, de la restauration de la fertilité du sol et d'une meilleure gestion des ressources du sol indispensables à un développement agricole et économique durable pour améliorer la productivité en assurant aux plantes cultivées une alimentation correcte, cette étude menée par Batiano *et al.* (2006)

Il en est de même pour les résultats trouvés par Ngoms *et al.* (2017) dans son étude portant sur l'analyse des effets des fertilisants organiques et minérales sur l'association des cultures et la monoculture, ces résultats concordent avec les nôtres sur la monoculture du fait que la matière organique apport unique avait un rendement élevé sur les paramètres de croissance par rapport à d'autres types de fertilisants.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Dans cette recherche qui visait à contribuer à l'amélioration de la production d'oignon à travers la gestion de la fertilité organique un dispositif en bloc complètement randomisé a été utilisé. Le facteur en étude était la fertilisation avec trois modalités dont la matière organique apport unique, la matière organique apport saisonnier et la matière organique combinée à l'engrais minéral NPK sans laisser un facteur aléatoire qui est la saison.

Ainsi donc, les résultats prouvent que la matière organique apport saisonnier est la meilleure fertilisation pour former un meilleur rendement sur la culture d'Oignon car cette fertilisation a donné le grand rendement de 1262,848Kg de plus que la matière organique apport unique, 3749,366Kg plus que la matière organique mélangée au NPK et 8658,514Kg de plus que le contrôle à l'hectare. Nous n'avons aucune intention d'affirmer avoir réalisé une recherche complète sur cette thématique étant donné que notre étude n'ayant évalué qu'une seule variété qui ne généralise pas toutes les variétés de l'Oignon.

Nous recommandons ainsi que la recherche soit poursuivie sur la même thématique en testant de nouvelles variétés et des nouvelles combinaisons d'intrants afin de permettre l'accroissement du rendement et aux aussi nous recommandons l'utilisation de la matière organique apport saisonnier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abga, P.T., 2013. Détermination des options de fertilisation organo-minérale et de densité de semis pour une intensification de la production du maïs dans la région de l'Est du Burkina Faso. Mémoire de Master II en Science du sol, Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso. 85 p.
- Agossou, G., Ahouansou, T., Assogba, F., 2001. *Étude sur la promotion de la filière des cultures maraîchères au Bénin*, Rapport principal (Version provisoire), PCM/INRAB/MAEP.
- André, B., Boaz, W., Job, K., Joseph, K., 2006. Advances in integrated soil fertility management in sub-saharan africa: challenges and opportunities. Springer : www.link.springer.com
- Anonyme, 2002. Mémento de l'agronome. Montpellier : Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD, GRET & MAE, 1690 pp.
- Anonyme, 2005. Monographie de la province du Sud- Kivu ; Unité de Pilotage du Processus DSRP Kinshasa / GOMBE : non paginé.
- Anonyme, 2009. Inventaire des Technologies Agricoles et Forestières Eprouvées et Prometteuses Disponibles en République Démocratique du Congo. Programme de Relance de la Recherche Agricole et Forestière en République Démocratique du Congo, Projet REAFOR, 176pp
- Anonyme, 2004, jardinage maraicher, www.rustica.fr
- Anonyme, 2013. Filière des cultures maraîchères et opportunités pour un crédit sécurisé. Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR). 131 pp.
- Anonyme, 2014. Rapport d'évaluation des conditions socio-économiques des ménages agricoles dans le territoire de Kabare au sud Kivu à l'est de la République Démocratique du Congo, Action D'Espoir (ADE) : 63 pp.
- AZUD, 2016. La pratique de la goutte à goutte dans la culture de l'oignon, www.azud.com, 3pp
- Bado, V.B., 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat. Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, Canada. 184 p.

- Bationo, A., Hartemink, A., Lungu, O., Naimi, M., Okoth, P., Smaling, E., Thiombiano, L., 2006. "African soils : their productivity and profitability or fertilizer use". Document de base présenté à l'occasion du sommet africain sur les engrais, Abuja, Nigéria, p 913.
- Chailandes, S., 2011. Effet du compost en arboriculture fruitière. Etude de la dynamique de l'azote sur une année. *Science, Arboriculture, Objectif*, (75) : 15-17
- Collin, F., Brun, L., Jonis, M., Lelagadec, F., Lizot, J.F., Delmond, F., Broucqsault, L.M., Serpeille, A., Laurent, E., 2004. Produire des semences d'oignon dans un itinéraire Agrobiologique, fiche technique, TECHN'ITAB, 4p.
- FAO, 2003. Développement des cultures maraîchères en zones tropicales humides.
- FAO, 2005. Facteurs explicatifs de la fréquence de malnutrition chez les enfants âgés de 0 à 5 ans dans la communauté rurale de naguère Sarre au Sénégal.
- FAO, 2009. Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Deuxième rapport, préparé dans le cadre du Projet FAO TCP/DRC/3104, République Démocratique du Congo, 66pp
- FAO-STAT, 2011. Base de données statistiques agricoles FAO, <http://faostat.fao.com>
- Houot, S., 2002. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost. Dossier de l'environnement de l'INRA, (25) : 107-124.
- IFA, 2014. La fertilisation et les sols : les experts en parlent. International Fertilizer Industry Association, 28 rue Marbeuf, 75008, Paris, France. 8 p.
- ITT, 2009. Petit guide pratique de la matière organique, pp. 10-12
- Kabore, K.H., 2013. Effet de microdosage de la fumure organo-minérale sur la dynamique de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies (DEA), en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN) Institut du Développement Rural (IDR) : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso. 47 p.
- Lunze, L., 2000. Possibilités de gestion de fertilité de sol au Sud-Kivu, montagneux. Cahiers du CERPRU 14 :23-26.
- Lunze, L., Ngongo, M., 2000. Espèce d'herbe dominante comme indice de la productivité du sol et la réponse du haricot commun à l'application du compost, Vol.8, N°3L, pp.251-261
- Lompo, M.P., Boubie, V., 2006. Gestion des fertilités du sol en milieu tropical. *Rev. Res. APAMA*, 1: 199-207

- Muneer, 2017. Optimising nitrogen fertilization: A key to improving nitrogen use efficiency and minimising nitrate leaching losses in an intensive wheat/ maize rotation. *Field Crops Research* 206 : 1-10
- Muzungu, N.B., 2010. *Les sites maraichers coopérativisés de Kinshasa en RD Congo : contraintes environnementales et stratégies des acteurs*. Thèse de doctorat, Université Catholique de Louvain, Département de sciences de la population et du développement.
- Ndonga, R.K., 2011. Evaluation de filières maraichères de BUTEMBO. Rapport technique de mission MIDA du 03 décembre 2010-05 janvier 2011, 58pp.
- Ngom's, 2010. Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte (*Daucus carota* L) sur sol ferrallitique au sud Bénin. *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 11(5) : 2315
- SIPMM-Oignon, 2013. L'oignon. Dossier de presse, SPIMM Oignon, les fruits et les légumes frais, 12pp
- Song, 2007. Comparison between Organic fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield. *Agronomy journal* 99(4)
- Temneanu, E., 2011. Analyse des capacités des petits agriculteurs familiaux et identification des stratégies qui leur permettent de capter plus de valeur ajoutée ; Bruxelles, CSA, 67pp
- UNIFA, 2001. Engrais minéraux : Origine et production, fiche n°11.
- UNIFA, 2005. Eléments fertilisants secondaires et oligo-éléments, dans Parlons fertilisation.
- World Bank, 2001. LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE EN AFRIQUE : BILAN, PERSPECTIVE ET CHOIX DES POLITIQUES ECONOMIQUES. Nations Unies, 17p
- Zeinabou, H., 2014. Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 8 (4) : 1620-1632.

