

Développement d'une lutte intégrée contre l'alternariose (*Alternaria brassicicola* L.) du chou (*Brassica oleraceae*. L) dans les hauts-plateaux de l'Ouest Cameroun

Joachim KUENBOU MANFO*, Joseph DJEUGAP FOVO, Kossel AGHOFACK TSOPZEU,
Aime Magloire NJOPKOU TENKAP et Biamen MBATKAM

Université de Dschang-Cameroun, Unité de Recherche de Phytopathologie et de Zoologie Agricole
(UR-PHYZA), Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA), Département D'agriculture

(Reçu le 05 Avril 2025 ; Accepté le 30 Mai 2025)

* Correspondance, courriel : joachimmanfo@yahoo.com

Résumé

Le chou (*Brassica oleraceae* var *capitata*) est un légume caractérisé par sa richesse en fibres végétale, vitamines, minéraux et oligoéléments. Au Cameroun, la région de l'Ouest et celle du Nord-Ouest sont les principaux bassins de production. Cependant, la culture est confrontée à l'alternariose qui occasionne des pertes directes allant jusqu'à 65%. C'est ainsi qu'un essai de fertilisation organo-minéral et protection phytosanitaire a été conduit dans la perspective de contribuer à améliorer la productivité de la culture du chou à travers la gestion intégrée de l'alternariose. Le dispositif expérimental utilisé était un split split plot à trois répétitions. Le facteur principal était la protection phytosanitaire, le facteur secondaire la fertilisation et le facteur tertiaire la variété. Les résultats obtenus ont montré que la combinaison d'engrais a amélioré significativement ($p \leq 0.05$) les rendements en biomasse aérienne chez toutes les variétés (147,33 t/ha, 87 t/ha, 93t/ha respectivement pour les variétés Green coronet, Green boy et Goods). La sévérité et l'incidence de la maladie ont été plus prononcées dans les parcelles témoins (50 % et 100 %). La variété Green Coronet a montré une incidence nettement faible (71,20 %) par rapport aux deux autres variétés qui ont présenté jusqu'à 100 % d'incidence de la maladie. Le Mancozeb et le Flavonin sont les deux fongicides qui ont été efficaces contre l'alternariose ceci en présentant des valeurs de sévérité faibles (1,16 % et 1,46 % respectivement). Une comparaison entre les combinaisons de ces trois facteurs montre que la variété Green Coronet, la fertilisation 200 kg/ha de l'engrais 20-10-10 plus 15 t/ha de fiente de poule supplémenté au Bonsoin permet d'avoir un rendement élevé.

Mots-clés : lutte intégrée, alternariose, *Brassica oleraceae*. L.

Abstract

Integrated management system for Alternaria disease (*Alternaria brassicicola* L.) of cabbage (*Brassica oleraceae* L.) in highlands of western Cameroon

Cabbage (*Brassica oleraceae* var *capitata*) is a vegetable rich in plant fiber, vitamins, minerals and trace elements. In Cameroon, the West and North-West regions are the main production areas. However, the crop suffers from alternaria, which causes direct losses of up to 65 %. A trial of fertilization and phytosanitary protection was therefore conducted with a view to improving cabbage crop productivity through integrated

management of alternaria. The experimental design was a split plot with three replications. The main factor was plant protection, the secondary factor was fertilization and the tertiary factor was varieties. Results showed that the fertilizer combination significantly ($p \leq 0.05$) improved above-ground biomass yields in all varieties (147.33 t/ha, 87 t/ha, 93t/ha for Green coronet, Green boy and Goods respectively). Disease severity and incidence were more pronounced in the control plots (50 % and 100%). The Green Coronet variety showed a significantly lower incidence (71.20%) than the other two varieties, which showed up to 100% disease incidence. Mancozeb and Flavonin were the two fungicides that were effective against alternaria, albeit with low severity values (1.16% and 1.46% respectively). A comparison of the combinations of these three factors shows that the Green Coronet variety, fertilized with 200kg/ha of 20-10-10 fertilizer plus 15t/ha of hen droppings supplemented with Bonsoin, achieves high yields.

Keywords : *integrated pest management, alternaria disease, Brassica oleraceae. L.*

1. Introduction

Les légumes sont d'importants composants des systèmes agricoles. Ils constituent des sources de fibres, de vitamines et de sels minéraux dans l'alimentation et contribuent ainsi à la lutte contre la malnutrition. Le chou caractérisé par sa richesse en fibres végétale, vitamines, minéraux et oligoéléments [1]. Il a été classé par la FAO parmi les vingt meilleurs légumes du monde ceci pour l'importante source alimentaire qu'il apporte. La superficie mondiale cultivée est de plus de deux millions d'hectare avec une moyenne de production de 27.8 tonnes par hectare. Le premier producteur de chou étant la Chine avec près de la moitié de la production mondiale. En général, la production du chou en Afrique reste faible, particulièrement au Cameroun [2]. La production camerounaise de chou est essentiellement celle des hautes terres de l'Ouest comprenant les régions de l'Ouest et du Nord-Ouest où le climat assez froid favorise sa culture. La production des choux au Cameroun a été de 60,96 tonnes en 2016 [3]. Le chou est un légume feuille très populaire dans le monde. C'est une plante de saison froide fortement influencée par les conditions climatiques, notamment la température et l'humidité relative. Aujourd'hui, la culture du chou comme d'autres spéculations connaît des contraintes majeures de production telles que les maladies et les ravageurs [4]. Les recherches sur le chou ont toujours été plus accentuées sur les ravageurs. On note cependant que la plante est susceptible à plusieurs maladies on en a dénombré quatorze dont la pathologie due à *Alternaria* est la plus sérieuse. Au Cameroun, aucune donnée relative aux pertes de rendement sur le chou n'est disponible le pathogène est capable d'engendrer sur les cultures telles que la tomate des pertes directes de l'ordre de 65 % [5]. Le développement de la pathologie est plus intense dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest où les conditions climatiques sont favorables à la croissance du pathogène. Sur le chou, la maladie cause des brûlures au niveau des feuilles ce qui rend la culture impropre à la consommation du fait des toxines libérées par cet agent pathogène, notons aussi que ses spores produisent des protéines allergènes qui peuvent causer les maladies immunotoxiques tels que l'asthme [6]. Les chercheurs rapportent un nombre croissant de patients présentant une allergie respiratoire et en particulier les enfants [7]. Une étude menée par ERS/USDA en 2011 au Cameroun montre que pour la culture des choux, les superficies cultivées augmentent pendant que les rendements baissent au fil du temps [8]. Les producteurs de la localité utilisent abusivement les produits chimiques pour lutter contre la maladie sans respect des recommandations d'utilisation telles que prescrite à l'homologation [9]. Ainsi, dans la localité plusieurs protocoles de traitement phytosanitaires sont développés par les producteurs pour le contrôle de l'alternariose sur le chou. Cette attitude pourrait entraîner à long ou à moyen terme des problèmes tels que la résistance du parasite, la pollution de l'environnement

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

L'expérimentation a été menée à la Ferme d'Application et de Recherche de l'Université de Dschang de Février à Mai à 5,5° de la latitude Nord, et 10,05° de la Longitude Est avec une altitude de 1470 mètres. L'humidité relative est généralement de 70%. Annuellement, les moyennes de précipitation et de température sont respectivement évaluées à 1810mm et 20,8°C.

2-2. Matériel végétal utilisé

Trois variétés de chou (hybrides F1) ont été utilisées Green Coronet (Compagnie TAKII SEED, 04 mois de haute altitude à pomme compacte de forme semi-globe), Green boy (Compagnie SAKATA, précoce 03 mois la pomme est compacte de forme globulaire), Goods (Compagnie PRO-SEED, précoce 03mois de forme aplatie). Ce sont des variétés les plus connues et généralement utilisées par les paysans dans les grandes zones de production au Cameroun.

2-3. Méthodes

2-3-1. Dispositif expérimental

La protection phytosanitaire (facteur principal), la fertilisation (facteur secondaire) et la variété (facteur tertiaire) ont constitué les variables expérimentales dans un dispositif expérimental en split split plot, sur des unités expérimentales de 1,2 m² chacune. Les plantules ont été repiquées aux écartements de 50 cm x 60 cm (soit une densité de 33334 plants/ha) sur un site dont le précédent cultural était le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L). Chaque bloc était séparé du suivant d'une distance de 1,5m. Dans chaque bloc, la sous-parcelle était distante de 1 m de la suivante.

2-3-2. Composition et application des protocoles de traitement phytosanitaire

Le traitement phytosanitaire était fait hebdomadairement et réparti sur cinq protocoles (P0, P1, P2, P3, et P4). Le protocole P0 caractérisé par l'application de l'insecticide LYNX E.C (LAMBDA-CYHALOTHRINE 15g/l+ACETAMIPRIDE20g/l) à la dose de 1litre/ha, sans aucun fongicides, le protocole P1 caractérisé par l'application du Flavonin Agrocomplete, le protocole P2 caractérisé par l'application du Chlorothalonil +cymoxanil 36% +Mancozeb, le protocole P3 constitué du Chlorothalonil +cymoxanil 36% et le protocole P4 caractérisé par l'application du Mancozèb. Tous les fongicides ont été appliqués à la dose de 2 L/ha. Les traitements phytosanitaires ont débuté 26 jours après transplantation (JAT) dès l'apparition des premiers symptômes de l'alternariose à l'aide d'un pulvérisateur à dos de 15 L. Chaque sous-parcelle était entourée d'une bâche mobile permettant d'éviter la dérive des bouillies d'une sous-parcelle à une autre.

2-3-3. Implantation de la pépinière

L'essai a débuté par une mise en pépinière de chacune des trois variétés de choux. L'objectif était d'obtenir les plantules vigoureuses pour la transplantation et assurer les remplacements avec les plantules de même âge. Pour se faire, trois planches de 5m² chacune ont été apprêtée pour les semaines. Le sol a été amendé à base de fientes de poule à la dose de 5 t/ha et traité au SUPER BASTION (OXAMYL 5% GR) à la dose de 10 g de produit commercial par m² contre les nématodes et insectes telluriques. Le semis a été fait 07 jours après amendement à la profondeur de 1cm sur des lignes séparées de 15 cm. Une semaine après le semis, les plantules ont reçues un traitement fongicide de prévention au manèb appliqué à la dose de 1 kg/ha contre les maladies fongiques. LAMBDA-CYHALOTHRINE 15g/l+ACETAMIPRIDE20g/l (LYNX E.C) a été utilisé contre les

insectes. Un désherbage suivi du buttage s'est effectué deux semaines après le semis. Cette dernière opération a été couplée à l'apport d'un engrais foliaire (Fertigofol) NPK, 20-20-20 appliqué à la dose de 1 kg/ha pour renforcer la croissance. La pépinière a été arrosée tous les matins. Le désherbage a été régulier et manuel.

2-3-4. Application des fertilisants

La transplantation a été faite manuellement en soirée, 27 jours après le semis en pépinière au stade 5 à 6 feuilles. Trois niveaux de fertilisation ont été utilisés. La fertilisation organo-minérale a été constituée d'un témoin (T0) caractérisé par l'absence de tout fertilisant, d'une application d'engrais chimique NPK : 20-10-10 à 400 Kg/ha (T1), et de la combinaison fierte de poule à 15 t/ha + NPK : 20-10-10 à 200 Kg/ha (T2). La fiente de poule a été appliquée dans les poquets correspondants se trouvant sur les unités expérimentales labourées sept jours avant repiquage (JAR) puis mélangée avec la terre à l'aide d'une machette. L'engrais minéral (NPK : 20-10-10) a été appliqué à la dose 200 kg/ha durant la transplantation ceci en correspondance à la fertilisation T1. Le deuxième apport a eu lieu quatre semaines après le premier et constituer de 200kg/ha de NPK 20-10-10. Pour la fertilisation T2 l'engrais composé de NPK (20-10-10) a été répandu à la dose 100 kg/ha deux semaines après la transplantation. Le deuxième apport a eu lieu quatre semaines après le premier et est constitué de 100 kg/ha de NPK (20-10-10).

2-3-5. Collecte des données

La collecte des données sur la hauteur et le nombre de feuille a commencé deux semaines après la transplantation. A la maturité une balance nous a permis d'évaluer la biomasse totale fraîche aérienne, un pied à coulisse pour le diamètre du collet des plantes et un mètre ruban de 150 cm pour la circonférence des têtes de chou.

2-3-6. Variables expérimentales

Les variables expérimentales de l'étude ont été : le nombre de feuille, la hauteur des plantes(en cm), le diamètre du collet et la circonférence des têtes (en cm), l'incidence et la sévérité de l'alternariose (en %). le rendement de la biomasse aérienne fraîche (t/ha). Le rendement a été obtenu à partir des masses (en kg) des têtes puis convertis en t/ha suivant la **Formule** :

$$R \text{ d } t \text{ (t / ha)} = \frac{Np \times \sum_{i=1}^4 P_i}{4} / 1000 \quad (1)$$

ou, Np = nombre de plant à l'hectare, P_i = Masse total de la tête, 4 = nombre de plants échantillonnés.

La mesure de la sévérité du mildiou a débuté dès l'apparition des premiers symptômes de la maladie et s'est poursuivie hebdomadairement en utilisant l'échelle de mensuration de Horfall-Barrat. L'incidence a été évaluée par l'**Équation** décrite par [10] :

$$IC = \frac{NFI \times 100}{NFT} \quad (2)$$

IC : Incidence ou : NFI : Nombre de Fruit Infectées, NFT : Nombre total de Fruit. Toutes les données ont été collectées sur 4 plantes situées dans chaque unité expérimentale.

2-3-7. Analyses statistiques

Les comparaisons des moyennes entre les protocoles de traitement phytosanitaires, les variétés, et les fertilisations ont été faites par le biais du test d'analyse de la variance (ANOVA) à un et deux facteurs. Le test de turkey a été utilisé pour séparer les moyennes. L'analyse a été faite grâce au logiciel IBM SPSS (Statistical Package For Social Science) version 21 et à une probabilité de 5 %.

3. Résultats

3-1. Effet de la fertilisation organo-minérale sur la hauteur et le nombre de feuille des plantes

3-1-1. Effet de la fertilisation organo-minérale sur la hauteur du choux

Le **Tableau 1** présente l'effet de la fertilisation organo-minérale sur la hauteur des plantes. On constate qu'à la fin du cycle de la culture d'une manière générale les hauteurs sont significativement différente ($P < 0.05$) pour toutes les variétés. On constate aussi que la variété Green boy est celle ayant donné avec la combinaison d'engrais une hauteur significativement élevée (46,19cm) contrairement au témoin qui a présenté chez la même variété la plus faible hauteur (25,73 cm).

Tableau 1 : Effet de la fertilisation organo-minérale sur la hauteur du choux

Variétés	JAT	Fertilisations		
		T0	T1	T2
Goods	14	7,92±0,76 ^a	7,82±0,63 ^a	10,56±1,12 ^b
	42	14,09±2,06 ^a	25,18±3,76 ^b	335,7±2,20 ^c
	84	25,85±1,46 ^a	29,92±2,36 ^b	38,57±2,36 ^c
Green boy	14	9,44±0,68 ^a	8,96±0,74 ^a	12,09±0,78 ^b
	42	13,43±0,8 ^a	19,46±3,56 ^b	41,78±1,48 ^c
	84	25,73±0,99 ^a	29,63±3,03 ^b	46,19±1,60 ^c
Green Coronet	14	9,56±0,42 ^a	10,32±0,61 ^a	13,01±0,75 ^b
	42	14,81±1,95 ^a	22,41±2,68 ^b	38,99±1,32 ^c
	84	26,55±3,17 ^a	34,03±2,02 ^b	45,02±1,09 ^c

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0.05$). JAT : jour après transplantation, T0 : Témoin, T1 : 400kg/ha de 20-10-10+0kg/ha de fiente, T2 : 200kg/ha de 20-10-10+ 15kg/ha de fiente.

3-1-2. Effet de la fertilisation organo-minérale sur le nombre de feuille de choux

L'analyse de l'effet de la fertilisation organo-minérale sur le nombre de feuille des plantes montre que la fertilisation T2 a permis d'avoir le plus grand nombre de feuille pour les trois variétés (16,18 et 24 respectivement pour les variétés Goods, Green boy et Green coronet). La variété Green Coronet a présenté le plus grand nombre de feuilles (24) significativement différent ($P < 0.05$) de la variété Goods qui a présenté au témoin 9 feuilles (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Effet de la fertilisation organo-minérale sur le nombre de feuille de choux

Variétés	JAT	Fertilisations		
		T0	T1	T2
Goods	14	4,43±0,37 ^a	4,47±0,32 ^a	5,08±0,45 ^b
	28	8±0,73 ^a	8,12±0,84 ^a	11,08±0,60 ^b
	42	9,68±0,59 ^a	12,62±1,2 ^b	16,85±0,65 ^c
Green boy	14	4,75±0,4 ^a	4,89±0,34 ^a	5,83±0,53 ^b
	28	8,28±0,56 ^a	8,93±0,75 ^a	12,52±0,67 ^b
	42	9,87±1,12 ^a	12,43±0,7 ^b	18,35±0,48 ^c
Green Coronet	14	5,18±0,55 ^a	5,56±0,45 ^a	6,81±0,28 ^b
	28	6,37±0,32 ^a	7,66±0,71 ^b	9,84±0,94 ^c
	42	15,50±0,61 ^a	20,73±4,29 ^b	24,97±0,84 ^c

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P<0.05$).

JAT : jour après transplantation, T0 : Témoin, T1 : 400kg/ha de 20-10-10+0kg/ha de fiente, T2 : 200kg/ha de 20-10-10+ 15kg/ha de fiente.

3-2. Effet de la fertilisation organo-minérale, de la variété et des protocoles de traitements phytosanitaires sur la croissance, la sévérité, l'incidence de l'alternariose et le rendement du chou

3-2-1. Effet de la fertilisation organo-minérale sur la sévérité, l'incidence de l'alternariose et le rendement du chou

Il ressort de ce tableau 3 que pour chaque variété les valeurs de sévérité ont été significativement différentes pour les types de fertilisation utilisés la variété Green coronet a présenté à la fertilisation T2 une faible sévérité (3,56 %) significativement différente ($p \leq 0,05$) de celle observée chez la variété Goods (50%) au témoin. Pour l'incidence de la maladie, il en découle que de toutes les variétés étudiées, seule la variété Green coronet a présenté une valeur d'incidence significativement faible (95,83 %) avec la fertilisation T2 par rapport aux deux autres variétés qui ont présenté jusqu'à 100% d'incidence chez le témoin. Pour les rendements, on constate que le témoin présente des faibles rendements pour toutes les variétés contrairement à la fertilisation T2 qui a permis d'avoir les rendements les plus élevés. En regardant les variétés, on constate que Green boy a présenté le plus faible rendement (34t/ha) significativement différent de celui de Green Coronet qui est nettement plus élevé (147 t/ha).

Tableau 3 : Effet de la fertilisation organo-minérale sur la sévérité (%), l'incidence (%) de l'alternariose et le rendement du chou

Variétés	Variables	Fertilisations		
		T0	T1	T2
Goods	Sévérité	50±14,43 ^b	8,76±3,51 ^{ab}	4±3,08 ^a
	Incidence	100 ^b	100 ^b	100 ^b
	Rendement	35,33±0,29 ^a	62,23±0,37 ^b	93±0,60 ^c
Green boy	Sévérité	32,75±9,5 ^b	10,68±4,92 ^a	5,53±3,12 ^c
	Incidence	100 ^b	100 ^b	100 ^b
	Rendement	34,33±0,21 ^a	80±0,32 ^b	113,66±0,47 ^c
Green Coronet	Sévérité	28±10,96 ^b	4,96±3,65 ^a	3,56±3,50 ^{ab}
	Incidence	100 ^b	97,91 ^a	95,83 ^a
	Rendement	58,96±0,29 ^a	87±0,31 ^b	147,33±0,47 ^c

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P<0.05$).

JAT : jour après transplantation, T0 : Témoin, T1 : 400kg/ha de 20-10-10+0kg/ha de fiente, T2 : 200kg/ha de 20-10-10+ 15kg/ha de fiente

3-2-2. Effet de la fertilisation organo-minérale sur la circonférence et le diamètre du collet des plantes

Les diamètres de collet et les circonférences varient en fonction des types de fertilisation. La fertilisation organo-minérale est celle ayant donné les diamètres et circonférences les plus élevés contrairement au témoin qui a donné des valeurs plus faibles. La variété Green coronet a montré une circonférence et un diamètre du collet significativement élevé (95,25 cm et 3,89cm respectivement) par rapport à d'autres variétés.

Tableau 4 : Effet de la fertilisation organo-minérale sur la circonférence et le diamètre du collet

Variétés	Variables (cm)	Fertilisation		
		T0	T1	T2
Goods	DC	1,97±0,13 ^a	2,84±0,26 ^b	3,46±0,29 ^c
	CR	61,68±6,74 ^a	62,12±6,90 ^a	82,33±7,25 ^b
Green boy	DC	1,86±0,22 ^a	2,48±0,33 ^b	3,24±0,35 ^c
	CR	61,10±4,99 ^a	74,77±3,86 ^b	88,32±3,01 ^c
Green Coronet	DC	2,06±0,11 ^a	3±0,25 ^b	3,89±0,35 ^c
	CR	61,68±4,04 ^a	81,02±2,86 ^b	95,25±2 ^c

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P<0.05$), T0 : Témoin, T1 : 400kg/ha de 20-10-10+0kg/ha de fiente, T2 : 200kg/ha de 20-10-10+ 15kg/ha de fiente DC : diamètre du collet, CR : circonférence.

3-3. Effet de la variété sur la sévérité et l'incidence de l'alternariose et le rendement du chou

Les variétés Goods et Green boy ont montré une valeur de sévérité et d'incidence comparables d'un point de vue statistique (5,56% ; 98,8% et 5,24% ; 96% respectivement) ce qui n'est pas le cas chez la variété Green Coronet qui a des valeurs plus faibles (3,87% et 83%) et significativement différentes ($p<0.05$) des deux précédentes variétés pour le rendement, la comparaison globale montre une différence significative ($p<0.05$) entre les trois variétés. Ainsi la variété Green Coronet a un rendement moyen (126,67 t/ha) supérieur à celui des deux autres variétés (*Tableau 5*).

Tableau 5 : Effet de la variété sur l'incidence, la sévérité et le rendement du chou

Variables	Variétés		
	Goods	Green boy	Green Coronet
Sévérités (%)	5,56±4,90 ^a	5,24±4,41 ^a	3,87±0,12 ^b
Incidence (%)	98,8±0,89 ^a	96±2,60 ^a	83±0,8 ^b
Rendements (t/ha)	71,66± 15 ^a	93,66± 81 ^b	126,67± 20 ^c

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P<0.05$).

3-4. Effet des protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité et l'incidence de l'alternariose et le rendement du chou

Les comparaisons globales des sévérités montrent qu'il existe une différence significative entre les fongicides pour toutes les variétés considérées. Les sévérités les plus élevées sont observées avec le témoin on constate également que le Mancozeb et le Flavonin enregistrent des sévérités comparables ($P<0.05$) entre elles (1,16% et 1,46% respectivement pour les deux fongicides). En ce qui concerne l'incidence en revanche, pour la variété Goods, le témoin a montré une incidence atteignant 100 %, la variété Green Coronet a montré avec les fongicides Mancozeb et Flavonin des valeurs d'incidences les plus faibles (71,20 % et 76,56 %

respectivement). La comparaison du rendement entre les fongicides nous montre que d'un point de vue statistique les rendements obtenus avec tous les fongicides ne sont pas significativement différents ($P<0.05$) mais dans les conditions de notre étude, la variété Green coronet permet avec le protocole P3 d'avoir un meilleure rendement (*Tableau 6*).

Tableau 6 : Effet des protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité et l'incidence en fonction des variétés

variétés	Variables Pathologiques	Fongicides				
		P0	P1	P2	P3	P4
Goods	Sévérité (%)	23,4±21,8 ^c	4,01±3,66 ^{ab}	6,10±4,40 ^b	6,32±4,65 ^b	2,83±2,31 ^a
	Incidence (%)	100±00 ^c	96,66±18 ^{ab}	99,16±9,13 ^b	99,16±9,12 ^b	100±00 ^a
	Rendement (t/ha)	35,63±0,2 ^a	77,66±0,7 ^b	77,66±0,7 ^b	77,66±0,57 ^b	77,33±0,68 ^b
Green boy	Sévérité (%)	14,49±15 ^c	2,79±2,44 ^a	7,37±4,92 ^b	5,88±3,85 ^b	3,39±2,90 ^a
	Incidence (%)	100±00 ^c	93,22±25 ^a	95,31±21,9 ^b	96,87±17,4 ^b	97,91±14 ^a
	Rendement (t/ha)	33,34±0,2 ^a	105,6±0,73 ^b	106,6±0,92 ^b	102,33±0,91 ^b	100±0,68 ^b
Green Coronet	Sévérité (%)	9,09±10,6 ^c	1,46±1,47 ^a	6,65±3,33 ^d	5,34±3,25 ^b	1,16±1,01 ^a
	Incidence (%)	93,75±24 ^c	76,56±42 ^{ab}	89,52±30,7 ^{bc}	93,22±25 ^d	71,20±45 ^a
	Rendement (t/ha)	44,3±0,29 ^a	105,66±0,8 ^b	119±1 ^{ab}	124±1,08 ^c	120±0,94 ^{ab}

Les valeurs dans la même ligne suivies par les lettres différentes sont significativement différentes ($P<0.05$).

P0 : Témoin, P1 : Flavonin, P2 : Mancozeb + Chlorothalonil + cymoxanil 36%, P3 : Chlorothalonil + cymoxanil 36 %, P4 : Mancozeb.

3-5. Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur l'alternariose

3-5-1. Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur l'incidence de l'alternariose

La **Figure 1** présente l'effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur l'incidence de l'alternariose. On constate que le Mancozeb a permis d'avoir chez la variété Green Coronet une incidence faible significativement différente (71,2 %) de celle observées pour la variété Goods (100%) et ce pour tous les fongicides utilisés y compris le témoin.

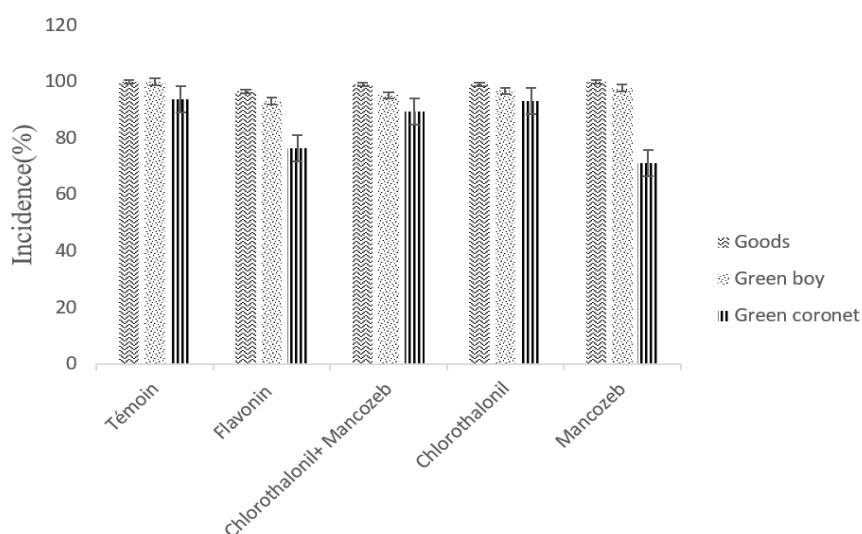


Figure 1 : Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur l'incidence de l'alternariose

3-5-2. Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité de l'alternariose

L'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité de l'alternariose montre que lorsque les variétés sont soumises à différents fongicides, la variété Green Coronet présente avec le Flavonin Agrocomplete et le Mancozeb des valeurs de sévérité significativement différentes ($p<0,05$) (1,47% et 1,01% respectivement) par rapport à la variété Goods qui a présenté une sévérité de 21,83% au témoin (**Figure 2**).

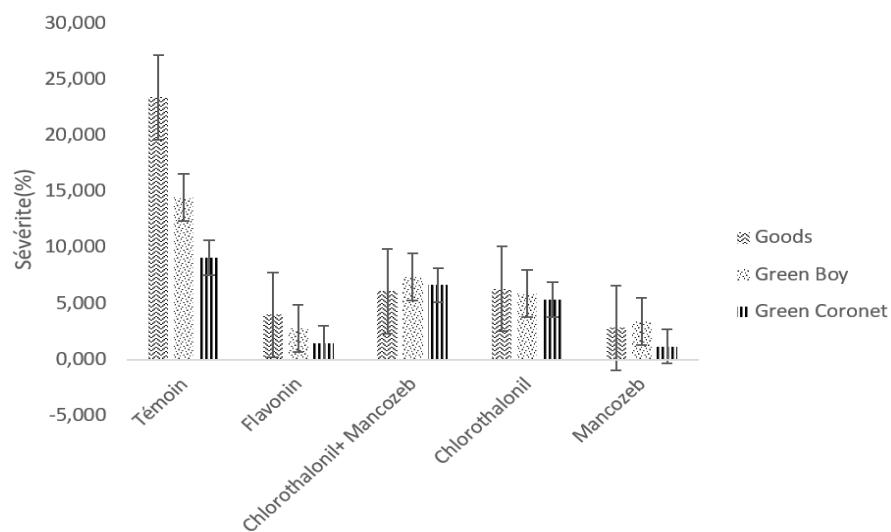


Figure 2 : Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité de l'alternariose

3-6. Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur le rendement du chou

La **Figure 3** présente l'effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur le rendement du chou. On remarque que la variété Green coronet a présenté avec le chlorothalonil un rendement moyen élevé (124 t/ha) significativement différent de celui observé chez les autres variétés.

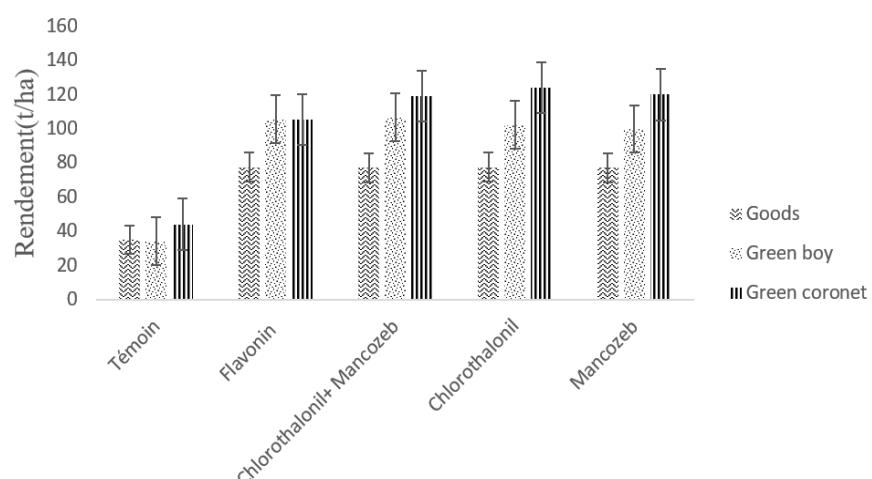


Figure 3 : Effet de l'interaction entre la variété et les protocoles de traitement phytosanitaire sur le rendement du chou

3-7. Effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur l'alternariose

3-7-1. Effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur l'incidence de l'alternariose

La **Figure 4** présente l'effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur l'incidence de l'alternariose. On constate que la variété Green coronet à la fertilisation organo-minérale fiente de poule 15 T/ha + NPK 20.10.10 200kg/ha montre une incidence significativement différente (77,28 %) de celle de la variété Good au témoin qui a présenté une incidence atteignant 100 %.

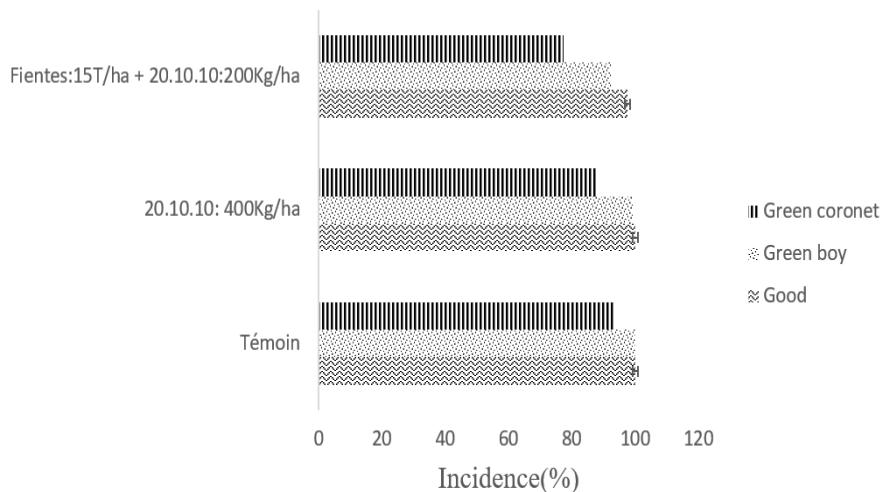


Figure 4 : Effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur l'incidence de l'alternariose

3-7-2. Effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur la sévérité de l'alternariose

La **Figure 5** indique l'effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur la sévérité de l'alternariose. On remarque que lorsque les variétés ont été soumises à différentes fertilisations, la variété Green Coronet a présenté une sévérité faible (3,47%) pour la fertilisation à base de la combinaison fiente de poule et l'engrais minéral 20.10.10 significativement différente ($p<0,05$) par rapport à la variété Goods qui a présenté au témoin une sévérité élevée (23,4%).

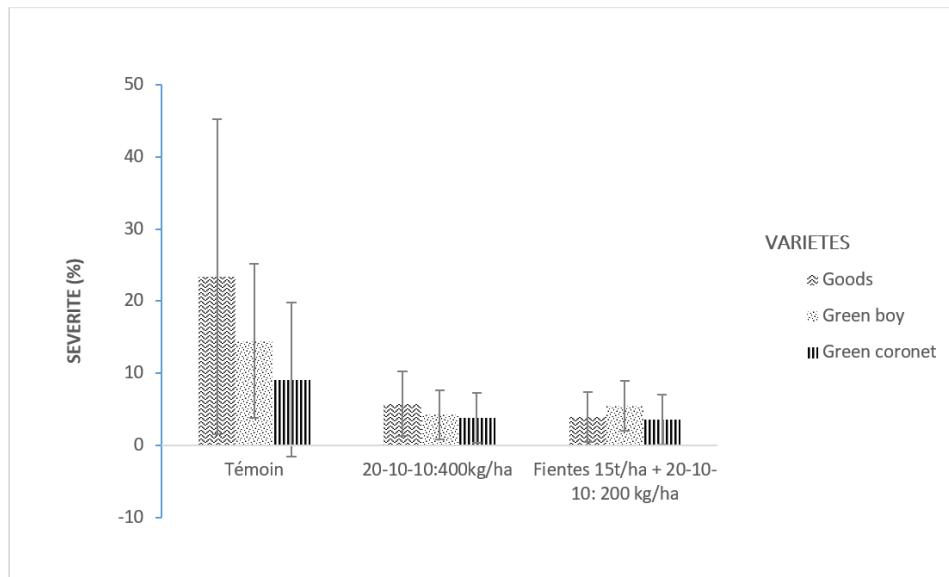


Figure 5 : Effet de l'interaction entre la variété et la fertilisation organo-minérale sur la sévérité de l'alternariose

3-8. Effet l'interaction entre la variété et la fertilisation organo minérale sur le rendement du chou

La **Figure 6** présente l'effet l'interaction entre la variété et la fertilisation organo minérale sur le rendement du chou. On constate que la fertilisation orgono-minérale fiente de poule 15 T/ha + NPK 20-10-10 à 200 kg/ha a présenté avec la variété Green Coronet un rendement moyen élevé (127 t/ha) significativement différent ($P<0,05$) aux rendements observés chez le témoin de Green boy (34 t/ha).

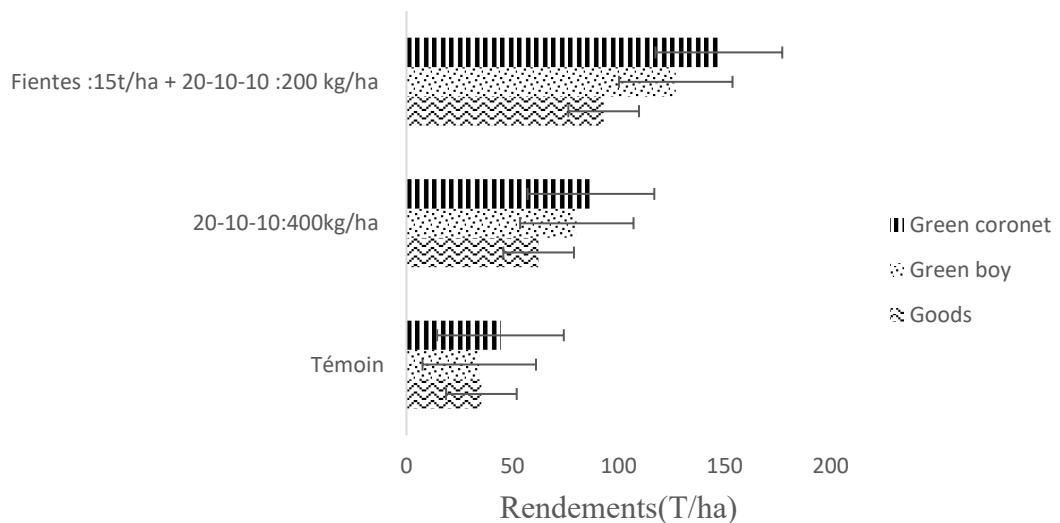


Figure 6 : Effet l'interaction entre la variété et la fertilisation organo minérale sur le rendement du chou

4. Discussion

4-1. Effet des variétés sur la sévérité et l'incidence de l'alternariose

L'étude a montré que la variété Green Coronet a eu une valeur de sévérité et d'incidence plus faible. En effet plusieurs auteurs ont montré que contrairement à la variété Green coronet, certaines variétés possèdent à la surface foliaire des poils absorbants qui aurait facilité la capture des spores en temps venteux donc favorisé le développement de la maladie [11]. Ce résultat pourrai aussi s'expliquer par le fait que les variétés Goods et Green boy durant le stade végétatif, les feuilles étaient respectivement plus élargies et avec une tendance à recouvrir la surface du sol; le pathogène pouvant être conservé dans le sol pendant les pluies, les gouttes d'eaux en contact avec le sol auraient causé des rebonds projetant des portions de terre contaminées à la surface inférieur des feuilles les plus anciennes qui est en effet la zone de développement par excellence du pathogène.

4-2. Effet des protocoles de traitement phytosanitaire sur la sévérité et l'incidence de la maladie

Le Mancozeb et le Flavonin sont les deux fongicides qui ont réussi à abaisser la sévérité et l'incidence de la maladie chez toutes les variétés. Cette action est plus marquer chez la variété Green Coronet qui a produit la plus faible valeur de sévérité à l'opposé du témoin qui a présenté une sévérité plus élevée et ce sur toutes les variétés. Ces résultats sont en concordance avec ceux des chercheurs qui ont rapporté que le Mancozeb est le produit le plus efficace contre l'alternariose chez les Brassicaceae. De plus, il a été montré que le Mancozeb. Contrôle du mildiou de la tomate et permet de réduire efficacement la maladie et augmenter le rendement [12]. Le fongicide Flavonin est autant efficaces que le Mancozeb. Cette efficacité lui donne un pouvoir hautement concurrentiel puisqu'étant un bio fongicide. Notons que c'est la toute première fois que ce produit est utilisé au Cameroun sur le chou et le résultat qu'il fournit pourrait être dû à la présence des molécules actives dans les extraits d'huile de plante, de cuivre et du Manganèse qu'il contient. En effet, le cuivre est impliqué dans la biosynthèse de la lignine, des alcaloïdes et des phytoalexines. De plus, ces résultats sont similaires à ceux présentés par Berrini, [13] qui a montré que le Flavonin permettait d'assurer la croissance tout en contrôlant la flore fongique chez le soja à une dose de 0,4 l/ha. Meijer [14] a également montré que l'application du Flavonin à la dose de 5 % a contribué dans la lutte contre les agents pathogènes *Fusarium oxysporum cubense* et *Botrytis* sp respectivement chez le bananier et le haricot.

4-3. Effet de la fertilisation organominérale sur les paramètres de croissance

A maturité, la hauteur maximale obtenue était de 46 cm chez la variété Green boy. Cette hauteur est de loin supérieure aux hauteurs rapportées par plusieurs chercheurs [15, 16]. Cette dénivellation pourrait être causée par les différences entre les variétés de choux étudiées (Marché de Copenhague, Pride of India, Atlas—70 contre Goods, Green boy et Green Coronet). Dans cette étude, 15kg/ha de fiente+200kg/ha de 20-10-10 a fourni chez Green Coronet un grand nombre de feuilles comparé au témoin chez la variété Goods. Ceci suggère que les nutriments libérés par les fientes de poule plus ceux de l'engrais minéral ont été d'une grande aide pour stimuler une croissance rapide par rapport au 20-10-10 appliquée individuellement ce qui justifie la nécessité de la fumure organo-minérale à augmenter les bases échangeables du sol. De plus, ces résultats sont en concordance avec ceux de Pankaj [17] puis Mohammad pour qui le nombre de feuille est proportionnel à la dose d'engrais appliquée [18]. La variété Goods a présenté le diamètre du collet le plus élevé tandis que la variété Green Coronet a eu une grande circonférence. En effet, la combinaison d'engrais a permis d'avoir les circonférences et diamètres du collet les plus élevés. Ceci concorde avec les travaux de Ashraful qui ont montré que la fertilisation organo-minérale augmentait les paramètres de croissance tels que le diamètre des têtes de choux ainsi que la longueur des racines [16].

4-4. Effet de la fertilisation organo minérale sur l'incidence, la sévérité et le rendement

Les résultats montrent que durant tout le cycle de la culture, la combinaison d'engrais a permis de réduire de manière significative la sévérité de la maladie cela pourrait être dû au fait que l'engrais organique et les micronutriments réduisent l'incidence de la maladie et augmentent le rendement en semences chez le chou-fleur. De plus, des auteurs [19] ont montré qu'une application des fumures organiques à des doses allant de 10 à 40t/ha contrôle significativement l'alternariose du chou en réduisant le nombre de plante infecté. Les engrais sont importants pour la culture des choux car à la fin de cette étude, il a été constaté une différence significative ($P \leq 0.05$) entre les différents niveaux de fertilisations. En effet ceci peut s'expliquer par une faible minéralisation de la fiente de poule au détriment du 20-10-10 qui est déjà sous sa forme minérale prêt à être utilisé par la plante. Puisque les plantes de chou sont exigeantes en éléments nutritifs. Le rendement le plus élevé a été observé chez les plantes qui ont reçu la combinaison d'engrais. Cette étude corrobore ceux de plusieurs auteurs [20, 21] qui ont montré que le chou cabus green Coronet est une variété résistante, et capable à maturité d'avoir un poids moyen supérieur à d'autres variétés comme Marcanta et Marché de copenhague. Cependant, en termes de chiffre ce résultat est en contradiction avec ceux de Djomaha [11] qui a obtenu pour Green coronet un rendement de 104t/ha ceci peut être due à la différence observée entre les écartements (60cm x 50cm contre 50cm x 50cm), les doses d'engrais organo-minérales (5t/ha de fiente de poule plus 300 kg/ha de 20-10-10 contre 15t/ha de fiente de poule. 200kg/ha de 20-10-10). L'interaction à adoptée dans cette étude est celle de la variété Green coronet, le fongicide Bonsoin et la combinaison d'engrais qui permet d'avoir un meilleur rendement.

5. Conclusion

De cette étude il en découle que les paramètres de croissance tel que le nombre de feuille et la hauteur ont été plus prononcés dans les parcelles ayant reçue la combinaison d'engrais particulièrement chez la variété Green Coronet pour le nombre de feuille (24) et Green boy pour la hauteur (46cm). En ce qui concerne la fertilisation, la variété Green Coronet a été la plus tolérante à l'alternariose avec une sévérité et une incidence faible. Quant aux fongicides, la sévérité a été faibles dans les parcelles traitées au Mancozeb et au Flavonin ceci pour la variété Green Coronet. La combinaison d'engrais a également permis d'avoir chez la variété Green Coronet un diamètre du collet et une circonférence élevée (respectivement 3,89cm et 95,25cm) de plus, cette combinaison d'engrais a permis d'avoir le rendement le plus élevé chez Green Coronet (147,33t/ha). L'association variété Green Coronet *15t/ha de fiente+200kg/ha de 20-10-10 *Bonsoin permet d'avoir un meilleur rendement.

Remerciements

Nos sincères remerciements à Mrs NONGNI Wenceslaux pour son soutien dans la mise en place du dispositif expérimental. Nous remercions également M KUENBOU jacques qui a effectué les analyses statistiques relatives à cette étude.

Références

- [1] - G. D. PAMPLONA-ROGER, "Santé par les aliments 4e impression de la 1ere édition", *Phytopathology*, 54 (2002) 508
- [2] - FAO, "Food and Agricultural Commodities Production"; Available online: <http://faostat.fao.org>, (2011)
- [3] - FAOSTAT, "Cameroon : Cabbages and other brassicas, production quantity (tons)": <http://faostat.fao.org>, (2016)
- [4] - D. S. CHARLESTON, R. KFIR, M. V. DICKE and M. LE, "Impact of botanical pesticides derived from *Melia azadarache* and *Azadirachta indica* on the biology of two parasitoid species of the diamondback moth". *Biological Control*, 33 (2005) 131 - 142
- [5] - A. D. FONTEM "Quantitative Effects of Early and Late Blights on Tomato". *TROPICULTUURA*, 21, 1, (2003) 36 - 41
- [6] - R. K. BUSH et J. M. PORTNOY, "The role and abandonment of fungal allergens in allergic deseases". *J. Allergy clin. Immunol.*, 107 (2001) 430 -4 40
- [7] - A. EMERYK, A. CHOJNA, K. BARTKOWIA, M. EMERY and J. POSTĘPSKI, "Prevalance of asthma and some respiratory symptoms in the years 1995 and 2001 in schoolchildren from rural regions of Poland". *Ann. Agric. Environ. Med.*, 11 (2004) 63 - 66
- [8] - ERS/USDA, "Cabbage Statistics, 1960 2007: Prepared by ERS using data from united food and Agriculture Organization", FAOStat -Prod Stat (03/11). hyperlink "<http://usda.mannlib.cornell.edu/>" \t "_top" USDA Economics, Statistics and Market Information System. Hyperlink "<http://www.mannlib.cornell.edu/>" \t "_top" Albert R. Mann Library, Cornell University, (2011)
- [9] - E. TEMGOUA, T. H. NTANGMO, T. NJINE and M. SERVE, "Vegetable Production Systems of Swamp Zone in Urban Environment in West Cameroon": Case of Dschang. City Universal *Journal of Environmental Research and Technology*, (2012)
- [10] - T. AYONTU, LEMESSA and B. GEZAHEGN, "Distribution and occurrence of mango Anthracnose (*Colletotrichum gloesporioides* pend and sacc) in humid Agro-ecology of southwest Ethiopia". *Plant pathology journal*, 13 (4) (2014) 268 - 277
- [11] - E. S. DJOMAHA and T. R. GHOGOMU, "Effet des insecticides, des variétés de chou et des dates de semis sur *Plutella xylostella*(l.) (Lepidoptera : plutellidae) dans les hautes terres de l'ouest Cameroun". *Int. j. biol. chem. Sci.*, 10 (3) (2016) 1059 - 1068
- [12] - F. J. DJEUGAP, E. DAVID, NGUEFACK, N. C. TITA and D. FONTEM, "Effect of organic amendments and fungicide application on potato late blight, bacterial wilt and yield in Cameroon" International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR) ISSN: 2223-7054 (Print) 2225-3610 (Online) <http://www.innspub.net>, Vol. 5, N° 4 (2014) 12 - 19 p.
- [13] - L. A. BABATOLA and J. O. OLANIYI, "Effect of NPK 15:15:15 fertilizer level and plant spacing on performance and shelf-life of okra". In: proc. 15th HORTSON Conference, NIHORT, Ibadan 8th April, (1997)
- [14] - H. MEIJER et K. GERT. "Flavonin testing against *Fusarium oxysporum cubense* TR4 in banana in the greenhouse". *Preliminary overview*, (2017)
- [15] - S. A. OGEDEGBE and K. E. LAW-OGBOMO, "Growth and yield of cabbage (*brassica oleracea* l.) as influenced by poultry manure and NPK application. *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment*", 9 (4) (2013) 19 - 24 p.
- [16] - I. ASHRAFUL, F. GOLAM, A. AYASHA, H. MOKTER and N. DILIP, "Effect of Organic, Inorganic Fertilizers and Plant Spacing on the Growth and Yield of Cabbage". *Agriculture* doi:10.3390/agriculture7040031, 7 (2017) 31
- [17] - S. PANKAJ, "Integrated effect of bio-inoculants, organic and inorganic fertilizer on growth and yield of cabbage". Hisar, India: Agricultural Research Information Centre. *Crop Res Hisar*, 32 (2006) 188 - 191

- [18] - R. H. MOHAMMAD and A. H. M. SOLAIMAN, "Efficacy of organic and organic fertilizer on the growth of *Brassica oleracea* L. (Cabbage)". *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4-3 (2012) 128 - 138
- [19] - K. S. SANDHU, "Control of Alternaria blight of disease cauliflower with organic manure". *Plant disease. Res.*, 7 (1) (1992) 11 - 18
- [20] - E. S. DJOMAHA, "Effet des périodes de culture et de trois insecticides sur *plutella xylostella* L. (LEPIDOPTERA : PLUTELLIDEA) et ses ennemis naturels sur deux variétés de chou (*Brassica oleraceae* L.) à Dschang localité dans les hauts plateaux de l'ouest Cameroun". *Thèse de master of science*. Université de Dschang, Cameroun, (2010) 41 - 56 p.
- [21] - T. R. WANKO, "Influence de différents types de bio fertilisants sur la performance du chou (*Brassica oleracea*) dans les hauts plateaux de l'ouest Cameroun". Mémoire d'ingénieur Agronome. Université de Dschang, Cameroun, (2008) 38 - 47