

ETUDE DE PROPRIETES INSECTICIDES ET FERTILISANTES DE L'ENGRAIS ORGANIQUE LIQUIDE «*Ergofito Defense*» EN CULTURE DE CHOU A DJEKANOU (CÔTE D'IVOIRE)

S. SORO^{1,2} et V. K. HGAZA^{1,3}

¹Centre Suisse de Recherche Scientifique. E-mail : senan.soro@csrs.ci / soro_senan2000@yahoo.fr

²Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

³Université Péléforo Gbon Coulibaly de Korhogo, Côte d'Ivoire

RESUME

Le chou est important dans l'alimentation de l'homme pour sa richesse en vitamine et autres éléments nutritifs. Malheureusement, de nombreuses contraintes freinent le développement de cette culture. L'objectif de cette étude était de déterminer les propriétés fertilisantes et insecticides de «*Ergofito Défense*» en production du chou. Un dispositif de blocs complètement randomisés a été réalisé pour cette étude incluant les traitements T₀, T₁, T₂ et T₃. Les résultats ont été analysés avec SAS 8.2. A 75 Jours après traitement (JAR), T₀ et T₁ ont eu une production de matière sèche (69 g m⁻²) hautement significative que T₂ et T₃ avec (29 g m⁻² respectivement). Quant au rendement obtenu sur T₂ (10 t ha⁻¹) et T₃ (8 t ha⁻¹), il a triplé dans les traitements T₀ et T₁. Il en est de même pour l'abondance des pucerons. Leur nombre était significativement inférieur sur les traitements T₁ comparativement aux autres traitements. Cependant, T₁ était similaire à T₀ concerne les autres insectes. Ainsi, «*Ergofito Defense*» pourrait être utilisé seul en production de chou car pouvant réduire le nombre de pucerons et les larves de plusieurs autres insectes sur les plantes. Ces travaux pourraient s'étendre à d'autres zones agro écologiques en vue de la confirmation des résultats.

Mots clés : Chou, *Ergofito Defense*, engrais organique, insecticide

ABSTRACT

STUDY OF INSECTICIDE AND FERTILIZING PROPERTIES OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER «*ergofito defense*» IN CABBAGE PRODUCTION IN DJEKANOU (CÔTE D'IVOIRE)

Cabbage is important component of human diet because of the high concentration of vitamins and other nutrients. However, there are many constraints against its production. The objective of this study was to determine the fertilizing and insecticidal properties of «*Ergofito Defense*» on cabbage production. On farm trial was carried out in a completely randomized system including four treatments T₀, T₁, T₂ and T₃. The results were analyzed using the SAS software version 8.2. At 75 days after transplantation (JAR), T₀ and T₁ had produced 69 g m⁻² dry material which is significantly higher than those of T₂ and T₃ with 29 g m⁻². Then, the yields obtained with treatments T₂ (10 t ha⁻¹) and T₃ (8 t ha⁻¹), were almost threes of treatments T₀ and T₁ similarly for level of aphids which was significantly lower in T₁ than other treatments. But, T₁ and T₀ were similar when the other insects were considered. The results show that, «*Ergofito Defense*» could be used alone for production of cabbage as fertilizer and insecticide on aphids and the larvae of many insects. These results could encourage studies in other agro-ecological zones for their confirmation.

Keys words : *Ergofito Defense*, organic fertilizer, insecticide, cabbage

INTRODUCTION

Le chou est un légume de grande importance dans l'alimentation de l'homme. Il constitue une source appréciable de vitamines A, C et E (Depezay, 2006). Aussi, il est pourvoyeur de sels minéraux avec une dominance du fer et de la cellulose. Il a des vertus curatives, digestives et nutritives (Depezay, 2006).

En plus, de sa valeur culinaire, il possède une bonne valeur marchande (Youdeowei, 2004). En Côte d'Ivoire, la demande en pomme de chou augmente et les prix sont attractifs sauf en période de surproduction (octobre - novembre). Le prix unitaire de chou peut varier de 100 à 400 FCFA/kg (Dao *et al.*, 2003).

Malheureusement, le chou est produit sous de nombreuses contraintes, entre autres, les maladies virales et fongiques, les attaques de ravageurs et l'appauvrissement des sols (Diao, 2004). Ces ravageurs sont essentiellement des insectes, des bactéries et des nématodes (Soro, 2009). Les insectes nuisibles en cultures de chou appartiennent à une entomofaune diversifiée, qui constitue, de réelles menaces à la production (Charleston *et al.*, 2005). En effet, les pertes de production dues aux insectes nuisibles varient entre 10 et 30 % (Tewary *et al.*, 2005).

Dans le souci de lutter contre ces ravageurs, la lutte chimique a été le premier recours grâce à son efficacité. Mais, elle a vite montré ses limites à cause de la résistance développée par les populations d'insectes cibles et ses conséquences néfastes sur l'environnement et la santé du consommateur (Charleston *et al.*, 2005).

Face à ces enjeux, la lutte alternative par l'utilisation des insecticides biologiques constitue un moyen de lutte respectueux de l'environnement (Agboyi, 2006). Par exemple, l'efficacité d'extraits de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Jus et de papayer (*Carica papaya* L.) contre les insectes nuisibles du chou (*Brassica oleracea* var. *kk-cross* L.) a été prouvée (Agboyi, 2006). En production, «*Ergofito Défense*» améliore l'absorption de l'eau et des minéraux au niveau des plantes et renforce le système immunitaire et la qualité de la sève élaborée des plantes.

L'objectif général de cette étude était de déterminer l'effet d'un fertilisant organique «*Ergofito Défense*» sur la croissance du chou et d'évaluer également ses propriétés insecticides. De façon spécifique, l'étude vise à déterminer l'effet de l'application d'«*Ergofito Défense*» sur la croissance des plantes et la dynamique des populations des principaux ravageurs et d'apprécier les dégâts causés par ceux-ci au champ.

MATERIEL ET METHODES

ZONE DE L'ETUDE

Le site de l'étude est la station de recherche du Centre Suisse de Recherches Scientifiques (CSRS) dans le village de Bringakro, situé à 180 km au Nord d'Abidjan. Bringakro fait partie du département de Djékanou, dans la région du Bélier dont Yamoussoukro est le chef-lieu. Le village est situé à 7 km au sud du département de Djékanou. La station de recherches maraîchères est située à 3 km du village (Soro, 2009) (Figure 1). Le sol est sablo-argileux avec des valeurs de températures variant entre 25 et 30 degrés et des valeurs de pH compris entre 4,5 et 6,5. Le taux de bases échangeables est compris entre 1 mE/100 g et 8 mE/100 g. Ces taux de saturation indiquent qu'il s'agit d'un sol ferrallitique moyennement saturé et induré, selon la classification de la FAO (Ettien, 2004).

VARIETE DE CHOU

La variété KK-Cross de chou (*Brassica oleracea* L.) a été utilisée comme matériel végétal. Les semences ont été distribuées par la firme commerciale de semences dénommée SEMIVOIRE. Cette variété de chou comme la plupart des autres espèces ont un cycle de production de 90 jours. Les rendements de cette variété sont estimés entre 20 et 30 t ha⁻¹ (Caburet *et al.*, 2002). La variété est résistante à la chaleur et tolérante à la nervation noire des crucifères dont l'agent responsable est *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* (Abdourahamane, 2013). Les produits phytosanitaires (insecticides biologique et engrais minérale) utilisés pour mener l'essai sont présentés dans le tableau 1.

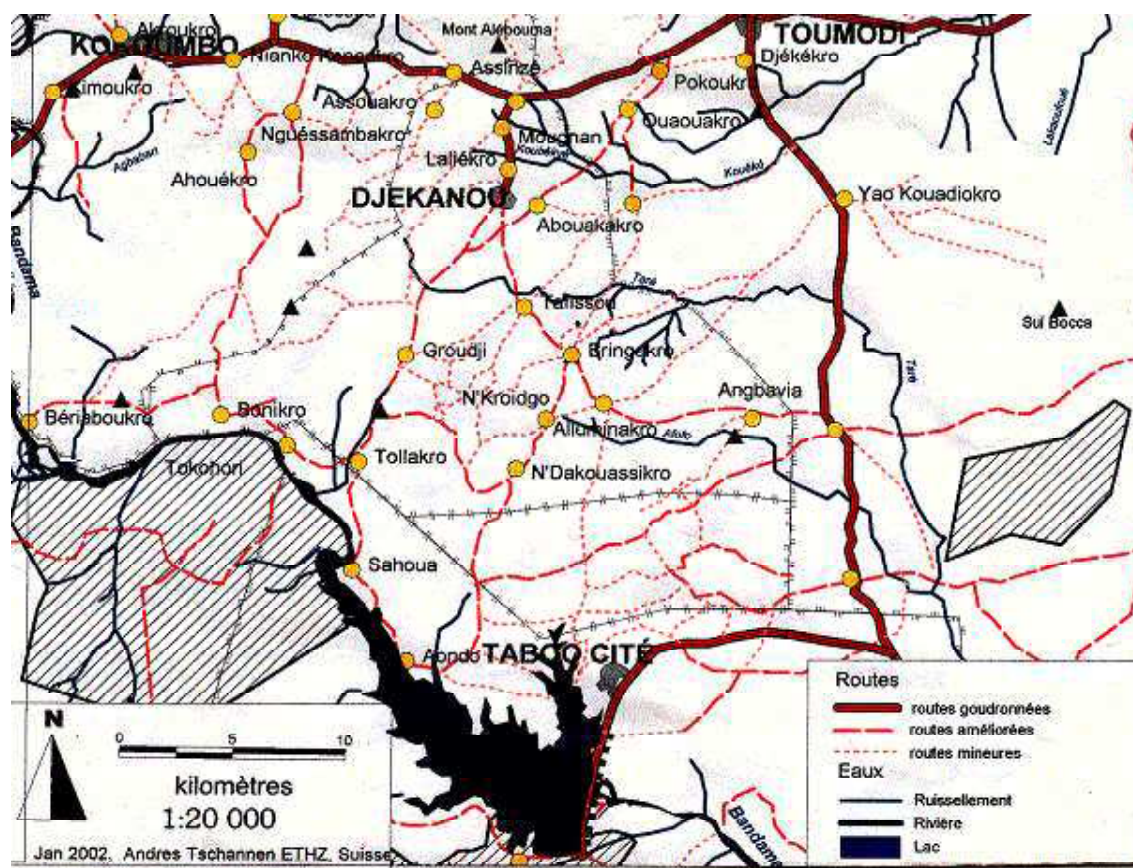


Figure 1 : Site de l'étude.

Study area.

Tableau 1 : Produits phytosanitaires utilisés au cours de l'expérimentation.

Pesticides used for experimentation.

Types de produits	Nom commercial	Substances actives	Famille	Concentration	Dose	Formulation
Herbicide	BI'N TAKARA	Glyphosate	Phosphoglycine	360 g/l		Liquide
		Acide salicylique		5 g/l	6 kg/ha	Liquide
Insecticides	ERGOFITO DEFENSE	Azote organique		0,5 g/l		
		urée,		3,5 g/l		
		Cuivre		0,16 g/l		
		Carbone organique		48 g/l		
Insecticide	K-OPTIMAL	Lambdacyalothrine	Pyréthroïdes de synthèse	15 g/l	1 l/ha	Liquide
		Acétamipride	Néonicotinoïdes	20 g/l		
Insecticide	BATIK	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Produit microbien du type Bt		500 g/ha	Granulé
Nématicide-Insecticide	Furadan 5G	Carbofuran	Carbamates	50 g/kg	40 kg/ha	Granulé
Engrais	NPK 10-18-18	Azote		40 kg/ha	400 kg/ha	Granulé
		Phosphore		72 kg/ha	200 kg/ha	Granulé
		Potassium		72 kg/ha	6 kg/ha	Liquide
	Urée 46%	Azote		46 g/kg		
		Azote organique		1 g/l		
		Azote urée		7 g/l		
BORON	Bore					
	Molybdène			2 - 0,1 - 5 g/l		
	Carbone organique					

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher constituée de 4 traitements en 4 répétitions. Chaque parcelle élémentaire labourée sur les 20 premiers centimes couvrait une superficie de 4,5 m² (3 m x 1,5 m). Les parcelles élémentaires sont distantes de 1 m x 1 m. Avant le repiquage, la pépinière a été mise en place sur une planche d'une longueur de 2,5 m et les lignes de semis séparé de 10 cm entre les lignes. Au repiquage, les écartements entre les plants ont été de 25 cm x 25 cm.

Les traitements retenus sont :

T0 : Engrais minéral + insecticide chimique classique (Lambda cyhalothrine+ Acétamipride) (traitement de référence ou témoin).

T1 : Engrais minéral (le tiers de la dose) + *Ergofito défense* (engrais à tester).

T2 : 100% *Ergofito défense* (engrais à tester).

T3 : *Ergofitoboron* (engrais) + insecticide biologique (*Bacillus thuringiensis*).

ENTRETIEN

Des sarclages et des binages réguliers ont été effectués pour éviter l'enherbement de la parcelle. Les plants ont été régulièrement arrosés 5 mm d'eau par unité de surface tous les jours (matin et soir), à cause de l'évapotranspiration élevée de la zone d'étude. Les traitements phytosanitaires ont débuté 15 jours après le repiquage. Chaque type de traitement a un matériel d'utilisation qui lui est spécifique.

Les différentes doses utilisées sont :

- ERGOFITO DEFENSE : 0,5 ml m⁻² ;

- BATIK WG : 0,05g m⁻² ;

- K-OPTIMAL 35 EC : 0,1 ml m⁻².

COLLECTE DES DONNEES

L'évaluation de la croissance des plantes a été faite à partir de la détermination de la production de matière sèche de la plante. Un échantillonnage destructif d'un plant par parcelle élémentaire est effectué. La masse fraîche totale est mesurée et un sous échantillon de chaque organe est séché à l'étuve à 70 °C jusqu'à la masse constante pour déterminer le taux de matière sèche. Ces mesures ont débuté deux semaines après le repiquage et ont été répétées

chaque deux semaines jusqu'à la récolte (soit, 75 jours après repiquage JAR).

La dynamique des populations d'insecte a été évaluée en caractérisant celles des adultes et des larves :

Des pièges colorés (assiettes de couleur jaune) ont été posés dans chaque parcelle élémentaire à raison d'une assiette par parcelle élémentaire. Chaque assiette contenait de l'eau additionnée de savon liquide (Collingwood *et al.*, 1984 ; Soro, 2009). Les insectes piégés sont conservés dans des tubes contenant de l'alcool à 70°. Une fois en laboratoire, ils sont triés et observés. L'identification est basée essentiellement sur les caractères morphologiques. Ainsi, les insectes sont classés dans un ordre, codés et dénombrés chaque 10 jours.

L'évolution des larves a été étudiée à partir des observations tous les 10 jours. Elles consistaient à prospecter deux plants sains et deux plants malades pris au hasard dans chaque parcelle élémentaire afin d'en dénombrer les larves et les pucerons.

L'évaluation des dégâts dus aux insectes s'est effectuée par le dénombrement des plants attaqués ; c'est-à-dire les plants portant des feuilles présentant des perforations et les plants dont les cœurs ont été dévorés par les insectes. Une échelle d'indice de dégâts a été conçue afin d'estimer la sévérité des dommages. En fonction de cette sévérité, un indice était attribué à chaque plante (Soro, 2009).

L'échelle des indices se présente comme suit :

1 = 0 à 25 % des dégâts ;

2 = 25 à 50 % de dégâts ;

3 = 50 à 75 % de dégâts

4 = 75 à 100 % de dégâts.

Le dégât est sévère sur une parcelle si l'indice de dégât de cette parcelle est supérieur à 50 %.

L'évaluation des rendements (t ha⁻¹) a été faite à 75 JAR, selon la formule suivante :

$$R = M/S$$

Avec : R = rendement en t par ha ;

M = masse totale des pommes récoltées, en tonnes ;

S = surface, en ha.

ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les analyses de variances ont été effectuées sur la production de matière sèche, les rendements et la dynamique des insectes sur la parcelle avec le logiciel SAS version 9.1. Pour la classification, le test de DUNCAN a été utilisé.

RESULTATS

CROISSANCE DE LA PLANTE ET RENDEMENT DU CHOU

La production de matière sèche a augmenté au cours du temps dans tous les traitements

(Figure 2). Cependant, elle n'a pas été significativement différente entre les traitements à 15 et 30 jours après le repiquage (JAR) alors qu'à 45 JAR, il y'a eu un effet significatif du traitement sur ce paramètre avec des différences significative entre les traitements T0 et T1 par rapport a T2 et T3. A 60 JAR, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements T0 et T2. A 75 JAR, on note une production moyenne de 29 g m⁻² (T0 et T1) significativement différente de 69 g m⁻² (T2 et T3).

Les rendements obtenus n'ont pas été significativement différents d'une part entre T0 et T1 et d'autre part entre T2 et T3 contrastant avec l'observation faite pour T0 et T1 par rapport a T2 et T3 selon la Figure 3.

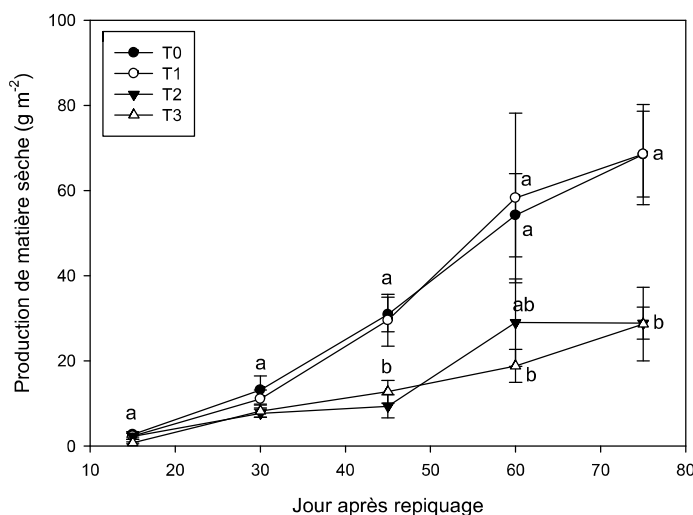


Figure 2 : Effet des traitements sur la production de matière sèche du chou.

Treatment effect on the cabbage dry material production.

Les moyennes portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan à P ≤ 0,05

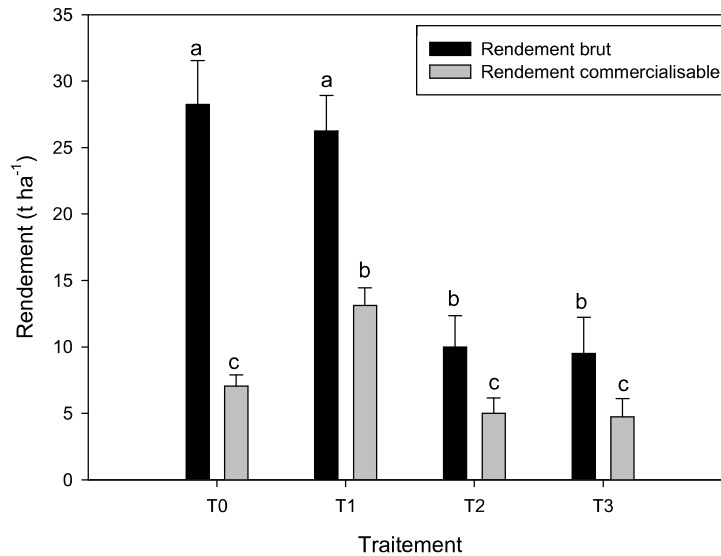


Figure 3 : Effet des traitements sur les types de rendements du chou.

Treatment effect on the cabbage different yield.

Les moyennes portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

DYNAMIQUE DES POPULATIONS D'INSECTES DANS LES PARCELLES D'ESSAIS

Le nombre d'insectes observés n'était pas significativement différents entre les traitements T1, T2 et T3, mais était significativement supérieur au nombre d'insectes dans le traitement T0 à chaque date d'observation (Figure 4). Bien qu'aucune différence significative n'a été observée entre les traitements T1, T2 et T3, le nombre d'insectes dans le traitement T1 est supérieur à ceux observés respectivement dans les traitements T2 et T3 à 50 et à 60 JAR.

L'effet du traitement sur les populations de *Brevicoryne brassicae* (Lin. 1758) a été similaire à l'effet observé sur les populations d'insectes en général (Figure 5). En effet, le nombre de *Brevicoryne brassicae* dans le traitement T0 a été significativement inférieur aux nombres

observés dans les traitements T1, T2 et T3. Bien qu'aucune différence significative n'ait été observée entre les valeurs moyennes notées pour traitements T1, T2 et T3 le nombre de *B. brassicae* dans le traitement T1 a été légèrement supérieur au nombre observé dans les traitements T2 et T3 à 50 et à 60 JAR.

Aucun *Plutella xylostella* (Lin. 1758) n'a été observé à 20 JAR. Par contre à 30 JAR, *P. xylostella* a été observé dans les parcelles mais le traitement n'a pas significativement affecté leur nombre. A 40, 50 et 60 JAR, le traitement a significativement affecté le nombre de *P. xylostella* (Figure 6). En effet, le nombre de *P. xylostella* a été significativement plus élevé dans le traitement T0 (25 insectes observés) et plus faible dans le traitement T1 (6 insectes observés). Des valeurs intermédiaires ont été observées dans les traitements T2 (14 insectes observés) et T3 (9 insectes observés) à 60 JAR.

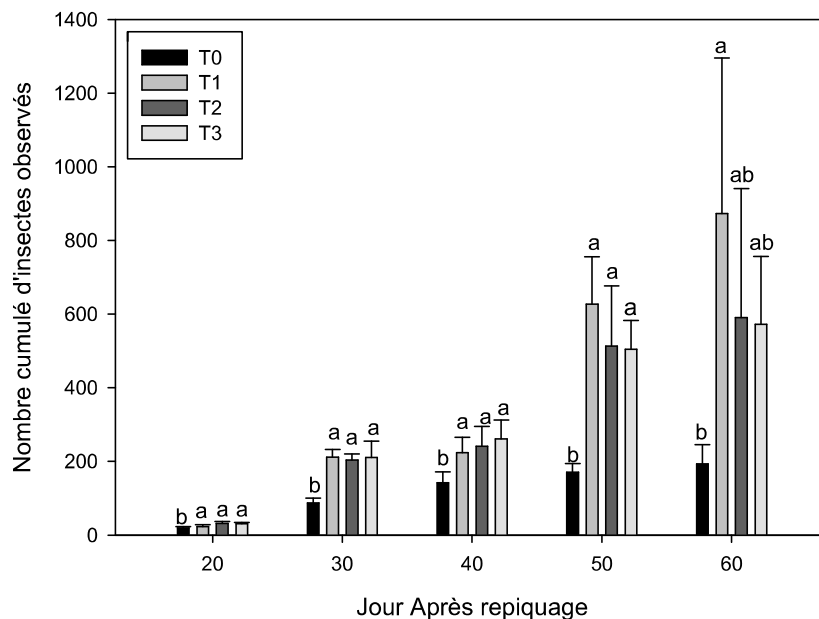


Figure 4 : Effet des traitements sur la dynamique des populations des insectes du chou.

Treatment effect on the dynamic of cabbage insects population

Les chiffres portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

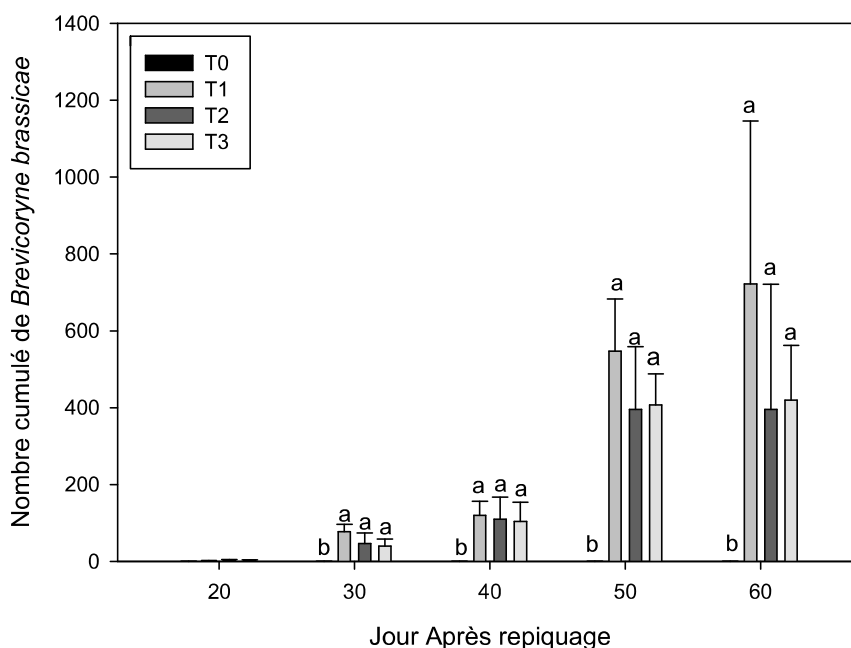


Figure 5 : Effet des traitements sur la dynamique des populations de *Brevicoryne brassicae*.

Treatment effect on the dynamic of Brevicoryne brassicae population.

Les chiffres portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

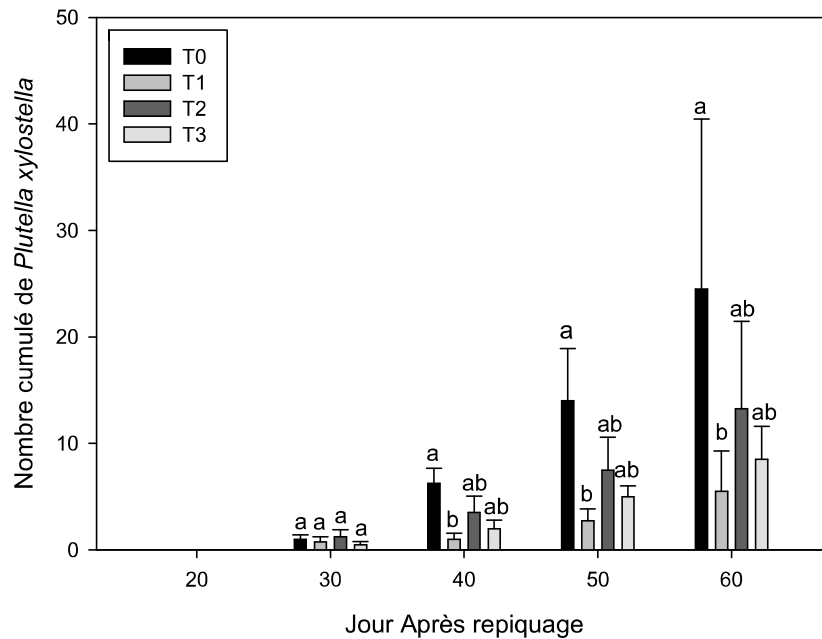


Figure 6 : Effet des traitements sur la dynamique des populations de *Plutella xylostella*.

*Treatment effect on the dynamic of *Plutella xylostella* population.*

Les chiffres portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

Aucun *Pieris brassicae* n'a été collecté dans les parcelles expérimentales à 20 JAR. A 30 JAR, des représentants ont été observés dans les parcelles mais le traitement aux insecticides biologique n'a pas significativement affecté leur nombre. A 40 JAR, un effet significatif du traitement a été observé sur le nombre de *P. brassicae* dans les parcelles, avec un nombre plus élevé dans le traitement T3, plus faible dans le traitement T1 et intermédiaire dans les traitements T0 et T2 (Figure 7). A 50 et à 60 JAR, le traitement n'a pas significativement affecté le nombre d'espèces de *P. brassicae* dans les traitements mais une augmentation de la population a été observée dans les traitements T2 et T3 par rapport aux traitements T0 et T1.

Le traitement a significativement affecté le nombre de larves de Lépidoptères autres que *P. xylostella* (*Spodoptera littoralis*, *Helulla undalis*, *Sylepta derogata*, *helicoverpa Armigera*) à chaque date d'observation (Figure 8). Le nombre de larves observé dans le traitement T3 a été significativement inférieur au nombre de larves dans les traitements T0, T1 et T2 au cours du cycle végétatif. Jusqu'à 40 JAR, le nombre de larves était significativement élevé dans le traitement T1 et des valeurs intermédiaires étaient observées dans les traitements T0 et T2 par rapport au traitement T3. A partir de cette

date (40 JAR), le nombre de larves a significativement augmenté dans le traitement T0 et a dépassé celui observé dans le traitement T1.

DEGATS CAUSES PAR LES RAVAGEURS SUR LES PLANTES

Le nombre de plantes attaquées par les insectes a augmenté au cours du temps (Tableau 2). Toute fois, ce nombre n'a pas été significativement différent entre les traitements avec, néanmoins, une valeur moyenne relativement plus élevée dans le traitement T0 par rapport aux autres traitements à chaque date d'observation.

En effet, le degré de sévérité des attaques dans les traitements T0 et T1 était supérieur ou égal à 2 (≥ 2) (Tableau 2) alors que le degré de sévérité des attaques dans les traitements T2 et T3 était inférieur ou égal à 2 (≤ 2).

A 50 JAR, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements T0, T1 et T2 alors que le nombre de cœurs détruits dans les traitements T0 et T1 a été significativement supérieur à celui de T2 à 60 JAR avec une valeur moyenne toujours inférieure significativement en T3 par rapport à celles des autres traitements.

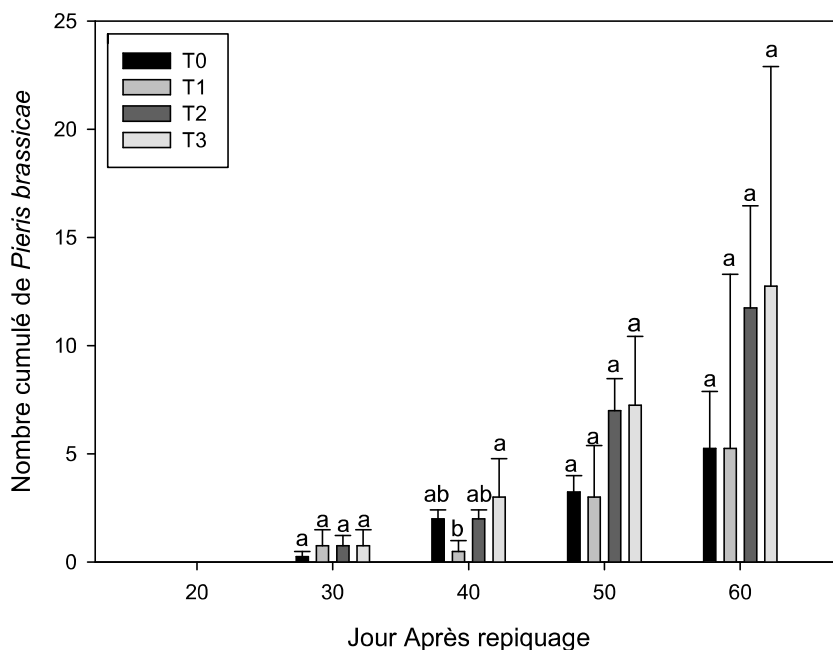


Figure 7 : Effet des traitements sur la dynamique des populations de *Pieris brassicae*.

Treatment effect on the dynamic of Pieris brassicae population.

Les chiffres portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différents selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

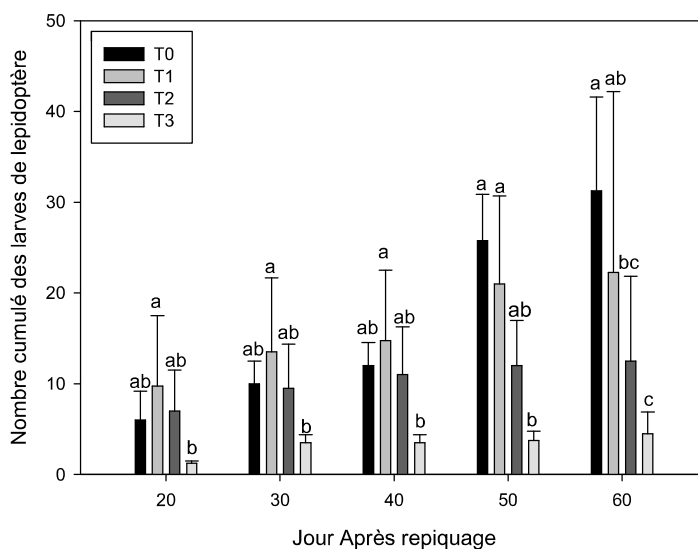


Figure 8 : Effet des traitements sur la dynamique des populations de larves de Lépidoptères autres que *Plutella xylostella* sur le chou

Treatment effect on the dynamic of Lepidoptera larvae and others insects on cabbage

Les chiffres portant la même lettre à chaque date d'échantillonnage ne sont pas significativement différents selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

Tableau 2 : Effet du traitement sur les dégâts de cultures et l'indice de sévérité des attaques des ravageurs.*Treatment effect on crop damage and the severity of pest attacks.*

JAR	Traitement	Dégâts causés sur les plantes		Indice de sévérité des attaques (m-2)
		Nombre de plants attequés (m-2)	Nombre de cœurs détruits (m-2)	
20	T0	3,00a	0	1,25
	T1	2,00a	0	0,75
	T2	1,75a	0	1,00
	T3	2,00a	0	1,25
30	T0	6,75a	0	2,25
	T1	5,50a	0	2,25
	T2	6,25a	0	2,25
	T3	5,00a	0	2,00
40	T0	12,75a	0	2,25
	T1	11,00a	0	2,00
	T2	12,50a	0	1,75
	T3	10,25a	0	1,00
50	T0	16,25a	2,75a	2,50
	T1	14,00a	2,25a	2,25
	T2	15,00a	2,50a	1,50
	T3	15,00a	0,50b	1,50
60	T0	20,00a	4,75a	2,50
	T1	16,25a	4,25a	2,25
	T2	16,50a	2,50b	1,50
	T3	17,50a	1,00c	1,50

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan pour $\alpha = 0,05$.

DISCUSSION

EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA PRODUCTION DE MATIERE SECHE ET LE RENDEMENT DU CHOU

La différence observée dans la production de matière sèche entre le traitement à l'engrais minéral (T0) et semi-minéral (T1) d'une part et d'autre part les traitements organiques (T2 et T3) pourraient s'expliquer par la plus grande disponibilité des nutriments dans l'engrais minéral (HGAZA *et al.*, 2012). En effet, contrairement aux engrais organiques, les engrais minéraux sont composés d'élément hydrosoluble (Huber et Schaub, 2011) ne nécessitant aucune minéralisation préalable. Or, le chou a un cycle végétatif d'environ 3 mois, probablement trop court pour une restitution des nutriments du fertilisant organique. L'application

de 600 kg ha⁻¹ de NPK (T0) n'a pas occasionné d'augmentation substantielle de matière sèche par rapport à 200 kg ha⁻¹ de NPK (T1) associée à l'engrais organique (5 L ha⁻¹) à l'instar des travaux de N'DAYEGAMIYE (2007). Par conséquent, les rendements obtenus dans les traitements T0 (28 t ha⁻¹) et T1 (26 t ha⁻¹) ont été supérieurs aux rendements obtenus dans les traitements organiques T2 (10 t ha⁻¹) et T3 (9,5 t ha⁻¹). Les rendements obtenus dans le traitement minéral (T0) et semi-minéral (T1) ont atteint des valeurs similaires aux rendements (20 et 30 t ha⁻¹) rapportés en culture de chou (Delamarre, 2009). Par contre, le rendement commercialisable obtenu dans le traitement semi-minéral (T1, 12,5 t ha⁻¹) a été le double du rendement commercialisable obtenu dans le traitement minéral (T0, 6,3 t ha⁻¹) qui n'a pas été différent des rendements commercialisables obtenus dans les traitements organiques T2 (4,6 t ha⁻¹) et T3 (4 t ha⁻¹). A la lumière de cette

étude, il ressort que l'apport du fertilisant organique est inadéquat pour la culture du chou, probablement à cause du cycle trop court pour une restitution effective des nutriments au sol.

EFFET DES TRAITEMENTS SUR LA PRESSION PARASITAIRE ET LES DEGATS OCCASIONNES

L'application d'insecticide chimique (Acetamipride associé à lambda-cyhalothrine) a permis de contrôler les populations d'insectes par rapport aux traitements d'insecticides organiques (acide salicylique et *Bacillus thuringiensis*). Ce contrôle chimique a été essentiellement exercé sur les populations de *B. brassicae* et de *P. brassicae*. Par contre, les populations de *P. xylostella* adultes et les larves de lépidoptères ont été plus élevées dans le traitement T0 que dans les autres traitements utilisant les insecticides organiques. Ce contrôle chimique exercé sur les pucerons est probablement lié au mode d'action de l'insecticide chimique et à la mobilité des ravageurs (Kimura *et al.*, 2007). L'acetamipride associé à lambda-cyhalothrine sous le nom commercial K-optimal est un insecticide de contact par conséquent, il doit entrer en contact avec l'insecte pour causer sa mort (Kimura *et al.*, 2007). Contrairement aux lépidoptères qui s'envolent pendant les applications d'insecticides, les pucerons n'ont pas cette aptitude à se déplacer. Il est donc possible que les traitements de K-optimal n'ont pu atteindre essentiellement que les pucerons parmi les insectes présents sur les parcelles, entraînant ainsi une réduction considérable de leur nombre. En revanche, l'acide salicylique et *Bacillus thuringiensis* présents respectivement dans *Ergofito Defense* et Batik utilisés pour le contrôle des ravageurs a diminué les populations de *P. xylostella* et les larves des autres lépidoptères par rapport à K-optimal. Le mode d'action de l'acide salicylique est systémique. En effet, l'acide salicylique a la capacité de renforcer le système immunitaire de la plante. C'est une phytohormone de nature phénolique jouant un rôle clé dans les mécanismes de défense des plantes (Hallier, 2009). La résistance conférée par ce phénomène persiste dans le temps et contre un large spectre de pathogènes de plantes cultivés et de ravageurs. La résistance systémique acquise induit aussi des réponses de défense comme la production de protéines PR (Pathogenesis-Related) et d'oxyde nitrique (Jourdain *et al.*, 2008). Hallier (2009) a

également montré que l'acide salicylique permettait à la plante de produire des composés permettant de repousser les ravageurs ou de les intoxiquer. L'acide salicylique pourrait aussi induire la synthèse par la plante de composés volatiles (terpénoïdes, composés soufrés) qui constituent des signaux attractifs pour les auxiliaires prédateurs ou parasitoïdes en leur indiquant la présence d'une proie ou d'un hôte potentiel. Par ailleurs, l'acide salicylique est considéré comme un stimulateur de défense naturelle (SDN) dont le rôle principal est de transmettre l'information d'une agression de pathogènes (y compris les insectes) dans toute la plante afin de mettre en place le phénomène de résistance systémique acquise (RSA) (Ramiro, 2009 ; (Robbe, 2010). Quant à *Bacillus thuringiensis*, c'est une bactérie qui reste sur les feuilles après application et infectent les insectes sur lesquels ils se développent, entraînant ainsi leur mort (Chaufaux, 1995). L'application de ces deux insecticides organiques a entraîné une diminution de la population d'adultes de *P. xylostella* par rapport au traitement chimique. Cette diminution de la population de *P. xylostella* est probablement l'une des principales causes, en plus de l'action directe de *Bacillus thuringiensis*, de la réduction de la population larvaire de lépidoptère. Ces résultats semblent montrer que les différences (non significatives) observées entre les traitements, dans le contrôle des ravageurs du chou, ont eu un effet significatif sur la qualité des produits récoltés. En effet, seulement 25 % des pommes récoltées dans le traitement (T0) ont été commercialisables contre 50 % des pommes récoltées dans les traitements (T1, T2 et T3). Le mode d'action de l'acide salicylique et du *Bacillus thuringiensis* semble mieux adapté dans le contrôle des lépidoptères que les insecticides de contact en culture du chou.

CONCLUSION

Les résultats ont montré qu'en ce qui concerne le rendement, l'apport d'«*Ergofito Defense*» combiné à la moitié de la dose de l'engrais minéral (200 kg ha⁻¹) a donné un rendement de 26 t ha⁻¹ qui n'est pas significativement différent de celui obtenu avec l'apport d'engrais minéral (28 t ha⁻¹) uniquement à la dose recommandée (400 kg ha⁻¹). Par contre, cet engrais organique contrôle les insectes du chou par rapport au traitement de référence. En plus, «*Ergofito Defense*» à travers l'acide salicylique permet de

contrôler les ravageurs sur le chou au même titre que les insecticides chimiques. *Ergofito Defense* aurait donc un effet limite sur la fertilisation en culture de chou alors que son aptitude phytosanitaire est avérée.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit de la société EXCESS pour avoir accordé le financement de ces travaux et au Centre Suisse de recherche scientifique (CSRS) en Côte d'Ivoire qui a facilité la conduite des travaux. Notre reconnaissance et notre gratitude vont également à l'endroit de Mlle Arlette Koffi Gbamé, élève ingénieur agronome pour la qualité des données qu'elle a collecté pendant son stage, sans oublier les techniciens de la station expérimentale du CSRS basée à Bringakro pour la bonne conduite des travaux de terrain.

REFERENCES

- Abdourahamane R. 2013. Les semences du chou disponibles au Niger. Fiche technique.4 p.
- Agboyi L. 2006. Efficacité des extraits de feuilles de neem (*Azadirachta indica* Jus) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) et du gboma (*Solanum macrocarpon* L.). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Université de Lomé, Togo, 69 p.
- Robbe P. 2010. Les nouvelles familles de produits chimiques. Index phytosanitaire CTA. 46 : 136 - 142.
- Caburet A., Daly P., De Bon H., Huat J., Langlais C., Lyannaz J. P et P. Ryckewaert. 2002. Les légumes. Mémento de l'agronome 2002, pp 1023 - 1049.
- Charleston D. S., Kfir R., Dicke M. V et L. E. M. 2005. 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) : 131 - 142.
- Chaufaux J. 1995. Utilisation de biopesticides contre les ravageurs des cultures, le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Insectes et cultures* numéro 97 (2), 5 p.
- Collingwood E. F., Bourdouxhe L et Q. M. Defranc. 1984. Les principaux ennemis de cultures maraîchères au Sénégal. 2^e édition, CDH-Dakar, Sénégal, 95 p.
- Dao D., Kouakou A., Cissé G. et O. Girardin. 2003. Programme de développement des cultures maraîchères intensives en Côte d'Ivoire. Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire. Rapport d'activités.101 p.
- Delamarre C. 2010. Fiche technique chou en culture biologique. 2 p.
- Depezay L. 2006. Les légumes dans l'alimentation : leurs effets nutritionnels, Fiche technique 7 p.
- Diao B. M. 2004. Situations et contraintes des écosystèmes urbains et périurbains de production horticole et animale dans la région de Dakar. *Cahiers Agricultures* (13) : 39 49.
- Ettien D. J. B. 2004. Intensification de la production d'igname (*Dioscorea* spp.) par la fertilisation minérale et l'identification de nouvelles variétés en zones forestière et savanicole de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre, Université de Cocody, no 295/04, Côte d'Ivoire, 187 p.
- Hgaza V. K., Diby L. N., Oberson A., Tschannen A., Tié B. T., Sangakkara U. R., Aké S. and E. Frossard. 2012. Nitrogen use by yam as affected by mineral fertilizer application. *Agronomy Journal* 104 (6) : 1558 - 1568.
- Huber G. et C. Schaub. 2011. Guide de fertilisation azotée utilisable en Bio. *Agricultures & Territoires*, Chambre d'Agriculture Bas-Rhin, France, 16 p.
- Jourdain E., Ongena M et P. Thonart. 2008. Caractéristiques moléculaires de l'immunité des plantes induite par les rhizobactéries non pathogènes, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12 (4) : 437 - 449.
- Kimura K., J., Komuta Y., Kuroda Y., Hayashi M. and H. Kawano. 2007. Nicotine-Like Effects of the Neonicotinoid Insecticides Acetamiprid and Imidacloprid on Cerebellar Neurons from Neonatal Rats, www.syngenta-us.com/journal/pone, 18/02/2013.
- N'Dayegamiye A. 2007. La contribution en azote du sol reliée a la minéralisation de la matière organique : facteur climatique et régies influençant les taux de minéralisation d'azote. *In* : Colloque sur l'azote. Chercheur senior IRDA, Université Laval, Québec. CRAAQ-OAQ, 28 p.
- Ramiro D. 2009. Caractérisation des mécanismes de résistance impliqués dans les réponses du caféier (*Coffea arabica*) à l'agent de la

- rouille orangée (*Hemileia vastatrix*). De la formation des haustoria à l'expression quantitative des gènes. Thèse école doctorale Montpellier, 230 p.
- Soro S. 2009. Elaboration d'un plan de protection phytosanitaire durable en production continue de cultures maraîchères. Thèse de doctorat unique, Université Abobo-Adjamé, 134 p.
- Tewary D. K., Bhardwaj A and A. Shanker. 2005. Pesticide activities in five medicinal plants collected from mid hill of Western Himalayas. *Industrial Crops and Products, Journal of applied Bioscience*, 3 (4) : 411 -418.
- Youdeowei A. 2004. La pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Edition MOFA, 26 p.