

### **-Article 3-**

**Houndété A. T.,** Atachi P., Tamò M. & Arodokoun Y. D. (2005). Interaction de *Phanerotoma leucobasis* Kriechbaumer (Hymenoptera: Braconidae) avec *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), deux parasitoïdes de *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), ravageur du niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* 7 (2): 175-193. Site web: <http://www.ajol.info>

INTERACTION DE *PHANEROTOMA LEUCOBASIS* KRIECHBAUMER  
(HYMENOPTERA : BRACONIDAE) AVEC *TRICHOGRAMMATOIDEA* SP.  
(HYMENOPTERA : TRICHOGRAMMATIDAE), DEUX PARASITOÏDES DE  
*MARUCA VITRATA* FABRICIUS (LEPIDOPTERA : PYRALIDAE),  
RAVAGEUR DU NIEBE, *VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.

A. T. HOUNDETE\*, P. ATACHI\*\*, M. TAMÒ\*\*\* & Y. D. ARODOKOUN\*

\*Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 884 Cotonou, Bénin

\*\*Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

\*\*\*Institut International d'Agriculture Tropicale, Station Bénin 08 BP 0932 Cotonou, Bénin

RESUME

Dans le cadre global de la lutte intégrée contre *Maruca vitrata* (Fabricius) (Lepidoptera : Pyralidae), insecte ravageur du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), une expérimentation a été conduite au laboratoire dans le but d'étudier comment cette pyrale pourrait être combattue à l'aide de la lutte biologique. Pour conduire cette étude, deux parasitoïdes oophages : *Phanerotoma leucobasis* Kriechbaumer (Hymenoptera : Braconidae) et *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera : Trichogrammatidae), ont été considérés. L'étude a été centrée surtout sur le fait qu'il pourrait exister une interaction entre ces deux parasitoïdes lorsqu'ils se retrouvent ensemble sur la culture. Il a donc été exploité des œufs de *M. vitrata* de 12, 24, 36 et 48 h d'âge pour mettre au point 19 traitements (témoin compris). Ces traitements s'expriment en œufs sains de *M. vitrata* comme témoin absolu (T1); œufs de 12 h (T2), 24 h (T3), 36 h (T4) et 48 h (T5) d'âge de *M. vitrata* exposés simultanément à *Trichogrammatoidea* sp. et *P. leucobasis*; œufs de 12 h (T6), 24 h (T7), 36 h (T8) et 48 h (T9) d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea* sp.; œufs de 12 h (T10), 24 h (T11), 36 h (T12) et 48 h (T13) d'âge de *M. vitrata* exposés à *P. leucobasis*; œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* exposés d'abord à *Trichogrammatoidea* sp. et ensuite à *P. leucobasis* 12 h (T14), 24 h (T15) et 36 h (T16) après *Trichogrammatoidea* sp.; œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* exposés d'abord à *P. leucobasis*, et ensuite à *Trichogrammatoidea* sp. 12 h (T17), 24 h (T18) et 36 h (T19) après *P. leucobasis*. Il y a eu 5 répétitions pour chaque traitement. De cette étude, il ressort que les parasitoïdes utilisés contrôlent effectivement le ravageur *M. vitrata*.

L'âge des œufs de *M. vitrata* a influencé le parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. et de *P. leucobasis*. Ces deux insectes parasitent les œufs de tous âges de *M. vitrata*. Toutefois, *Trichogrammatoidea* sp. a de préférence pour les œufs d'hôtes âgés de 24 h tandis que le parasitisme de *P. leucobasis* est fonction de l'âge de l'hôte. Le plus fort taux de mortalité des populations de *M. vitrata* a été observé lorsque les œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* ont été exposés à *Trichogrammatoidea* sp. et à *P. leucobasis* simultanément (T3). Que *P. leucobasis* et *Trichogrammatoidea* sp. soient simultanément ou non introduits dans un même milieu, ne présente pas de risque pour l'efficacité de l'un ou de l'autre des deux parasitoïdes. Ces résultats ainsi obtenus, semblent écarter l'idée d'antagonisme entre ces deux parasitoïdes.

*Mots-clés* : Interaction, *Trichogrammatoidea* sp., *Phanerotoma leucobasis*, parasitoïdes, *Vigna unguiculata*

INTERACTIONS BETWEEN *PHANEROTOMA LEUCOBASIS* KRIECHBAUMER (HYMENOPTERA : BRACONIDAE) AND *TRICHOGRAMMATOIDEA* SP. (HYMENOPTERA : TRICHOGRAMMATIDAE), TWO PARASITOIDS OF *MARUCA VITRATA* FABRICIUS (LEPIDOPTERA : PYRALIDAE), PEST OF COWPEA, *VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.

ABSTRACT

Laboratory experiments were carried out to study possible interactions between *Phanerotoma leucobasis* Kriechbaumer (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), two egg parasitoids of *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), an important pest of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). The aim of the study was mainly to assess the presence of interaction between the two parasitoids. For this purpose, 19 treatments (control included) were established as follows: only eggs of *M. vitrata* as control (T1); *M. vitrata* eggs of 12 h (T2), 24 h (T3), 36 h (T4) and 48 h (T5) age exposed simultaneously to both *Trichogrammatoidea* sp. and *P. leucobasis*; eggs at 12 h (T6), 24 h (T7), 36 h (T8) and 48 h (T9) age of *M. vitrata* exposed to *Trichogrammatoidea* sp. alone; *M. vitrata* eggs of 12 h (T10), 24 h (T11), 36 h (T12) and 48 h (T13) age exposed to *P. leucobasis* alone; *M. vitrata* eggs of 12 h age exposed first to *Trichogrammatoidea* sp., and subsequently to *P. leucobasis* 12 h (T14), 24 h (T15) and 36 h (T16) after *Trichogrammatoidea* sp.; *M. vitrata* eggs of 12 h age exposed first to *P. leucobasis*, and subsequently to *Trichogrammatoidea* sp. 12 h (T17), 24 h (T18) and 36 h (T19) after *P. leucobasis*. Each treatment was replicated five times. Results showed that both parasitoids can parasitize *M. vitrata* eggs of all ages considered in this study. However, 24 h old *M. vitrata* eggs are preferred for parasitization by *Trichogrammatoidea* sp., whereas the parasitism activity of *P. leucobasis* is *M. vitrata* egg age dependent. The highest percentage of *M. vitrata* mortality was observed with 24 h old eggs exposed simultaneously to *Trichogrammatoidea* sp. and *P. leucobasis* (T3). This showed that the simultaneous

presence of both parasitoids has no effect on individual parasitism efficiency of each one of them.

**Keywords :** Interaction, *Trichogrammatoidea* sp., *Phanerotoma leucobasis*, parasitoids, *Vigna unguiculata*.

## INTRODUCTION

En Afrique tropicale, plus particulièrement au Bénin, le niébé est la légumineuse à graine la plus cultivée et la plus consommée (Atachi *et al.*, 1984). Mais, c'est aussi la culture vivrière la plus parasitée par les ravageurs (Adéoti, 1990). Déjà, les insectes ravageurs constituent un facteur limitant pour sa production (Singh *et al.*, 2002). Chaque phase de développement du niébé attire beaucoup d'espèces d'insectes ravageurs. Certains rongent les feuilles, d'autres causent l'avortement des fleurs, les derniers sucent le contenu des gousses et perforent celles-ci pour détruire les graines. Il n'y a pas de sursis au niébé même après la récolte (IITA, 1995). Au delà de ce que l'on envisage, les fertilisants utilisés dans le souci d'améliorer le rendement favorisent même la pullulation des insectes comme *Maruca vitrata* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) (Atachi *et al.*, 1998). Les paysans, convaincus déjà de la valeur nutritive du niébé et sachant qu'il peut valablement remplacer la viande, utilisent tous les moyens y compris les produits recommandés sur le coton pour assurer sa production (PEDUNE-Bénin, 1995). Les produits de synthèse recommandés sur le niébé ne sont pas toujours disponibles, ou s'ils existent, leur coût est prohibitif pour les petits producteurs du fait que la filière n'est pas organisée. A cela, il faut ajouter que les produits de synthèse, qu'ils soient bien utilisés ou non, sont entre autres préjudiciables à l'environnement. Kumar (1991), a mentionné que l'usage intensif et continu des produits chimiques peut présenter plusieurs inconvénients dont l'apparition des races résistantes et de nouvelles espèces nuisibles, les résidus toxiques, la pollution de l'environnement et la destruction des insectes utiles. De façon générale, il existe des faits qui militent en faveur de la restriction autant que possible de l'utilisation de la lutte chimique. Ce sont entre autres les dangers immédiats de la manipulation des insecticides ou de la consommation d'aliments contaminés par ces produits; ceux moins

évidents et plus insidieux de l'empoisonnement des écosystèmes naturels par les résidus de ces produits; le coût grandissant de la technologie de leur production; la perspective de leur inefficacité à plus ou moins brève échéance (Cloutier & Cloutier, 1992).

Parmi les méthodes systématiquement utilisées depuis cette prise de conscience, les méthodes biologiques sont celles qui le plus, constituent de solutions véritables et durables, principalement en raison de leur automatisme, de leur variété, de leur spécificité, de leur compatibilité intrinsèque avec la nature, et de leur capacité à évoluer avec ou sans intervention directe de l'homme (Cloutier & Cloutier, 1992). L'utilisation de la lutte intégrée contre les ravageurs de la culture du niébé, apparaît comme une méthode efficace entre autres. Elle vise à éliminer jusqu'à un seuil de tolérance économique et sans préjudice à l'environnement les nuisibles dont *M. vitrata* reconnu comme l'un des principaux ravageurs du niébé en végétation.

C'est dans ce sens que la présente étude a été initiée sur l'interaction entre *Phanerotoma leucobasis* Kriechbaumer (Hymenoptera: Braconidae) et *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), deux parasitoïdes de *M. vitrata*.

L'objectif global de cette étude est d'utiliser ces deux parasitoïdes pour lutter contre *M. vitrata* afin d'accroître le rendement en grain de la culture du niébé, augmenter le revenu des producteurs et réduire ainsi la pauvreté.

Les objectifs spécifiques sont :

- étudier l'efficacité individuelle et/ou combinée de ces agents biologiques impliqués dans le contrôle du ravageur;
- dégager l'option la plus efficace contre le ravageur;
- définir l'âge des œufs de l'hôte le plus indiqué pour l'efficacité de ces agents biologiques.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérimentation a été réalisée au laboratoire du Centre de Lutte Biologique pour l'Afrique basé à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA, Station Bénin). Dans nos conditions d'étude, il a été procédé au réglage d'un incubateur où les œufs de *M. vitrata* étaient gardés à une température (T) de 23°C avec une humidité relative (HR) = 80%. Les adultes des insectes ont été élevés sous les conditions de 25,93°C (T) et de 68,83% (HR). 19 traitements (témoin compris) ont été appliqués au cours de cette étude. Il a été recueilli dans chaque boîte de ponte de 30 cc, 20 œufs de *M. vitrata*. Les âges des œufs exploités de cette pyrale sont de 12, 24, 36 et 48 h. Ces œufs de différents âges ont été soumis soit au parasitisme de la femelle de *Trichogrammatoidea* sp. seul, soit de *P. leucobasis* seul, soit des deux ensemble, soit de *P. leucobasis* après celui de *Trichogrammatoidea* sp. ou de *Trichogrammatoidea* sp. après celui de *P. leucobasis*. Chaque parasitoïde passe 12 h de temps sur l'œuf de *M. vitrata* avant d'être enlevé. La composition des traitements se présente comme suit :

- T1 Témoin absolu (œufs de *M. vitrata*);
- T2 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. + *P. leucobasis*;
- T3 Œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. + *P. leucobasis*;
- T4 Œufs de 36 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. + *P. leucobasis*;
- T5 Œufs de 48 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. + *P. leucobasis*;
- T6 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp.;
- T7 Œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp.;
- T8 Œufs de 36 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp.;
- T9 Œufs de 48 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp.;
- T10 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis*;
- T11 Œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis*;
- T12 Œufs de 36 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis*;

- T13 Œufs de 48 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis*;  
 T14 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. +  
*P. leucobasis* 12 h après *Trichogrammatoidea* sp.;  
 T15 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. +  
*P. leucobasis* 24 h après *Trichogrammatoidea* sp.;  
 T16 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *Trichogrammatoidea* sp. +  
*P. leucobasis* 36 h après *Trichogrammatoidea* sp.;  
 T17 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis* +  
*Trichogrammatoidea* sp. 12 h après *P. leucobasis*;  
 T18 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis* +  
*Trichogrammatoidea* sp. 24 h après *P. leucobasis*;  
 T19 Œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis* +  
*Trichogrammatoidea* sp. 36 h après *P. leucobasis*.

Chaque traitement a été répété 5 fois. Le tableau 1 donne le récapitulatif des différents traitements.

Tableau 1. Récapitulatif des traitements de l'expérimentation

Groupe	Traitements	<i>Trichogrammatoidea</i>	<i>Phanerotoma</i>	Ages (h)	
A	T1	-	-		
	T2	+	+	12	
B	T3	+	+	24	
	T4	+	+	36	
	T5	+	+	48	
C	T6	+	-	12	
	T7	+	-	24	
	T8	+	-	36	
	T9	+	-	48	
D	T10	-	+	12	
	T11	-	+	24	
	T12	-	+	36	
	T13	-	+	48	

Groupe	Traitements	Age (h)		Temps après (h)	
		12	12	24	36
E	T14	<i>Trichogrammatoidea</i>	<i>Phanerotoma</i>		
	T15	<i>Trichogrammatoidea</i>		<i>Phanerotoma</i>	
	T16	<i>Trichogrammatoidea</i>			<i>Phanerotoma</i>
F	T17	<i>Phanerotoma</i>	<i>Trichogram-</i>		
	T18	<i>Phanerotoma</i>		<i>Trichogram-</i>	
	T19	<i>Phanerotoma</i>			<i>Trichogram-</i>

### Observations

Les observations ont été faites trois jours (72 h) après le prélèvement des œufs pour le comptage des œufs éclos (nombre de larves de *M. vitrata* ayant émergé et nombre de larves mortes); quatre jours après l'exposition des œufs au *Trichogrammatoidea* sp. pour le comptage des œufs parasités; sept jours après l'exposition des œufs au *Trichogrammatoidea* sp. pour le comptage des adultes de *Trichogrammatoidea* sp. ayant émergé et quinze jours après obtention des œufs pour le comptage des adultes de *P. leucobasis* et *M. vitrata* ayant émergé.

### Paramètres analysés

Il a été procédé au comptage de nombre de larves de *M. vitrata* ayant émergé par traitement; nombre de *M. vitrata* morts par traitement; nombre d'adultes de *Trichogrammatoidea* sp. ayant émergé par traitement et nombre d'adultes de *P. leucobasis* ayant émergé par traitement. De même il a été procédé aux études de l'effet de l'âge de l'œuf de *M. vitrata* par rapport au parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. seul ou combiné avec *P. leucobasis* et de l'effet de l'âge de l'œuf de *M. vitrata* par rapport au parasitisme de *P. leucobasis* seul ou combiné avec *Trichogrammatoidea* sp.

L'analyse statistique des paramètres mesurés a été faite avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System) version 8 selon la procédure GLM (General Linear Models). Le test de Student-Newman-Keuls (SNK) a été utilisé pour la séparation des moyennes transformées en arc sinus pour les pourcentages et en racine carrée pour les différents effets mesurés au seuil de 5%. Cette analyse a été appuyée par le test de contraste ou test de comparaison de groupes. Ce test permet de comparer deux groupes de données entre eux. Il détermine la relation qui existe entre ces deux groupes de données et indique la tendance ou l'allure d'une variable en fonction de l'autre. Cette relation peut être linéaire, quadratique, cubique, etc. Dans notre cas, nous nous sommes arrêtés au second degré (quadratique). L'équation générale de cette méthode mathématique est :



$$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \dots + \beta_n X^n$$

où  $\alpha$  est l'intercepte,  $\beta_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) est le coefficient partiel de régression associé avec le  $i^{\text{ème}}$  degré polynomial,  $Y$  = variable dépendante et  $X$  = variable indépendante (Gomez & Gomez, 1984).

## RESULTATS

### *Nombre moyen de larves de M. vitrata ayant émergé par traitement*

Les résultats obtenus ont montré que sur les 20 œufs en moyenne étudiés par traitement, le plus grand nombre de larves de *Maruca* ayant émergé (94,9%) correspond au traitement témoin (T1) représenté par les boîtes des œufs de *Maruca* sans aucune inoculation. Dans le même temps très peu de larves de *Maruca* (32 %) ont émergé du traitement qui représente les boîtes contenant des œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* + 1 femelle de *Trichogrammatoidea* sp. (T7). L'analyse statistique des données brutes transformées en arc sinus n'a révélé aucune différence significative entre traitements au seuil de 5%.

### *Nombre moyen de larves de M. vitrata mortes par traitement*

Les résultats de la figure 1 donnent les éléments suivants :

- le traitement T3 a une valeur significativement plus élevée que celles des traitements T1 et T9 au seuil de 5%;
- le traitement T3 a statistiquement la même valeur que celles de tous les autres traitements mis à part T1 et T9.

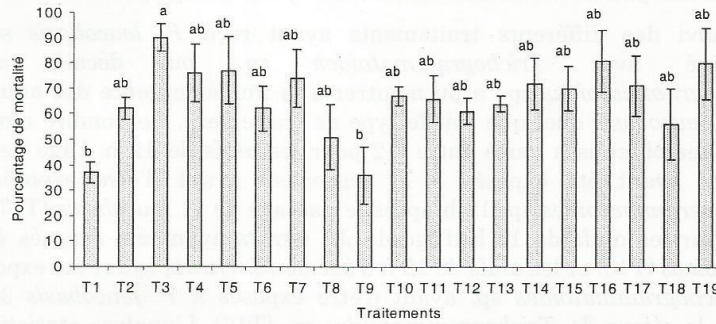


Figure 1. Pourcentage de mortalité de *M. vitrata* par rapport au nombre d'œufs prélevés

Les traitements T1 et T9 ont statistiquement les mêmes valeurs que celles de tous les autres traitements mis à part T3.

Les histogrammes affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil de 5% (Test de Student-Newman-Keuls).

*Nombre moyen d'adultes de Trichogrammatoidea sp. ayant émergé par traitement*

En dehors des boîtes ayant reçu 20 œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + 1 femelle de *Trichogrammatoidea sp.* + 1 femelle de *P. leucobasis* (T2) où aucun parasitisme de la part de trichogramme n'a été enregistré, il ressort que tous les autres traitements ayant été exposés à *Trichogrammatoidea sp.* seul ou combiné avec *P. leucobasis*, ont donné de bons résultats pour ce qui concerne l'émergence des adultes de *Trichogrammatoidea sp.*. Tous les traitements concernés ont présenté des taux d'émergence élevés qui ont varié entre 99,9% et 83,3%. L'analyse statistique des données n'a montré aucune différence significative entre traitements au seuil de 5%.

*Nombre moyen d'adultes de P. leucobasis ayant émergé par traitement*

Le suivi des différents traitements ayant reçu *P. leucobasis* seul, combiné avec *Trichogrammatoidea* sp. ou décalé avec *Trichogrammatoidea* sp., a pu montrer à la fin l'émergence des adultes de *P. leucobasis* quel que soit le type de traitement. Le nombre moyen d'adultes obtenus a varié entre 7,2 pour les œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* ayant été exposés à *P. leucobasis* avant d'être exposés à *Trichogrammatoidea* sp. 12 h après le passage de *P. leucobasis* (T17) et 1,6 pour les œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* ayant été exposés à *P. leucobasis* (T10) et les œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* ayant été exposés à *Trichogrammatoidea* sp. avant d'être exposés à *P. leucobasis* 36 h après le séjour de *Trichogrammatoidea* sp. (T16). L'analyse statistique n'a signalé aucune différence significative entre traitements au seuil de 5%.

*Effet de l'âge de l'œuf de M. vitrata sur le parasitisme de Trichogrammatoidea sp. seul ou combiné avec P. leucobasis*

L'étude de l'effet de l'âge des œufs sur le parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. a été faite. L'ensemble des traitements dans lesquels *Trichogrammatoidea* sp. est impliqué ont été soumis à une analyse statistique. Les résultats du tableau 2 indiquent en effet que :

- la valeur de T2 est significativement plus faible que celles de T3 et de T7 qui restent égales entre elles;
- la valeur de T2 est statistiquement égale à celles de T4, T5, T6, T8 et T9;
- les valeurs de T3 et de T7 (égales entre elles mais différentes de celle de T2) sont égales à celles de T4, T5, T6, T8 et T9.

Tableau 2. Effet de l'âge de l'œuf de *M. vitrata* sur le parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. seul ou combiné avec *P. leucobasis*

Traitements	Moyenne des données transformées $\pm$ ES
(T2) œufs de 12 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp. + <i>P. leucobasis</i>	1,0 $\pm$ 0 b*
(T3) œufs de 24 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp. + <i>P. leucobasis</i>	3,0 $\pm$ 0,3 a
(T4) œufs de 36 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp. + <i>P. leucobasis</i>	1,8 $\pm$ 0,4 ab
(T5) œufs de 48 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp. + <i>P. leucobasis</i>	2,3 $\pm$ 0,6 ab
(T6) œufs de 12 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	2,2 $\pm$ 0,5 ab
(T7) œufs de 24 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	3,3 $\pm$ 0,3 a
(T8) œufs de 36 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	1,5 $\pm$ 0,5 ab
(T9) œufs de 48 h d'âge de <i>M. vitrata</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	1,6 $\pm$ 0,6 ab

ES = Erreur Standard

a, b, ab qui suivent les moyennes sont des lettres alphabétiques qui indiquent que ces moyennes sont statistiquement égales entre elles ou significativement différentes. Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. Par contre, celles qui ne sont unies par aucune même lettre sont significativement différentes au seuil de 5%.

L'analyse statistique a été effectuée après transformation des données brutes en  $\sqrt{x+1}$ .

$x$  = données brutes relatives au nombre d'adultes de *Trichogrammatoidea* sp. obtenus par traitement dans les répétitions.

Les traitements T1, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18 et T19 ne font pas partie de cette analyse puisqu'il s'agit des traitements où c'est *M. vitrata* seul qui est impliqué (T1), *P. leucobasis* seul impliqué (T10 à T13) et enfin *Trichogrammatoidea* sp. et *P. leucobasis* impliqués (T14 à T19), mais de façon décalée.

*Effet de l'âge de l'œuf de M. vitrata sur le parasitisme de P. leucobasis seul ou combiné avec Trichogrammatoidea sp.*

L'effet de l'âge des œufs de *M. vitrata* sur le parasitisme de *P. leucobasis* a été étudié. Les résultats de l'analyse statistique au seuil de 5% ont révélé d'une part que l'âge des œufs de *M. vitrata* n'influence pas significativement le parasitisme de *P. leucobasis* seul ou combiné dans nos conditions d'étude. Les valeurs brutes transformées en racine carrée de  $(x+1)$  d'adultes de *P. leucobasis* obtenus varient entre 2,6 pour le traitement T3 correspondant aux œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* ayant été exposés à *Trichogrammatoidea* sp. + *P. leucobasis* simultanément et 1,6 pour le traitement T10 correspondant aux œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* + *P. leucobasis*. Le test de contraste ou de comparaison (Tableau 3) effectué d'autre part a montré que l'âge des œufs a un effet significatif sur les résultats de parasitisme de *P. leucobasis* seul ( $P > F = 0,0187$ ). Il s'agit d'une relation linéaire qui indique que le taux de parasitisme de *P. leucobasis* augmente au fur et à mesure que l'âge de l'œuf avance lorsque *P. leucobasis* est introduit seul dans des boîtes comportant des œufs sains de *M. vitrata*.

Tableau 3. Effet de l'âge de l'œuf de *M. vitrata* sur le parasitisme de *P. leucobasis* seul ou combiné avec *Trichogrammatoidea* sp. pour la variable *P. leucobasis*

Variables de Contraste ou de comparaison	P > F
<i>P. leucobasis</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp. Versus <i>P. leucobasis</i> seul	0,2990
Contraste linéaire âge des œufs sur parasitisme de <i>P. leucobasis</i> seul	0,0187*
Contraste quadratique âge des œufs sur parasitisme de <i>P. leucobasis</i> seul	0,6798
Contraste linéaire âge des œufs sur parasitisme de <i>P. leucobasis</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	0,3497
Contraste quadratique âge des œufs sur parasitisme de <i>P. leucobasis</i> + <i>Trichogrammatoidea</i> sp.	0,6451

\*  $P < 0,05$  indique qu'il existe une relation entre l'âge de l'œuf de *M. vitrata* et le parasitisme du parasitoïde impliqué.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

*Emergence des différents insectes utilisés et mortalité de M. vitrata*

Le pourcentage de larves de *M. vitrata* ayant émergé pour le traitement témoin (T1) est de 95 dans les conditions de température (T) de 23°C avec une humidité relative (HR) = 80%. Ce taux est supérieur à celui (75%) obtenu par IITA (1982) et à celui (50,92%) obtenu par Ahounou (1990) (T variant entre 25°C et 28°C et HR entre 70 et 84%). Ceci serait dû aux conditions de laboratoire plus favorables que pour les études qui ont précédé. En effet, Busoli *et al.* (1981), Ochieng *et al.* (1981), Okeyo-Owuor & Ochieng (1981), Appert & Deuse (1982), avaient déjà mentionné que le développement et la reproduction de *M. vitrata* dépendent de l'humidité et ont constaté que les périodes d'activités maximales d'accouplement sont caractérisées par les températures variant entre 20°-22°C et une humidité relative de l'ordre de 80%. Cette humidité devrait favoriser aussi l'éclosion des œufs. Dans nos conditions d'étude, il a été procédé au réglage de l'incubateur où les œufs étaient gardés à une température de 23°C avec une HR = 80%. Ces conditions ajoutées à la qualité du substrat utilisé, auraient favorisé le taux d'éclosion obtenu. Cependant, si le plus faible pourcentage d'éclosion est descendu jusqu'à 32%, c'est parce qu'il s'agit là d'un traitement qui représente les boîtes de 20 œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* ayant été inoculées par *Trichogrammatoidea* sp. (T7). Ce résultat indique que les œufs parasités n'avaient pas éclos en ce moment.

Les résultats du pourcentage d'adultes de trichogrammes obtenus ont été aussi synonymes des conditions de température et d'HR créées. En effet, Hawlitzky (1992) avait rapporté que l'embryogenèse de trichogramme dure environ 35 h 1/2 à 23°C. Quant à Tavares & Voegelé (1990), ils avaient constaté dans leur étude que pour *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé, ce même stade a été de 24 h sous les conditions de 22° ± 1°C.

L'émergence de *P. leucobasis* a été remarquée partout quel que soit le type de traitement. Ceci peut s'expliquer par le fait que les conditions qui ont régné dans le local de conservation ont été favorables pour l'activité de parasitisme. D'ailleurs, Adango (1994) avait déjà constaté que parmi les parasitoïdes de *M. vitrata* qu'il avait inventoriés dans la culture du niébé, *P. leucobasis* a été le plus abondant (72% de parasitisme). Donc, les œufs de *M. vitrata* semblent être favorables au parasitisme de *P. leucobasis*. De la même manière, les résultats d'études faites par Zenz (1999) sur les parasitoïdes de *M. vitrata* en culture du niébé ont révélé que parmi les parasitoïdes attaquant cet insecte dans la culture du niébé, *P. leucobasis* a été le plus dominant comparé à *Braunsia kriegeri* Enderlein (Hymenoptera : Braconidae) et *Dolichogenidea* sp. qui étaient aussi présents dans la culture.

Les résultats de pourcentage de mortalité de *M. vitrata* dans cette étude indiquent que le traitement T3 qui représente les œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* exposés simultanément à *Trichogrammatoidea* sp. et à *P. leucobasis* est celui qui induit significativement plus de mortalité (90%) ( $p=0,05$ ) au sein de *M. vitrata*. Dans le même temps, ce niveau de contrôle biologique exercé par T3 a été égal à celui observé chez les autres traitements. Pour ces traitements, le pourcentage de mortalité a varié entre 51% pour les œufs de 36 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea* sp. (T8) et 81% pour les œufs de 12 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea* sp. et à *P. leucobasis* 36 h après passage de *Trichogrammatoidea* sp. (T16). Les différents pourcentages de mortalité obtenus en T3 et chez ceux de la même classe que lui corroborent les résultats de Tamò *et al.* (2002) qui avaient mentionné dans les conditions de champ que le pourcentage des œufs de *M. vitrata* parasités par *Trichogrammatoidea* sp. était supérieur à 50%. Le fait que le pourcentage de mortalité de *M. vitrata* dans les boîtes de T9, soit significativement faible par rapport à T3 ( $p=0,05$ ), peut être lié à l'âge des œufs exposés qui est de 48 h dans ce cas. Ces derniers résultats confirment ceux de Pizzol & Voegelé (1988) qui ont déjà prouvé que les œufs de 24 h d'âge de *Ephestia kuehniella* (Zell.) s'apprêtent mieux au parasitisme des trichogrammes.

*Effet de l'âge de l'œuf de M. vitrata par rapport au parasitisme de P. leucobasis ou de Trichogrammatoidea sp.*

Les résultats de cette étude ont montré qu'il existe de différence significative entre traitements au seuil de 5%. En effet, les traitements T3 et T7 qui représentent respectivement les œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea sp.* et à *P. leucobasis* simultanément et les œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea sp.* seul, se sont exprimés de façon significative par rapport au parasitisme de T2 où pour des raisons peut-être liées à l'âge des œufs de *M. vitrata*, aucun parasitisme n'a été obtenu lorsque *Trichogrammatoidea sp.* a été introduit simultanément avec *P. leucobasis* dans le milieu pendant 12 h. Par contre tous les autres traitements dans lesquels *Trichogrammatoidea sp.* a été introduit ont donné des taux de parasitisme similaires à ceux de T3 et T7. Les résultats de T2 comparés à ceux de T3 et T7 confirment ceux de Pizzol & Voegelé (1988) qui ont mentionné que les œufs d'*Anagasta kuehniella* Zeller (Lep. Pyralidae) âgés de 24 h, obtenus lors des premières pontes et stockés au froid pendant une durée inférieure à 7 jours, conviennent le mieux au développement de l'oophage *Trichogramma brassicae* Bezdenko, particulièrement dans le cas où l'on retarderait le développement de l'auxiliaire par le froid, pour le stocker. Le parasitoïde préfère donc l'âge des œufs ou de son hôte qui pourrait garantir un fort taux d'émergence de ses descendants. Adandonon (1993) avait aussi constaté que l'âge de *C. maculatus* avait influencé le bon développement de son ectoparasite *D. basalis*. Quant à Shi *et al.* (2002), ils ont eu à montrer que *Cotesia plutellae* Kurdjumov (Hymenoptera : Braconidae) un endoparasitoïde de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera : Plutellidae) parasite les 4 stades larvaires de *P. xylostella*, mais préfère les stades 2 et 3.

Selon le test de contraste ou de comparaison effectué pour les traitements impliquant *P. leucobasis* seul ou combiné avec *Trichogrammatoidea sp.* par rapport à l'âge des œufs de *M. vitrata*, il a été constaté une relation linéaire entre l'âge des œufs de *M. vitrata* et le



taux de parasitisme de *P. leucobasis*. En effet, le taux de parasitisme de *P. leucobasis* a augmenté au fur et à mesure que l'âge des œufs de *M. vitrata* a évolué. Toutefois, cet insecte a parasité les œufs de tous âges contrairement aux résultats observés chez *Trichogrammatoidea* sp. dans cette étude. Il faut signaler que de façon générale, lorsque l'âge de l'œuf de l'hôte augmente, l'œuf devient non propice au développement du parasitoïde (Luhring *et al.*, 2000; Özder, 2004). En effet, les œufs âgés contiennent de ressources insuffisantes pour le bon développement embryonnaire du parasitoïde.

Au regard des résultats obtenus et discutés, il ressort que les parasitoïdes utilisés contrôlent effectivement le ravageur *M. vitrata*. L'âge des œufs de *M. vitrata* a influencé le parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. et de *P. leucobasis*. Les présents résultats de parasitisme de *Trichogrammatoidea* sp. et de *P. leucobasis* sur les œufs de *M. vitrata* montrent que ces deux insectes parasitent les œufs de tous âges de *M. vitrata*. Toutefois, *Trichogrammatoidea* sp. a de préférence pour les œufs d'hôtes âgés de 24 h, ce qui n'est pas le cas, pour le parasitisme de *P. leucobasis*. L'efficacité des insectes utilisés a été observée sur tous les traitements exceptés T1 et T9 représentant respectivement le témoin absolu et les œufs de 48 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea* sp. seul. Cette efficacité a été bien appréciée au niveau de traitement T3 représentant les œufs de 24 h d'âge de *M. vitrata* exposés à *Trichogrammatoidea* sp. et à *P. leucobasis* simultanément. *P. leucobasis* a été plus flexible à la question d'âge de l'hôte que *Trichogrammatoidea* sp. dans l'activité de parasitisme. Ceci corrobore parfaitement les raisons d'utilisation des œufs de 24 h d'âge des hôtes dans la production commerciale des trichogrammes par les exploitants (firmes productrices et structures de recherches) intéressés par l'utilisation de ces parasitoïdes.

Aucune compétition interspécifique entre *P. leucobasis* et *Trichogrammatoidea* sp. n'a été remarquée pendant cette expérimentation, lorsque ceux-ci se sont retrouvés ensemble dans un même milieu. Ces résultats ainsi trouvés, semblent écarter l'idée

d'antagonisme entre ces deux parasitoïdes et pourront alors encourager les acteurs desdits parasitoïdes dans leur exploitation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADANDONON A. 1993. Biologie de *Dinarmus basalis* Rondani (Hymenoptera : Pteromalidae), ectoparasite de *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Université Nationale du Bénin, Département de Production Végétale, Section de Protection des Végétaux, Abomey-Calavi, Bénin, 74 p.
- ADANGO E. 1994. Inventaire des parasitoïdes de *Maruca testulalis* (Geyer) (Lépidoptère: Pyralidae) en culture du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) au Sud-Bénin. Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Université Nationale du Bénin, Département de Production Végétale, Section de Protection des Végétaux, Abomey-Calavi, Bénin, 96 p.
- ADEOTI A. R. 1990. Influence des formulations combinées d'insecticides sur des insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en plein champ au Mono. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur Agronome. Département de Production Végétale, Protection des Végétaux, Université Nationale du Bénin, Faculté des Sciences Agronomiques, Abomey-Calavi, Bénin, 97 p.
- AHOUNOU D. M. 1990. Elevage des larves de *Maruca testulalis* (Geyer) (Lépidoptère : Pyralidae). Cycle de développement et table de vie de l'insecte en conditions de laboratoire. Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Option Protection des Végétaux, Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Production Végétale, Université Nationale du Bénin, Abomey-Calavi, Bénin, 81 p.
- APPERT. J & DEUSE J. 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sous les tropiques. CTA, Paris, France, 254-263.
- ATACHI P., DESMIDTS M. & DURNEZ C. 1984. Investigations sur les parasites du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en R. P. B. (1975-1982). Rapport Technique, Recherche Agronomique, Cotonou, Bénin, 37 p.
- ATACHI P., VAN den BERGHE C. & ADAMON N. Y. 1998. Effets des engrais azotés, phosphatés et potassiques sur la dynamique des populations de *Maruca testulalis* (Geyer) en culture de niébé dans un agrosystème du Sud Bénin. Insect Sci. Applic. 18 (4) : 307-317.
- BUSOLI A. C., LARA F. M. & SILVEIRA N. S. 1981. Population fluctuations of some pests of the families Pyralidae, Sphingidae, Arctiidae and Gelechiidae, (Lepidoptera), in the region of Jaboticabal, São Paulo, and the influence of meteorological factors. Anals da Sociedade Entomologica do Brasil 10 : 27-41.
- CLOUTIER C. & CLOUTIER C. 1992. Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures: In : VINCENT C. & CODERRE D. (eds). La lutte biologique, pp. 20-88, Québec, Canada.
- GOMEZ K. A. & GOMEZ A. A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. Wiley International Edition (second edition), New York, USA, 680 p.

- HAWLITZKY N. 1992. La lutte biologique à l'aide de trichogrammes : *In* : Courrier de la Cellule Environnementale n°16. avril 1992. Site Internet : <http://www.inra.fr/dpenv/so.htm#cc16>.
- IITA (Institut International d'Agriculture Tropicale) 1982. Le point de la recherche. Ibadan, Nigeria, 76 p.
- IITA 1995. Annual Report. Ibadan, Nigeria, 179 p.
- KUMAR R. 1991. La lutte contre les insectes ravageurs. L'agriculture en régions tropicales. Editions Karthala et CTA, Paris, France, 310 p.
- LUHRING K. A., PAINE T. D., MILLAR J. G. & HANKS L. M. 2000. Suitability of the eggs of two species of *Eucalyptus longhorns* Bours (*Phoracantha recurva* and *P. semipunctata*) as hosts for the Encyrtid Parasitoid *Avetianella longoi*. *Biological Control* 19 : 95-104.
- OCHIENG R. S., OKEYO-OWUOR J. B. & DABROWSKI Z. T. 1981. Studies on the legume pod-borer *Maruca testulalis* (Geyer)-II. Mass-rearing on natural food. *Insect Sci. Applic.* 1 : 269-272.
- OKEYO-OWUOR J. B. & OCHIENG R. S. 1981. Studies on the legumes pod borer *Maruca testulalis* (Geyer). Life cycle and behaviour. *Insect Sci. Applic.* 1 (3) : 263-268.
- ÖZDER N. 2004. Effect of different cold storage periods on parasitization of *Trichogramma cacaoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Biocontrol Sci. Techn.* 14 (5) : 441-447.
- PEDUNE-BENIN 1995. Rapport d'activités. Coopération Suisse/IITA Développement. Edité par IITA, Cotonou, Bénin, 114 p.
- PIZZOL J. & VOEGELE J. 1988. The diapause of *Trichogramma maidis* Pintureau et Voegelé in relation to some characteristics of its alternative host *Ephestia kuehniella*. Parasitoid insects, Lyon, Sept. 7-10, 1987. *Les Colloques de l'INRA, INRA (ed.)*, Paris, France, 93-94.
- SHI Z., LIU S. & LI Y. 2002. *Cotesia plutellae* parasitizing *Plutella xylostella* : Host-age dependent parasitism and its effect on host development and food consumption. *Biocontrol* 47 : 499-511.
- SINGH B. B., EHLERS J. D., SHARMA B. & FREIRE FILHO F. R. 2002. Recent progress in cowpea breeding. *In* : Fatokun C. A., Tarawali S. A., Singh B. B., Kormawa P. M., & Tamò M. (eds). Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production, pp. 22-40, IITA, Ibadan, Nigeria.
- TAMO M., ARODOKOUN Y. D., ZENZ N., TINDO M., AGBOTON C. & ADEOTI R. 2002. The importance of alternative host plants for the biological control of two key cowpea insect pests, the pod borer *Maruca vitrata* (Fabricius) and the flower thrips *Megalurothrips sjostedti* (Trybom). *In* : Fatokun C. A., Tarawali S. A., Singh B. B., Kormawa P. M., & Tamò M. (eds). Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production, pp. 81-93, IITA, Ibadan, Nigeria.
- TAVARES J. & VOEGELÉ J. 1990. Interspecific competition between species of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae). *In* : Wajnberg E. & Vinson S. B. (eds). *Trichogramma* and others egg parasitoids, pp. 45-48, San Antonio, Tx, USA.

ZENZ N. 1999. Effect of mulch application in combination with NPK fertilizer in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.; Leguminosae) on two key pests, *Maruca vitrata* F. (Lepidoptera: Pyralidae) and *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera: Thripidae), and their respective parasitoids. A Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the award of the degree of Doctor of Agricultural Sciences (Dr. Agr. Sc.). Faculty III - Agricultural Sciences I - (Plant production and landscape ecology). Institute of Phytomedicine. University of Hohenheim, Germany, 379 p.