

CONTRIBUTION A L'ETUDE COMPARATIVE DU COMPORTEMENT ET DU RENDEMENT DE *Brassica oleracea capitata rubra (L)* PAR SEMIS SUR UN SOL ENRICHIS DE L'ENGRAIS FLAMAND, DE COMPOST ET DU FUMIER DES VACHES

[CONTRIBUTION TO THE COMPARATIVE STUDY OF BEHAVIOR AND PERFORMANCE OF *Brassica oleracea capitata rubra (L)* ON PLANTING BY RICH SOIL OF FERTILIZERS FLAMAND, COMPOST AND MANURE OF COWS]

Mulalisi Honoré BIRINDWA¹, Chakirwa Henry MUSHAGALUSA¹, Chibikwa Désy LUTWAMUZIRE¹, Kajunju Napoléon HERI¹,
Naka konda Gerard BULUMBA², and Masamba Jean WALANGULULU³

¹Section Agro vétérinaire,
Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/ WALUNGU),
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

²Département de géographie et gestion de l'environnement,
Section des sciences exactes,
Institut Supérieur Pédagogique (ISP/WALUNGU),
Bukavu, Sud Kivu, RD Congo

³Directeur général de l'ISEAV/ WALUNGU,
Doyen de la Faculté d'Agronomie, Université Catholique de Bukavu (UCB),
Sud Kivu, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: La production des légumes devient de plus en plus impérieuse dans les agglomérations comme c'est le cas dans la ville de Bukavu dont la population accroit avec une vitesse anachronique au taux de normal de la démographie.

Cette étude intéresse la production en termes de biomasse des feuilles de chou rouge et dont l'observation a portée sur la croissance, la formation des pommes et le rendement sous différents traitements d'engrais organiques.

Les résultats sont évalués à deux niveaux :

Sur le plan de l'analyse physico-chimique des sols, il ressort un apport considérable dans le changement de la composition du sol enrichi. Le fumier est plus remarquable en apport d'azote et de phosphore, l'engrais flamand en complexe d'échanges (Ca, Mg, K) et le phosphore.

Sur le plan de l'évolution des plantes, l'engrais flamand vient en premier sur les aspects : nombre (33,8 - 47,4), taille (312cm² - 902cm²), coloration des feuilles (vert rouge – vert cendre rouge), diamètre de pomme (3,2-6,2), rendement/ poids moyen (0,35kg – 0,65kg). Les résultats pour le fumier et le compost sont de moyenne entre l'engrais flamand et le témoin.

Ce qui rassure de remettre à la terre ce qu'elle perd après récolte dans les champs et vendues comme denrées alimentaire. L'engrais flamand et sa production en quantité suffisante dans le cadre d'assainissement des sanitaires à travers la ville de Bukavu, offre une opportunité et constitue une alternative de renforcement dans la production du fumier de la spéculatation léguminière.

KEYWORDS: comportement, rendement, choux rouge, engrais flamand, compost, fumier.

1 INTRODUCTION

Le chou est un remède aliment dont il existe une grande variété [1]. En 1881, le Dr BLANC, directeur de l'hôtel Dieu de Romans, dans la Drôme, écrivait : « le chou est le médecin du pauvre, c'est un médicament providentiel ».

L'homme aux mœurs rigides s'était fait l'avocat du chou. Il lui attribuait tout de vertus que grâce à lui, les romains avaient pu se faire passer des médecins pendant mille ans (...). Il faut avouer qu'à notre époque les phytothérapeutes lui accordent à juste titre des vertus incontestables et incontestées [2].

Les anciens mangeaient du chou au début et à la fin de leur festin afin de n'être pas incommodé par les virus. De nos jours le « chou rouge » pris hors d'œuvres aide à « faire passer un repas particulièrement lourd ». Ce même chou rouge est un pectoral de premier ordre très efficace en cas de catarrhes, de bronchites, d'affections pulmonaires, ... [3]

Etant un aliment de base et un médicament, nous devons maintenant songer à améliorer sa productivité dans nos milieux, surtout dans les pays du tiers monde où la production est presque nulle ou plus insignifiante, la culture souvent attaquée par des maladies [4]. Nous pouvons le faire soit en enrichissant notre sol des engrais naturels (engrais organiques) ou des engrais chimiques, soit en améliorant les techniques culturales [5].

Notre étude porte sur l'Etude comparative du comportement et du rendement des choux rouges par semis sur un sol enrichi de l'engrais flamand, de compost et du fumier des vaches.

Le chou rouge étant un aliment qu'un bon nombre de gens semble beaucoup ignorer sur la ville de Bukavu et dans les milieux environnants en lui attribuant certaines valeurs qui ne lui sont pas propres : aliment réservé aux blancs et à des personnes nanties [6], nous nous sommes donnés le privilège et le courage de montrer à toute l'opinion que c'est une plante de tous et qui s'adapte bien sur le sol de notre milieu. Le chou rouge est aussi un remède à plusieurs maladies comme il est dit ci haut.

Notre intérêt est aussi de montrer à notre population qu'elle peut s'en procurer en améliorant le rendement par l'enrichissement des engrais organiques à leurs portées [7], [8] et à moindre coût comme par des engrais chimiques qui sont difficiles à se procurer à cause de leurs prix exorbitants par rapport à l'avoire du citoyen au quotidien.

En utilisant ces différents engrais organiques, le comportement et le rendement de *brassica oleracea capitata rubra* serait plus meilleurs vu la composition chimique de chacun et selon la richesse en éléments fertilisants ou activant la croissance de l'un ou de l'autre engrais.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La ville de Bukavu, chef lieu de la province du Sud Kivu est subdivisée en trois communes ; la commune de Bagira au Nord, la commune d'Ibanda à l'Est et la commune de Kadutu à l'ouest. Elle est située à l'Est de la République Démocratique du Congo et construite au bord du lac Kivu dans sa partie Sud ; elle est limitée au Sud et à l'Ouest par le territoire de Kabare, à l'Est par la rivière Ruzizi formant une frontière naturelle entre la ville de Bukavu et la province de l'ouest qui inclut l'ancienne préfecture rwandaise de Cyangugu. Elle est située dans la province du Sud Kivu à 2°30' de latitude Sud, 28°31' de longitude Est et sur une altitude moyenne de 1.635m.

La ville de Bukavu est localisée dans un milieu montagneux, le relief est rangé et ordonné autour du lac Kivu et la vallée de la Ruzizi. Bukavu comporte trois paliers qui correspondent aux strates basaltiques les plus résistantes. On distingue : le palier de la poste et de la cathédrale à 1.550m et en fin le palier de l'Athénée d'Ibanda à 1.635m.

La ville de Bukavu connaît un climat tropical humide tempéré dont les températures sont modérées par l'altitude et par la présence du lac Kivu. Ces facteurs sont déterminés par la température, les précipitations, les vents, l'humidité, ...

Le sol est caractérisé par une série de coulées d'argile rouge due à la décomposition de basaltes par la coulée suivante, dans la haute Ruzizi et la région de Bukavu les épanchements basaltiques ont été précédés par l'émission d'épaisses coulées des trachytes.

En rapport avec son climat, la ville de Bukavu devrait avoir une végétation forestière. Les arbres rencontrés dans certains endroits sont les vestiges de cette forêt dont la disparition est due en grande partie par l'action de l'homme. Elle a été

remplacée par des cultures et d'autres endroits réservés aux habitations. Ce déboisement est à l'origine de l'érosion qui sévit actuellement dans la ville de Bukavu ; spécialement dans les communes de Kadutu et de Bagira.

2.2 GENERALITE SUR LES CHOUX

Les variétés de chou (*Brassica oleracea* L) étant très nombreuses, elles comprennent un grand nombre d'espèces d'herbes. Tous les choux appartiennent à la famille des crucifères et possèdent les caractéristiques suivantes :

- Ce sont des plantes annuelles ou bisannuelles ;
- La pollinisation est allogame, entomophile,
- Ils se multiplient par voie sexuée ;
- Tous exigent des basses températures, beaucoup d'humidité, des sols profonds, légers, riches en azote, à pH neutre ou alcalin ;
- Ils comptent beaucoup d'espèces et des variétés.

a. Le chou à pomme unique ou chou pommé (*Brassica oleracea* var *capitata*)

Il est un des plus importants légumes au point de vue quantité consommée et superficie cultivée. Les feuilles se recouvrent mutuellement pour former la pomme. Le chou pommé comprend deux formes :

- La forme alba, c'est le chou pommé blanc ou chou blanc et
- La forme rubra qui est le chou rouge ; la couleur faisant la différence entre ces deux formes. On y trouve les variétés Norma, Baby, Tête de Nègre,...

Quelques variétés : Succession, Perfection, Wiscousin, Hoblander, Marion Marked, Early Flat, Dutch, Premium late, Quintal d'alsace, Burnswick, ...

b. Les choux verts

L'exemple typique est le chou de Chine (*Brassica campestris* var. *chinensis* et *pekinensis*). Ils sont cultivés pour leurs feuillages qui sont utiles pour l'alimentation de l'homme et du bétail. On y trouve aussi le *Brassica oleracea* var. *acephala* qu'on appelle communément chou vert qui a des grosses feuilles et frisées utilisé le plus souvent comme fourrage. Il existe des variétés à tailles naines (Panasot, Hambourger) et à haute taille comme le Palmier.

c. Le chou de Brussel (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*)

Ils ont à l'aisselle des feuilles qui tombent au fur et à mesure que la plante grandit, des petits choux de 2 à 3cm de diamètre.

d. Le chou fleur (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, *cauliflora*, *cymosa* et *broccoli*)

Ces deux variétés sont voisines à la seule différence que les choux fleurs botrytis ont un cycle végétatif plus court et pomment l'année de leur semis, alors que les brocolis pomment la deuxième année après leur semis.

e. Le chou rave (*Brassica oleracea* var. *caularapa*)

La partie comestible est la tige fortement renflée située hors de la terre.

f. Le chou caraïbe

La famille des aracées contient l'espèce *Wanthosoma sagithifolium* ou chou caraïbe. En réalité, les nombreuses espèces de chou caraïbes se rapportent à cinq espèces.

Systematique

Le chou appartient :

Au règne végétal

A l'embranchement des Spermatophytes

Au sous embranchement des Angiospermes

A la classe des Dicotylédones

A la sous classe des Dialipétales

A l'ordre des Rhoedales

A la famille des Brassicaceae (Crucifères)

Au genre *Brassica*

A l'espèce *oleracea*

A la variété *capitata*

A la forme *rubra*

Le chou prend son origine dans la région méditerranéenne. Il est cultivé pour ses feuilles ou sa tige qui servent de l'alimentation des hommes et comme des fourrages. Le chou commun, plante vivace, se rencontre à l'état sauvage sur le littoral de la France et de l'Europe septentrionale. Actuellement on retrouve les choux dans les régions hautement élevées (Afrique, Asie, Amérique) et tempérées (Europe, Amérique, Asie).

Description du chou rouge

Le chou rouge est un chou pommé qui a une tête en masse arrondie et serrée. Il a des caractères semblables au chou blanc et il provient, lui aussi, du chou sauvage par déformation de son rameau terminal (bourgeon terminal) qui donne le chou lactuarique d'où provient enfin la pomme. Cette formation de la tête repose de même que l'aspect frisé du chou vert sur trois paires de gènes mutés. Le chou est donc diploïde et compte 18 chromosomes de génotype BB. Le chou rouge est une plante herbacée généralement de petite taille.

La racine du chou rouge est un pivot épais et très profond. On y trouve des racines secondaires qui sont rattachées à la principale.

La tige est dressée, courte et porte des feuilles alternes et stipulées qui sont insérées en spirale, formant à la fin une pomme ou un cabus.

A la différence des feuilles du chou blanc, les feuilles du chou rouge sont vert-rouge à l'extérieure et rouge-noirâtre ou rouge violacé à l'intérieure.

Les inflorescences en grappe généralement corymbiformes sont, sauf exception, dépourvues de bractées. On distingue facilement le verticille inférieur du calice par la gibbosité à la base de chacun de deux sépales. Les pétales au nombre de quatre forment une croix au même plan, l'origine même de la famille des crucifères. La formule florale des crucifères est la suivante $(2+2)S + 4P + (2+4)E + 2C$. Le fruit est une silique, c'est-à-dire une capsule à déhiscence para-placentaire dont les deux valves stériles s'ouvrent de bas en haut.

Cependant, dans les régions tempérées, le chou pommé forme de cabus au cours de la première année et donne l'inflorescence à la deuxième année. Dans les pays chauds, il se comporte comme une plante annuelle et ne donne pas de fleurs.

Sous les tropiques, les tiges locales ne fleurissent qu'à des hautes altitudes et aux températures très basses. Néanmoins, il ne peut fleurir que si la plante a subi une température moyenne de 5°C pendant 6 à 8 semaines après le repiquage.

Valeurs alimentaires du chou

Tableau 1. Tableau de composition de chou par 100g de la partie comestible [9].

		Frais		Déshydraté	Petite cuisson	Grande cuisson
		Cœur	Feuilles			
Valeur calorifique		28	28	354	28	28
Eau en gramme		93	93	4	92.4	92.4
Principes énergétiques	Protides en gramme	1.4	1.4	13	1.4	1.4
	Glucides en gramme	4.3	4.3	70	5.3	5.3
	Lipides en grammes	0.2	0.2	1.9	0.2	0.2
Celluloses en grammes		1	1	11	1	1
Minéraux en milligramme	S	70	70	-	-	-
	P	31	71	228	31	31
	Cl	40	108	-	-	-
	Na	5	18	-	-	-
	K	300	402	-	-	-
	Mg	20	34	-	-	-
	Ca	46	429	394	46	46
	Fe	0.50	0.50	4.90	0.50	0.50
	Zn	1.50	1.50	-	-	-
	Cu	0.10	0.10	-	-	-
	Mn	0.17	0.17	-	-	-
	I	0.002	0.002	-	-	-
Vitamines en milligramme	Ac. Ascorbique	50	200	-	30	19
	Thiamine (B1)	0.06	0.06	0.50	0.050	0.03
	Riboflavine (B2)	0.05	0.05	0.40	0.05	0.03
	PP	0.30	0.30	2.90	0.30	0.20
	Ac. Pantothénique	0.20	0.20	-	-	-
	Pyridoxyne (B6)	0.1 – 0.3	0.1- 0.3	-	-	-
	Caroténoïde ad.	0.03- 0.06	0.03-0.06	0.30	-	-
	Axerophthol (A)	-	-	-	-	-
	Vitamine D	-	-	-	-	-
	Tocophérol (E)	2.5	2.5	-	-	-

En outre, le chou contient tous les acides aminés essentiels à savoir :

Isoleucine : 0.04g/100g

Leucine : 0.06g/100g

Lysine : 0.07g/100g

Méthionine : 0.013g/100g

Phénylalanine : 0.03g/100g

Thréonine : 0.04g/100g

Tryptophane : 0.01g/100g

Valine : 0.04 g/100g

2.3 TYPES D'ENGRAIS UTILISES

On désigne sous le nom d'engrais « toutes les matières organiques : fumier, sang desséché, etc. ; ou minérale : super phosphates, nitrates de chaux, chlorures de potassium ; qui contiennent des éléments fertilisants utilisables par les plantes. On distingue trois sortes d'engrais :

- les engrais simples contenant un seul de ces éléments ;
- les engrais binaires sont ceux qui contiennent deux éléments ;
- les engrais ternaires ou complets contenant les trois éléments.

Le terme complet ici ne signifie pas que cet engrais contient tout ce dont la plante peut avoir besoin. Il y a par exemple le Mg, le Cl, le S, le Na et les oligo éléments dont la plante peut avoir aussi besoin.

On classe quelque fois les engrais en engrais naturels ou produits des fermes comme les fumiers, les purins, les composts, les engrais verts [10] et en engrais chimiques ou industriels qui sont des engrais commerciaux. Cette dernière catégorie comprend les produits que l'industrie met à la disposition des agriculteurs et qui contiennent les éléments fertilisants à l'état concentré et souvent rapidement assimilables par les plantes. Leur action complète celle des engrais naturels, ils peuvent même certains cas leur être substitués [11].

Les engrais organiques rendent les plantes plus résistantes, ils améliorent les qualités des sols et apportent aux plantes des éléments nécessaires à leurs alimentation, ils luttent contre l'appauvrissement du sol et favorisent son humidité, ils activent la vie du sol [12].

Dans notre recherche nous avons utilisé :

a. L'Engrais flamand

L'engrais flamand est constitué des matières fécales et des urines évacués par l'homme en décomposition dans les fosses pendant une longue période.

D'après les analyses faites à l'INERA/MULUNGU, il a été démontré que le sol enrichi en engrais flamand renfermait des éléments suivants :

Ca²⁺ : 11.1méq/100g
Mg²⁺ : 2.8méq/100g
K⁺ : 1.790méq
Al³⁺ : 0.48méq
C : 2.41%
N : 0.12%
P : 15.4ppm
S : 13.1méq/100g
H₂O : 5.90

b. La bouse des vaches

Les excréments de la vache solides ou liquides sont efficaces à la fertilisation du sol ainsi que les crottins des moutons, lapins, chèvres, chevaux, etc. et les excréments des humains ou d'autres mammifères [7]. La bouse qui a été utilisée dans notre travail était tirée du dépotoir de l'abattoir de la Ruzizi II à ELAKAT. Cette bouse est jetée à l'air libre sans abri. Ceci nous a conduit à l'hypothèse suivant laquelle quelques éléments se seraient volatilisés, la fertilité de la bouse dépendant des facteurs suivants :

- le type, l'âge et les caractéristiques individuelles des bêtes
- la digestibilité des fourrages
- la durée et les méthodes de conservation, l'utilisation de cette bouse.

La bouse des vaches restitue au sol une partie des éléments fertilisants prélevés dans le sol par la récolte. Elle contient plus ou moins les éléments nécessaires à la plante. En moyenne elle renferme : 0.5% d'azote, 0.6% de chaux et fournit aussi en petite quantité 0.3% d'acide phosphorique et 0.4% de potasse.

D'après les analyses faites à l'INERA/MULUNGU il se dégage que le sol enrichi en bouse de vache renferme les éléments suivants :

H₂O: 6.90
KCl: 5.80
C: 3.30%
N: 0.40%
P: 15.4méq/100g
Ca: 10.2méq/100g

Mg²⁺: 3.0mécq/100g
 K⁺: 3.478mécq/100g
 Al: 0.32mécq/100g
 S: 17.4mécq/100g

c. Le compost

Les composts sont des produits de la décomposition de fumiers mélangés avec des feuilles mortes, de l'herbe, des résidus divers. Ils ont l'avantage d'être légers et de fournir aux plantes d'engrais sous une forme très assimilable. Ils sont employés de préférence à tout autre fertilisant dans la composition des terres de rempotage pour les plantations, transplantations, fumures de gazons, etc. Les composts jouent un double rôle dans le sol : ils le fertilisent et le rendent plus léger, donc plus pénétrables aux racines [6].

Le processus de décomposition dans le tas de compost comprend plusieurs phases dépendant de la température dans le tas, successivement : une phase d'échauffement ; une phase de refroidissement et une phase de maturation [13].

Ces différentes phases sont difficiles à discerner les unes des autres parce que le processus se déroule très progressivement. Plusieurs sortes de micro organismes assurent au cours de chacune de ces phases la transformation de la matière organique en compost [8].

D'après les analyses de l'INERA/MULUNGU, le compost montre :

H₂O: 5.60
 KCl: 4.58
 C: 2.41%
 N: 0.11%
 P: 10.8mécq/100g
 Ca⁺²: 10.4mécq/100g
 Mg²⁺: 1.9mécq/100g
 K⁺: 2.046mécq/100g
 Al+3: 0.32mécq/100g
 S: 15.7mécq/100g

Outre leurs rôles de générateurs d'humus, les engrais organiques restituent ou rapportent au sol des matières minérales dont les tableaux suivants donnent en ordre de grandeur [4].

Tableau 2 : Apport et effet des engrais organiques

Apport		Effet			
Matière	Quantité	Humus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fumier	1t	100kg	5kg	3kg	3kg
Paille enfouie	1t	250kg	10 – 12kg	-	-
Engrais vert	10t	400kg	-	-	-

Tableau 3 : Analyse de divers fumiers (en %)

	Volaille	Mouton	Chèvre	Cheval	Bovin
N	2 à 5	2	1.5	3 à 6	2
P ₂ O ₅	2.5 à 3	1.5	1.5	1.5	1.5
K ₂ O	1.3 à 1.5	3	3	2 à 3	2
CaO	4	4	2	1.5	4
MgO	1	2	-	1	1
SO ₃	2	1.5	-	0.5	0.5

Tableau 4 : Composition moyenne de quelques engrais organiques ou naturels

	Ntot%	P ₂ O ₅ %	K ₂ P%	CaO%	MgO%	SO ₃ %	Acidité équivalente	Basicité équivalente
Sang desséché	13	2.0	1.0	0.5	-	-	23	-
Cendre d'os	-	35.0	-	46	1.0	0.5	-	+
Poudre d'os	-	22.5	-	33	0.5	0.5	-	20
Râpure des cornes et des sabots	4.0	1.0	-	2.5	-	2.0	+	-
Sauterelle séchées	14.0	1.5	0.5	0.5	-	-	+	-
Poudre des poissons	10.0	7.0	-	8.5	0.5	0.5	5	-
Déchets de laine	9.5	0.5	2.0	0.5	-	-	-	-
Cendre de graines de coton	3.5	5.5	27	9.5	5.0	2.5	-	55
Cendre de bois	-	2.0	5.0	325	3.5	1.0	-	+
Cabosse de cacao	2.5	1.0	2.0	1.5	0.5	-	-	+
Graine de coton broyée	7.0	3.0	2.0	0.5	0.5	0.5	10	-

2.4 MATERIELS

Pour arriver au bout de notre étude et pour l'entretien de notre jardin, nous avons utilisé les matériels suivants :

Une machette et un coupe- coupe pour défricher les herbes, une houe et un trident pour le labour du sol, une bêche pour la préparation des plates bandes et le mélange des engrais dans le sol ainsi que l'évacuation des déchets, une brouette et des sacs pour le transport des engrais, une binette pour le sarclage, un plantoir pour le repiquage des plantules, des piquets et un cordon en nylon pour le traçage des plates bandes, un mètre ruban et une latte pour le mesurage, deux bidons et un seau pour le transport de l'eau d'arrosage, un arrosoir, un pulvérisateur pour la pulvérisation des insecticides, un râteau pour niveler le sol et une balance pour la pèse lors des récoltes.

2.5 METHODES DE TRAVAIL

Compte tenu des engrais que nous avons utilisés et pour éviter des résultats faussés après analyse du sol, nous avons préféré défricher un terrain longtemps abandonné. Ceci nous a permis d'avoir la nature du sol et nous a facilité l'arrosage quand il était nécessaire mais aussi l'entretien des champs expérimentaux et les visites du jardin.

L'échantillonnage a été fait au centre de recherche de l'INERA/MULUNGU et les échantillons ont été obtenus en faisant le mélange de la terre avec l'engrais à utilisé pour avoir 1kg de mélange utilisé comme échantillon que nous avons déposé dans un sachet et amené au laboratoire pour les analyses. Pour bien mener la comparaison nous avons réservé un sol non enrichis comme témoin.

Préparation du terrain

Notre terrain était une brousse abandonnée pendant une longue période que nous avons labouré à l'aide d'une houe et d'un trident, après nous avons procédé à la subdivision des plates-bandes de 3m de longueur et de 1m de largeur séparées par des allées de 30cm permettant le passage lors des visites et d'entretien et l'aération. Cinq plates-bandes ont été réalisées en fonction d'engrais utilisés, une pour la bouse de vache, une pour l'engrais flamand, une autre pour le compost, une autre pour servir de témoin ne contenant pas d'engrais et une plus petite de 1m de long et 40cm de large qui a servi de germe. Dans le germe nous avons pris soin de mélanger la terre avec tous les engrais que nous avons utilisé pour éviter les erreurs dans l'interprétation des résultats.

L'amendement de notre terrain s'est fait dans les poquets et chaque plate-bande pouvait contenir 18 poquets sur une distance de 25cm puis couverts par la paille en attendant le repiquage qui est intervenu après un mois dans le germe, c'est le repiquage : nous avons choisis des plants qui sont encore bien résistants que nous avons introduits dans la terre jusqu'au niveau des premières feuilles et nous les avons couverts des pailles pour garder de l'humidité. Juste après toutes ces opérations nous avons procédé à l'arrosage.

Tableau 6 : Normes d'un bon terrain pour la culture maraîchère et floriculture

pH	Etat
4 – 5	Mauvais
5 – 5.5	Insuffisant
5.5 – 6	Bon
6 et au dessus	Très bon

Tableau 7 : Normes d'interprétation de richesse d'un sol en phosphore

Teneur en P	Niveau du sol
3ppm	Très bas
3 – 7 ppm	Bas
7 – 20 ppm	Moyen
20 et au dessus	Elevé

Tableau 8 : Norme d'interprétation de richesse d'un sol en cation échangeables

s/méq/100g	Niveau du sol
2	Très bas
2 à 5	Bas
5 à 10	Moyen
10 à 15	Riche
15 au-delà	Très riche

Tableau 9 : Facteur de fertilité des sols tropicaux

Teneur en K en méq/100g	Qualité du sol
à 0.1	Mauvaise
de 0.1 à 0.2	Médiocre
de 0.2 à 0.4	Moyen
de 0.4 au delà	Bon

Constat :

D'après les analyses physico chimiques de notre sol faites à l'INERA/MULUNGU avant et après épandage des engrais dans le tableau 5, nous avons constaté ce qui suit :

- Le pH est plus acide pour l'engrais flamand et le compost et il est resté presque identique pour le fumier et le témoin ;
- Pour le phosphore, l'engrais flamand et le fumier de vaches ont largement enrichis le sol suivi du compost et en fin le sol témoin qui a un niveau bas ;
- Le fumier était riche en azote suivi de l'engrais flamand, du compost et en fin du sol témoin ;
- Pour le complexe d'échanges (Ca, Mg, K) l'engrais flamand vient en tête suivi du compost et du fumier des vaches.

Nous pouvons dire alors en conclusion que l'apport des engrais augmente ou améliore la qualité et la nature physico chimique du sol [14]. Au vu de ce tableau, nous pouvons dire théoriquement que l'engrais flamand est le meilleur suivi du compost et du fumier de vaches.

Evolution des plantes

Le semis s'est faite dans le germoir qui a le mélange de tous les engrais pour qu'au repiquage toutes les plantules s'adaptent dans le terrain correspondant et cinq jours après la germination a commencé qui s'est continuée, les plantules ont une couleur rouge foncée qui tend au noir.

La croissance porte d'abord sur l'hypocotyle, l'axe se trouvant entre les racines et les cotylédons ; c'est une germination épigée car les cotylédons sont portés en dehors du sol. Les deux premières feuilles ont des limbes qui rentrent à l'intérieur du sommet : cette forme est dite sommet emmargée.

Une semaine après la germination les choux commençaient à donner une couleur verdâtre (limbe) et rougeâtre (pétiole et nervures). C'est aussi à cette période qu'il y a ébauche de la 3^e feuille qui est différente de deux premières et qui, elle est dentée et présente la forme régulière du limbe.

Nous devons aussi signaler que nos choux continuaient à germer une semaine après que d'autres mourraient suite à la pourriture de la tige causée par l'abondance des eaux d'arrosage. Seules les plantes les plus fortes ont résisté et nous avons diminué la quantité d'eau.

Un mois après le semis, nous avons procédé au repiquage dans les différentes plate-bandes et avons continué avec l'arrosage jusqu'au moment où les plantules ont tenue dans le sol.

a. Nombre des feuilles

Nous avons commencé le comptage des feuilles à partir de la première semaine après le repiquage et cela est allé jusqu'à la 5^e semaine pour les sols enrichis car c'était le début de la formation des pommes. Quant au sol témoin, le comptage est allé jusqu'à la 7^e semaine qui correspondait à la formation des pommes.

Tableau 10 : Nombre moyen des feuilles observées après chaque semaine

Plate bande /semaine	Engrais flamand	Compost	Fumier	Témoin
1 ^{ère} semaine	-	-	-	-
2 ^e semaine	32	24.3	24	22
3 ^e semaine	35.7	32.6	27.4	25.3
4 ^e semaine	38.6	34.4	34	32.6
5 ^e semaine	41	35.6	35	33
6 ^e semaine	47.4	41.6	41.4	33.8
7 ^e semaine	-	-	-	42

Constat

Après le repiquage, toutes les plantules avaient le même nombre des feuilles et la différence est négligeable. A partir de la 2^e semaine la différence commence à se manifester. L'engrais flamand vient en tête suivi du fumier de vaches, du compost et du témoin. Cette différence du nombre se répercute jusqu'à la formation des pommes : l'engrais flamand aura le plus grand nombre des feuilles et le plus petit revient au témoin.

Cette uniformité dans le nombre des feuilles à la première semaine peut s'expliquer par le fait que les plantules ne se sont pas encore adaptées dans leurs nouveaux milieux.

Tout juste à la deuxième semaine, la différence notable se manifeste et cela est due au fait que les plantules se sont déjà accommodées à leurs nouveaux sites d'implantation et commencent à y puiser des éléments nutritifs. Parmi ces éléments nutritifs on peut citer l'azote qui est nécessaire pour la croissance des feuilles et surtout du phosphore qui lui est un facteur de précocité et un régulateur du développement de la plante.

Ainsi donc, les plantules se trouvant sur les sols amendés se sont vues accroître leur nombre des feuilles et la différence s'est observée suivant la valeur en phosphore pour chaque engrais utilisé : l'engrais flamand étant le premier suivi du fumier de vaches et de compost, et en dernière position vient le témoin qui n'a pas été enrichis.

b. Taille des feuilles

Nous nous sommes limités au cours de nos observations au prélèvement de la longueur et de la largeur de la feuille pour avoir la taille moyenne sur chaque plate – bande. La longueur allait de la gaine à l'extrémité du limbe (le sommet) et la largeur se mesurait dans la partie la plus large du limbe. Ce calcul est allé depuis le jour de repiquage jusqu'au jour de la formation des pommes.

Tableau 11 : Produit de la longueur et la largeur moyenne des feuilles en cm²

Plate bande/Semaine	Engrais flamand	Compost	Fumier	Témoin
1 ^{ère} semaine	-	-	-	-
2 ^e semaine	141.69	129.37	117.83	-
3 ^e semaine	171.79	128.20	102.113	84.27
4 ^e semaine	359.145	320.386	220.55	140.111
5 ^e semaine	581.818	495.458	457.25	233.444
6 ^e semaine	902.636	765.273	668.889	312.875
7 ^e semaine	-	-	-	322.455
8 ^e semaine	-	-	-	-

Constat :

Ce produit est presque le même depuis le jour de repiquage

Une semaine après le repiquage, les modifications s’observent sur les plantules dans les plate-bandes enrichies où la surface des feuilles se trouvant sur la plate bande enrichie en engrais flamand donne une différence considérable par rapport aux autres.

Nous observons la même situation pour le reste des semaines jusqu’à la formation des pommes où la largeur dépasse quelquefois la longueur.

Comme il était dit dans les lignes précédentes sur le nombre des feuilles, l’uniformité de la première semaine peut toujours s’expliquer par l’inadaptation des plantules au repiquage. Aussitôt habituées et les racines étant bien développées, les plantules commencent à puiser les nutriments des milieux et de développer les tailles des feuilles en longueur et en largeur, et ceci suivant les différents engrais. Le phosphore étant l’élément du développement, il intervient encore une fois dans la croissance des feuilles comme dans le cas précédent dans l’engrais flamand, suivi du fumier de vache et du compost et en fin le témoin.

c. La coloration des feuilles

Tableau 12 : Coloration des feuilles au cours des observations hebdomadaires

Plate bande/ Semaine	Engrais flamand	Compost	Fumier	Témoin
1 ^{ère} semaine	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge
2 ^e semaine	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge
3 ^e semaine	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge	Vert – rouge
4 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert –rouge
5 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert –rouge
6 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
7 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
8 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
9 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
10 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
11 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
12 ^e semaine	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge	Vert cendré-rouge
13 ^e semaine	-	-	-	Vert cendré-rouge
14 ^e semaine	-	-	-	Vert cendré-rouge
15 ^e semaine	-	-	-	Vert cendré-rouge

Constat :

Depuis la première semaine de repiquage jusqu’à la troisième semaine, toutes les plantules avaient une coloration identique soit une couleur verdâtre sur le limbe et une couleur rouge-violette dans les nervures.

A partir de la quatrième semaine jusqu'au jour de la récolte des pommes, les plantes ont une couleur vert cendré – rouge, soit la coloration des limbes est rouge cendrée tandis que les nervures et le pétiole gardent la couleur rougeâtre ; ce cas s'observe dans les plate-bandes enrichies. Les plantes de la plate bande témoin n'attendent que la sixième semaine pour avoir les feuilles vert cendré-rouge jusqu'au moment de la récolte à la quinzième semaine.

Au fur et à mesure que les plantes évoluaient, les premières feuilles se détachaient de la tige et tombaient après le jaunissement ou le pourrissement.

La première semaine étant celle de la réadaptation, les plantules avaient toutes la même coloration. A la deuxième et à la troisième semaine les plantules commençaient à puiser les substances nutritives dans les nouveaux milieux, ce qui explique le changement de la coloration dans les milieux amendés. Quant au sol témoin, les plantules n'attendent que la 6^e semaine pour avoir la même coloration que les autres. Cela peut s'expliquer par la croissance ou l'insuffisance des matières nutritives dans le sol.

Nous ne pouvons pas ignorer que la chlorophylle est le pigment vert qui donne sa coloration aux feuilles des plantes. Toutefois même si nos plantules avaient la couleur rouge, il est à signaler que la chlorophylle est toujours présente et responsable de la photosynthèse mais elle est masquée. Comme le noyau de la chlorophylle est formé de l'azote et du magnésium, ce qui explique le changement de la couleur dans les plate – bandes enrichies plus rapidement et le virage au vert cendré – rouge, la pauvreté dans la plate bande témoin en ces composés explique le retard dans l'apparition de cette coloration de maturité.

La chlorophylle étant le pigment vert qui colore les feuilles des plantes, les feuilles de nos choux étaient elles colorées en rouge, ce qui leur a valu le nom de choux rouges et cette coloration n'est pas seulement due à cette chlorophylle mais aussi à ses dérivés comme le carotène qui est responsable de la fixation de la couleur rouge ou jaune et orange des plantes.

d. Le diamètre des pommes

La formation des pommes a commencé à la sixième semaine et à la septième semaine mais il n'y avait pas encore moyen de les mesurer car mal formées. C'est à la dixième semaine que nous avons commencé le mesurage car les pommes étaient déjà bien formées et visibles capables d'être mesurées.

Tableau 13 : Diamètre moyen en cm de la pomme après chaque semaine

Plate bande/ Semaine	Engrais flamand	Compost	Fumier de vaches	Témoin
8 ^e semaine	7,1	6,4	5,3	-
9 ^e semaine	10,04	10	8,1	-
10 ^e semaine	13	10,2	9	2,1
11 ^e semaine	15,7	12,4	11	3
12 ^e semaine	21,6	18	16	4,6
13 ^e semaine	32	22,7	19	6,2
14 ^e semaine	-	-	-	8,13
15 ^e semaine	-	-	-	9

Dans la partie traitant le nombre et la taille des feuilles, nous avons épinglé la cause de la présence de certains éléments favorisant cette croissance à savoir l'azote, le magnésium et le phosphore qui est un facteur de précocité.

Le chou étant une plante à feuilles, la formation et la consistance de la pomme dépendent du nombre des feuilles en formation, d'où plus la pomme est grande et plus elle est consistante par rapport au nombre des feuilles qui la composent. Sur toute la plate – bande enrichie de l'engrais flamand, 15 choux ont pommés, un seizième a été par les pucerons cendrés du chou et a été enlevé puis jeté loin du jardin pour éviter la contamination des restes.

Nous devons signaler que les plate – bandes enrichies en fumier de vaches et en compost étaient les plus attaquées par les maladies et nous osons croire que cela était dû au fait que ces milieux conservaient plus d'humidité ce qui rendait favorable le développement des parasites. Sur la plate bande enrichie en fumier nous avons arraché trois plantes attaquées par les pucerons cendrés et deux n'ont pas pommé ; sur la plate bande enrichie en compost une seule plante a été attaquée.

En comparant les diamètres d ces pommes sur les différentes plates – bandes, nous voyons que les pommes de la plate bande de l’engrais flamand présument un bon rendement car ce dernier dépendra de la consistance et de la grandeur de la pomme qui va nécessairement influencer sur le poids.

Les pommes des choux sur le sol témoin n’ont pas bien évolué suite aux carences des éléments ci haut cités et aux attaques massives des plantes par les pucerons cendrés qui ont couté la vie à plus de huit plantes et les taupes qui en ont dévorées 3 autres ; jusqu’à la fin nous n’avons suivi que l’évolution de 7 plantes d’où seule 4 sont arrivées à former des pommes.

e. Rendement

La récolte s’est effectuée en trois étapes :

La première étape a concerné les plantes des plates – bandes enrichies et la deuxième s’est effectuée sur la plate bande témoin où trois choux ont été récoltés et la troisième étape était celle des restes de la plate bande témoin.

Tableau 14 : Nombre des plantes, dates de formation des pommes, durée de repiquage à la récolte, rendement

Plate bande	Nombre de plantes	Date de la formation des pommes	Durée du repiquage à la récolte	Poids des pommes récoltées en kg	Poids moyen de la pomme par plate bande
Engrais flamand	13	6 ^e semaine	94 jours	8.33	0.64kg
Compost	12	6 ^e semaine	94 jours	5	0.41kg
Fumier	11	6 ^e semaine	94 jours	3.8	0.45kg
Témoin	4	9 ^e semaine	108 jours	1.4	0.35kg

Constat :

Au repiquage toutes les plates bandes avaient 18 plantules mais suite aux attaques des maladies et des parasites, nous avons constaté le jour de la récolte ce qui suit :

Sur la plate bande enrichie de l’engrais flamand : 13 plantes

Sur la plate bande enrichie de compost : 12 plantes

Sur la plate bande enrichie du fumier de vaches : 11 plantes

Sur la plate bande témoin : 4 plantes

Au vue du tableau précédent, nous avons vu que les plates bandes enrichies ont un bon rendement par rapport à la plate bande témoin qui du reste demeure la mauvaise, la plate bande enrichie en engrais flamand ayant un rendement meilleur par rapport aux autres.

De tout ce que nous venons d’observer en général, nous pouvons dire que le rendement d’un champ dépend fortement de sa fertilité. En voyant le tableau 5 des résultats des analyses du sol et après épandage des engrais, nous pouvons dire que les plates bandes enrichies donnent les meilleurs rendements et le tableau 14 vient de nous le confirmer en voyant ce qui peut être comme différence entre les rendements des sols enrichis et le sol témoin.

C’est pourquoi nous disons que les bons rendements d’un sol est le produit des résultats des nutriments contenus dans les différents engrais à savoir l’azote, le calcium, le magnésium et le phosphore. Tous ces éléments interviennent dans la croissance, la maturation et le développement de la plante d’une part, et dans l’activation des métabolismes (respiration, photosynthèse, synthèses des protéines, ...) et d’autres.

Néanmoins, les engrais organiques ayant non seulement les oligo- éléments nécessaires à la croissance des plantes mais aussi rendent le sol perméable à l’eau, souple et meuble. La différence entre les plates bandes sur le rendement s’explique bien par la présence du phosphore, élément activant la croissance et le développement. La plate bande témoin étant très pauvre en substances nutritives est restée sans un meilleur rendement d’où la présence des engrais a une grande influence sur le rendement des plantes.

Toutefois, malgré ces différences obtenues entre les rendements, nous ne devons pas dire, à voir le tableau 14, que ces rendements en général étaient meilleurs suivant l'évolution qu'ont présenté les plantes depuis le repiquage jusqu'à la 9^e semaine quand les pommes se formaient.

CONCLUSION

Tout au long de notre travail nous nous sommes basés seulement sur l'étude comparative de l'évolution des choux rouges et de son rendement sur un sol enrichi en engrais flamand, en compost et en fumier de vaches.

Cette étude nous a amené à des conclusions suivantes :

- L'apport des engrais organiques dans la culture des choux rouges augmente le rendement et ces derniers étant moins coûteux et n'épuisent pas le sol après leurs effets.
- De nos amendements utilisés dans ce travail, nous remarquons que l'engrais flamand a donné le meilleur résultat suivi du compost et du fumier de vaches, le témoin arrive en dernier lieu.
- La culture du chou rouge n'est pas seulement une culture des milieux ruraux, nous venons de le constater dans la ville qu'elle est possible et importante dans la consommation domestique et pour ses valeurs thérapeutiques.
- Nous avons constaté que les rendements auxquels on s'attendait n'étaient pas atteints au maximum mais les résultats obtenus ont permis de donner les estimations nécessaires par rapport à la saison culturale. La saison ayant joué son rôle de déstabilisateur.

Ainsi nous recommandons à tous les agriculteurs et aux maraîchers d'enrichir le sol avant la culture du chou, de se rendre compte du climat et de la période culturale avant de procéder au semis, d'utiliser les engrais organiques qui du reste ne sont pas coûteux et ne dépendent que du courage.

Au scientifiques de poursuivre sur d'autres volets, notamment l'enrichissement du sol par les engrais chimiques, le semis pendant la première saison culturale, l'épandage sur tout le terrain, etc.

REFERENCES

- [1] ROSTAND Jean, le grand livre du monde
- [2] MULOT Marie Antoinette, 1984, Secret d'une herboriste (250 plantes médicinales) Ed. du Dauphin, Paris
- [3] BEZANGER B. L. et Al, 1975, les plantes dans la thérapeutique moderne, Maloine S.A Editeur, Paris
- [4] Anonyme, 1965 & 1984, Mémento de l'agronome, 3^e édition collection techniques rurales en Afrique
- [5] AUTRIQUE A. et PERREAUX D., 1989, Maladies et ravageurs des cultures de la région des grands lacs d'Afrique centrale, A.G.L.D. N°24, Bruxelles
- [6] VAN DEN ABEELE M. et VANDENPUT R., 1951, Principales cultures du Congo Belge, 2^e éditeur, Bruxelles
- [7] POINTAILLERS S., 1965, Les engrais et la fumure, Que sais-je ? P.U.F., Paris
- [8] INCKEL M. et Al., 1990, Fabrication et utilisation du compost, 1ere édition française
- [9] RANDOIN L. et AL, 1974, Tables de composition des aliments, Jacques Lenore éditeur, Paris
- [10] DUPRIEZ H, et LEONER P., 1987, Jardins et vergers d'Afrique, Nivelles, Belgique
- [11] HERWIG R. et BOKS H., 1987, Le potager moderne, Flammarion, la maison rustique, Paris
- [12] Guide du vulgarisateur N°3, Cultures maraichères, sept. 1993
- [13] Auger P. et all, 1975, Encyclopédie international des sciences et des techniques, Paris, Presse de la Cité
- [14] WAAJE Henk, 1981, Le jardin potager sous les tropiques, Wageningen, Pays-Bas C.T.A