

Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *Ectomyelois ceratoniae*, ravageur des dattes

MH DHOUBI
A JEMMAZI
Laboratoire d'entomologie
Institut national agronomique
de Tunisie
43, av Charles-Nicolle
1082 Tunis-Mahrajène
Tunisie

Reçu le 16 février 1995
Accepté le 4 juillet 1995

Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *Ectomyelois ceratoniae*, ravageur des dattes.

RÉSUMÉ
À la suite de l'interdiction récente des fumigations de bromure de méthyle en entrepôt, diverses techniques de lutte biologique ont été expérimentées. L'une est fondée sur l'utilisation d'un bio-insecticide (Bactospéine), l'autre sur l'introduction, dans les dépôts, de populations de parasitoïdes (*Habrobracon hebetor*) capables d'attaquer *E. ceratoniae*, pyrale ravageur des dattes stockées. Ces deux techniques ont permis de limiter significativement le développement des chenilles de ce ravageur. Cependant, c'est la combinaison de ces deux traitements qui a donné les résultats les plus encourageants. L'efficacité d'une telle lutte intégrée peut être meilleure si les dattes séjournent assez longtemps dans les dépôts.

Warehouse biological control of the pyralid date pest *Ectomyelois ceratoniae*.

ABSTRACT
Various biological control techniques have been studied since the recent prohibition of methyl bromide fumigations in warehouses. One is based on the use of a biopesticide (Bactospéine), another on the introduction, in warehouses, of parasitoid (*Habrobracon hebetor*) populations which are effective against *E. ceratoniae*, the pyralid pest of stored dates. These two techniques significantly reduced the development of worms of this parasite. The most encouraging results were obtained by combining these two techniques. The efficiency of this integrated control could be better with long-term date storage.

Lucha biológica en almacén contra el piral *Ectomyelois ceratoniae*, devastador de los dátiles.

RESUMEN
Después de la reciente interdicción de las fumigaciones de bromuro de metilo en almacén, se experimentaron varias técnicas de lucha biológica. La primera está basada sobre la utilización de un bio-insecticida (Bactospéine), la segunda sobre la introducción en los almacenes de poblaciones de parasitoides (*Habrobracon hebetor*) capaces de atacar *E. ceratoniae*, piral devastador de los dátiles almacenados. Estas dos técnicas permitieron limitar significativamente el desarrollo de las orugas de esta plaga. Sin embargo la combinación de estos dos tratamientos es la que dió los resultados más alentadores. Tal lucha integrada puede ser más eficaz si los dátiles permanecen bastante tiempo en los almacenes.

Fruits, 1996, vol 51, p 39-46
© Elsevier, Paris

MOTS CLÉS
Tunisie, dattes, stockage, méthode de lutte antiparasite, *Ectomyelois ceratoniae*, lutte biologique, pesticide bactérien, *Bacillus thuringiensis*, parasitoïde, *Habrobracon hebetor*.

KEYWORDS
Tunisia, dates, storage, pest control methods, *Ectomyelois ceratoniae*, biological control, bacterial control, *Bacillus thuringiensis*, parasitoid, *Habrobracon hebetor*.

PALABRAS CLAVES
Tunisie, dátil, almacenamiento, métodos de control de plagas, *Ectomyelois ceratoniae*, control biológico, plaguicidas bacterianos, *Bacillus thuringiensis*, parasitoïdes, *Habrobracon hebetor*.

● introduction

Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera, Pyralidae) est un insecte très polyphage, qui s'attaque à une très large gamme d'hôtes, aussi bien monocotylédones que dicotylédones. En Tunisie, cette espèce polyphage sévit, du nord au sud du pays, sur grenadier, pistachier et palmier dattier. Sur dattes, ce ravageur se développe aussi bien en plein champ que dans les entrepôts. Les dégâts occasionnés peuvent aller jusqu'à la destruction de 90 % d'une récolte de grenades et de 20 % d'une production de dattes, et la présence du ravageur dans les dattes stockées constitue un obstacle majeur à leur exportation (DHOUIBI, 1982 et 1989). Des recherches pour mettre au point des techniques de lutte, qui permettraient de contrôler de manière efficace cet insecte particulièrement dévastateur, ont donc été engagées. Cependant, les méthodes d'intervention appliquées jusqu'à présent se sont avérées peu efficaces ; en particulier, la lutte agrotechnique basée sur l'ensachage des régimes de dattes et l'incinération des fruits attaqués n'a pas donné les résultats escomptés, car l'insecte est capable de se nymphoser même dans le sol.

La lutte chimique (DHOUIBI, 1985 et 1987) est difficile et aléatoire du fait du comportement endophyte de la pyrale et de la position des grenades sur l'arbre ; sur régimes de dattes, il y a des problèmes de résidus. Dans les stations de conditionnement de dattes, la désinsectisation était assurée jusqu'à présent par une fumigation au bromure de méthyle ; malheureusement, ce produit est maintenant interdit en raison de sa persistance dans les fruits. Face à cette situation, l'orientation actuelle irait vers l'utilisation de méthodes de lutte biologique qui permettrait à la fois de faciliter l'exportation des dattes et de préserver l'écosystème des oasis. Plusieurs travaux ont été effectués dans ce sens ; ils se sont intéressés à l'utilisation de bio-insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* et d'ennemis naturels de la pyrale.

B. thuringiensis, qui agit par ingestion au niveau du tube digestif des larves du prédateur, entraîne une mortalité dont le taux augmente avec la dose ingérée (DAVID et VAGGO, 1966 ; BURGERJON et GALICHET, 1965 ; VAN HERREWEGE et DAVID, 1970). Utilisée par voie terrestre sous forme de poudre, et sous forme

d'émulsion concentrée par voie aérienne (DHOUIBI, 1990, 1992 et 1993), *B. thuringiensis* s'est surtout montré efficace contre les jeunes stades larvaires d'*E. ceratoniae* pour lesquels le taux de mortalité peut atteindre 79 %, 8 jours après le traitement. Ces observations en confirment d'autres de YAMVRIAS (1962) sur l'effet d'*Ephesttia kuehniella* Zeller.

La lutte biologique, fondée sur l'utilisation d'ennemis naturels vivant aux dépens de la pyrale des dattes, peut constituer une seconde méthode intéressante ; divers parasitoïdes ont été testés dans de nombreux pays. Dans ce contexte, DOUMANDJI (1983) a montré que *Trichogramma embryophagum* pouvait réduire efficacement les populations d'*E. ceratoniae* dans les palmeraies de la région d'Alger.

Sur la côte méditerranéenne française, l'acclimatation de *Phanerotoma flavitessacea* a été réalisée avec succès par DAUMAL et al (1973), alors que *Apanteles flavipes* Say a été utilisé par CHAUDHARY et SHARMA (1987) dans les entrepôts pour lutter contre *Chilo partellus*. En Tunisie, la lutte contre *E. ceratoniae* par utilisation d'insectes entomophages n'a été étudiée que tout récemment par DHOUIBI et JEMMAZI (1993) ; des lâchers, depuis la floraison jusqu'à la récolte, de *Habrobacon hebetor*, parasitoïde présent en abondance en grenadaires et sur dattes tombées, ont entraîné une augmentation du taux de parasitisme d'*E. ceratoniae* de l'ordre de 50 % en vergers de grenadiers.

À partir de ces résultats, et à la suite de l'interdiction récente des fumigations de bromure de méthyle en stations de conditionnement de dattes, l'utilisation conjointe de *B. thuringiensis* et de *H. hebetor* apparaissait particulièrement prometteuse pour limiter les populations de pyrales des dattes. Des travaux ont alors été entrepris pour évaluer l'effet combiné d'un bio-insecticide et du parasitoïde pour contrôler *E. ceratoniae* par utilisation de techniques de lutte biologique.

● matériel et méthodes

Les expérimentations ont été réalisées dans deux stations de conditionnement de dattes, l'une appartenant au Groupement interprofessionnel des dattes de Tunisie (GIDT), et l'autre à un exportateur privé.

Après récolte au début du mois de novembre, les dattes ont été placées en caisses plastiques, et entreposées, sans traitement de désinsectisation préalable, à la température ambiante du local de stockage, jusqu'à leur conditionnement (lot témoin) ; durant la période d'étude, la température ambiante a varié de 22 à 25 °C dans les deux stations de conditionnement.

Les dattes entreposées sont attaquées par un certain nombre d'insectes de la sous-famille des *Phycitinae* et, dans les locaux de stockage, ces pyrales trouvent des conditions favorables à leur développement, qui se trouvent renforcées lorsque les dattes ne subissent pas de fumigation. Avant d'entreprendre les essais, le taux d'infestation des fruits a été évalué dans les deux stations expérimentales.

essai réalisé dans le dépôt du GIDT

Dans le dépôt du GIDT, l'expérimentation réalisée a permis de tester l'utilisation d'un bio-insecticide. Pour cela, un lot de 200 kg de dattes a été traité avec de la Bactospéine PM 16 000 S (Ciba espaces verts), poudre à 1 %, fournie par une société d'engrais et de produits chimiques de Meghrine (Tunisie) ; les doses de traitement ont été de 100 g de poudre / 30 kg de dattes ; la poudre a alors été répartie sur les dattes étalées.

essais réalisés dans le dépôt d'un exportateur

Les essais réalisés chez l'exportateur ont permis de tester l'efficacité du parasitoïde *H hebetor*.

Une expérimentation préalable a permis de déterminer le nombre d'individus de cette espèce susceptible de provoquer, en lâcher, le meilleur taux de parasitisme d'*E ceratoniae*.

Les individus de *H hebetor* utilisés ont été fournis par un élevage en conditions contrôlées, conduit au laboratoire d'entomologie de l'Institut national agronomique de Tunisie.

Un échantillon de 500 dattes a été prélevé le 8 novembre, avant le début de l'essai, pour évaluer, sous loupe binoculaire, le taux d'infestation des fruits ; 22 % des dattes récoltées se sont ainsi révélées attaquées. En considérant qu'un kilogramme de dattes contient environ 100 fruits,

qu'un fruit attaqué ne peut héberger qu'une seule larve, et que le taux d'infestation est de 22 %, il pouvait donc y avoir 22 larves d'*E ceratoniae* par kilogramme de fruits, soit 3300 chenilles pour un lot expérimental de 150 kg.

Par ailleurs, on peut supposer qu'une femelle de *H hebetor* parasite au moins une chenille par jour dans des conditions de températures variant de 22 à 25 °C (photos 1 et 2). L'expérience devant se dérouler sur 15 jours (durée maximale de conservation des dattes), une femelle d'*H hebetor* pourrait donc parasiter environ dix chenilles durant cette période d'étude. En s'appuyant sur ce raisonnement, le nombre minimal de parasitoïdes à apporter pour protéger 150 kg de dattes pouvait être évalué à 330 femelles ; pour se placer en conditions optimales et obtenir un taux de parasitisme suffisamment élevé, le nombre d'individus effectivement lâchés sur les lots de fruits étudiés (150 kg) a donc été porté à 800 individus de *H hebetor* (sex-ratio 1:1).

Par suite, lors de cette expérimentation menée chez un exportateur, deux lots de 150 kg ont été constitués et traités différemment :

- le premier lot a permis d'étudier l'action du parasitoïde utilisé seul : 800 individus de *H hebetor* ont été lâchés sur les dattes étalées sur le sol ;
- le deuxième lot a permis de tester l'effet combiné d'un bio-insecticide et d'un parasitoïde : un saupoudrage de 500 g de Bactospéine à 1 % a été effectué en complément du lâcher des 800 individus de *H hebetor* sur les dattes.

échantillonnage et traitement des données

L'efficacité des techniques de lutte a été déterminée par examen d'un échantillon de fruits, prélevé tous les 2 jours dans chaque lot, durant toute la période de stockage des dattes. La dissection des dattes a été réalisée sous loupe binoculaire et a permis d'identifier les différents stades du développement du ravageur ; le taux de mortalité enregistré à la suite de l'application de *B thuringiensis* a également été ainsi mesuré et rapproché des stades larvaires attaqués en notant l'effet des traitements sur les jeunes stades (L1 + L2) et sur les stades plus âgés (L3 + L4 + L5). Les chenilles récupérées ont été élevées individuellement sur des fragments de dattes dans des tubes à hémolyse pour déterminer, en complément, le taux de

Photo 1

La femelle de *Habrobracon hebetor* dépose ses œufs sur le corps de la chenille d'*Ectomyelois ceratoniae* parasitée, après l'avoir paralysée.

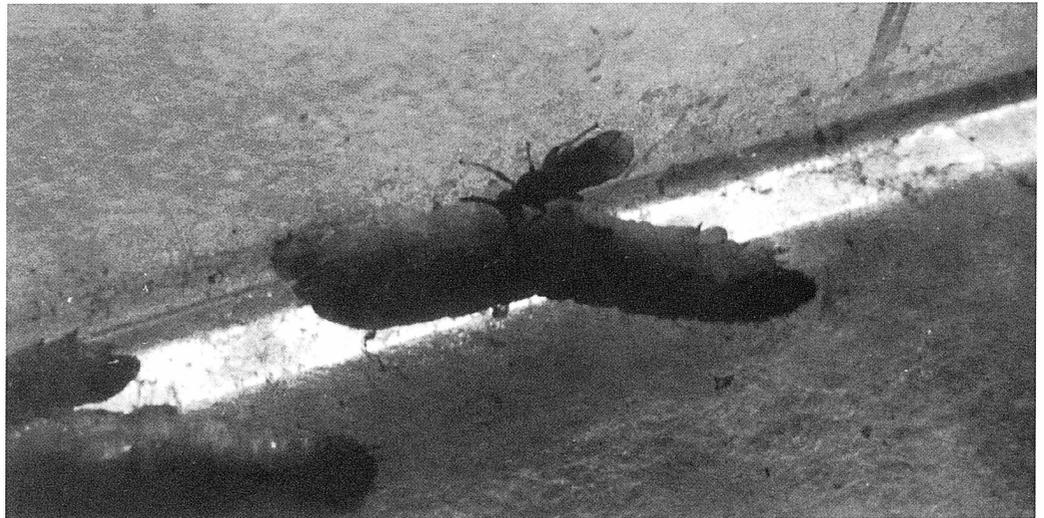
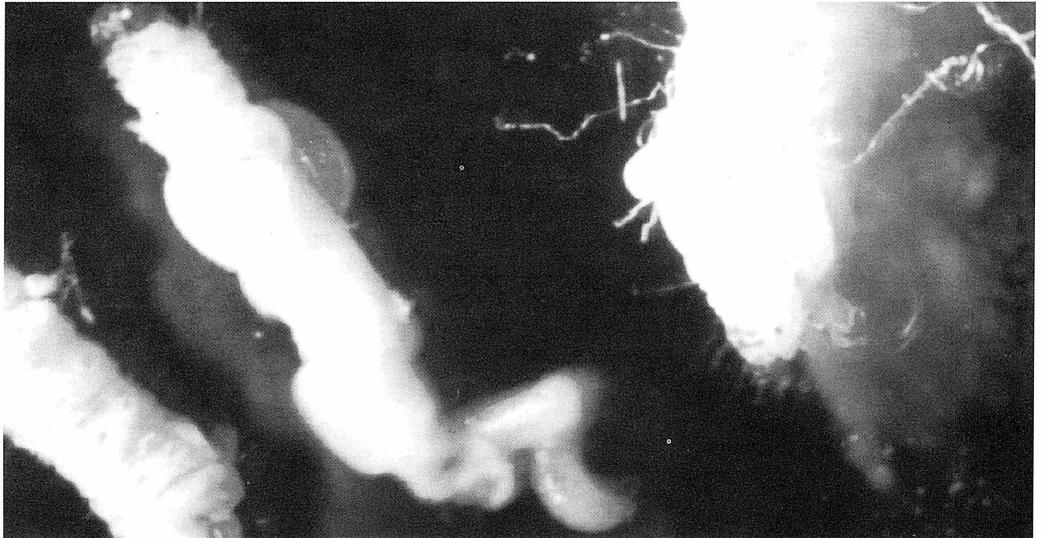


Photo 2

Après éclosion, les larves néonates de *Habrobracon hebetor* se nourrissent aux dépens de la chenille d'*Ectomyelois ceratoniae* qui peut assurer le développement de plusieurs larves du parasitoïde.



parasitisme pouvant être obtenu avec *Phanerotoma flavitestacea*.

Les résultats ont été analysés selon un modèle en bloc aléatoire complet avec sept blocs et trois traitements. Les blocs sont représentés par les dates d'observation ; les traitements sont constitués par les différentes techniques de lutte biologique testées :

- lâchers de *H hebetor* seuls (traitement 1) ;
- pulvérisation de la Bactospéine seule (traitement 2) ;
- action combinée d'*H hebetor* et de la Bactospéine (traitement 3). La comparaison des moyennes a été effectuée par les tests de PPDS et de Duncan.

● résultats et discussion

effet de la Bactospéine sur *E ceratoniae*

Les résultats obtenus à l'issue de ce traitement sont présentés dans le tableau I. Le taux de mortalité naturel d'*E ceratoniae*, qui peut être rapproché de celui mesuré en début d'expérimentation, le 9 novembre, a été de 6,06 %. Deux jours après l'application de la Bactospéine, ce taux de mortalité atteignait 38,00 %, traduisant une efficacité certaine du produit ; la mortalité a progressé ensuite jusqu'à un taux maximal de 55,26 %, observé 10 jours après le traitement. Cette valeur

Tableau I

Effet de la Bactospéine sur la mortalité des chenilles d'*Ectomyelois ceratoniae*, pyrale ravageur des dattes en entrepôt.

Date de contrôle	Nombre de fruits examinés	Nombre de larves récoltées	Nombre de larves mortes	Taux de mortalité	Nombre de larves parasitées par <i>H hebetor</i>	Taux de parasitisme	Nombre de nymphes de <i>P flavitestacea</i>	Taux de parasitisme par <i>P flavitestacea</i>
09/11/93	300	33	2	6,06	2	6,06	0	0,00
11/11/93	323	42	16	38,09	2	4,76	0	0,00
13/11/93	379	36	17	47,22	1	2,78	1	2,78
15/11/93	375	61	28	45,90	0	0,00	1	1,64
17/11/93	408	64	22	34,38	0	0,00	3	4,69
19/11/93	506	76	42	55,26	2	2,63	0	0,00
22/11/93	625	76	41	53,95	2	2,63	1	1,32

s'est maintenue ensuite à ce niveau lors des contrôles ultérieurs.

Des résultats similaires avaient été observés par MACGAUCHEY (1980 et 1986) qui avait traité à la Bactospéine diverses denrées stockées afin de contrôler leur infestation par des pyrales.

L'utilisation de la Bactospéine dans les dépôts se révèle donc d'un grand intérêt pour lutter contre les chenilles d'*E ceratoniae* ayant colonisé des dattes placées en entrepôt. Les stades les plus sensibles à l'action de ce produit bio-insecticide ont été les jeunes larves (L1 + L2). Ces résultats concordent avec ceux déjà trouvés par YAMVRIAS (1962) et DHOUBI (1992) dans les travaux desquels la Bactospéine avait été particulièrement efficace sur les jeunes stades de développement d'*Ephestia kuehniella* et d'*E ceratoniae*. Par ailleurs, l'effet de la Bactospéine a également été vérifié sur les deux principaux parasitoïdes : *H hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea*, ce qui avait déjà

été montré par DHOUBI (1992) à partir d'essais réalisés dans les palmeraies de Tozeur (Tunisie).

lâchers de *H hebetor* et contrôle d'*E ceratoniae* dans les dépôts

Les résultats de l'examen périodique des dattes, effectué tous les deux jours pour suivre l'évolution du parasitisme des chenilles de la pyrale des dattes par *H hebetor*, ont été regroupés sur le tableau II.

Lors des lâchers de *H hebetor*, effectués en début d'expérimentation, le 9 novembre 1993, le taux d'infestation a été évalué à 22 %. Le taux de parasitisme des chenilles d'*E ceratoniae* dû à *H hebetor* a été de l'ordre de 6,74 %, celui dû à *Phanerotoma flavitestacea* de 3,37 % (tableau II).

Le parasitisme d'*E ceratoniae* a ensuite augmenté progressivement tout au long de la période de stockage des fruits. Le taux maximal d'attaque des chenilles, de l'ordre de 62,74 %, a été enregistré 8 jours après la date du lâcher, et s'est plus ou moins

Tableau II

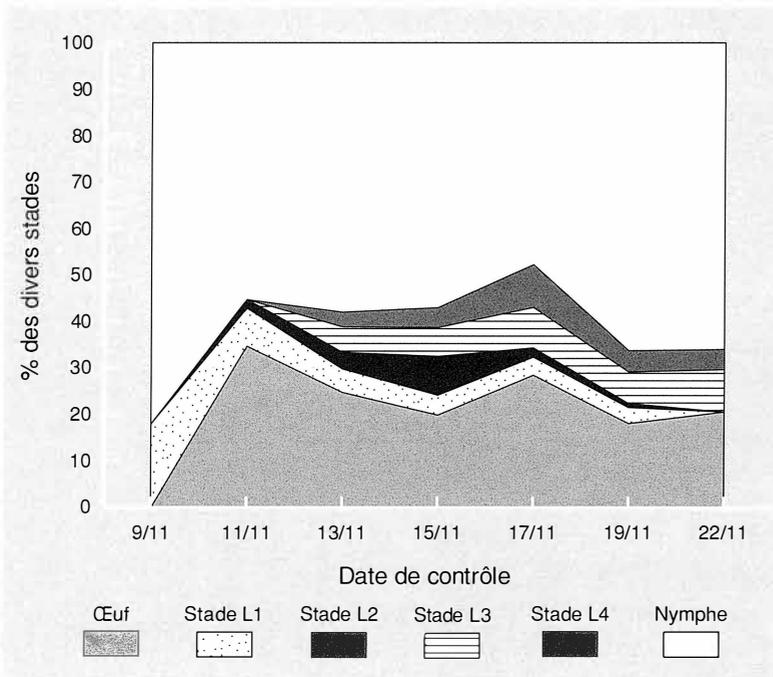
Évolution du taux de parasitisme des chenilles d'*Ectomyelois ceratoniae* par *Habrobracon hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea*, après lâcher du parasitoïde dans les dépôts de dattes à Tozeur (Tunisie).

Date de contrôle	Nombre de fruits examinés	Nombre de larves récoltées	Nombre de larves parasitées par <i>H hebetor</i>	Taux de parasitisme par <i>H hebetor</i>	Nombre de nymphes de <i>P flavitestacea</i>	Taux de parasitisme par <i>P flavitestacea</i>
09/11/93	500	89	6	6,74	3	3,37
11/11/93	341	52	17	32,69	1	1,92
13/11/93	354	80	32	40,00	1	1,25
15/11/93	465	125	72	57,60	3	2,40
17/11/93	584	161	101	62,74	3	1,86
19/11/93	602	136	82	60,29	0	0,00
22/11/93	937	217	123	56,68	4	1,84

maintenu à ce niveau jusqu'à la fin de l'essai. Ce taux croissant de chenilles parasitées pourrait être une conséquence directe de l'augmentation de la proportion de larves âgées qui sont plus particulièrement appréciées par *H hebetor*.

Une analyse plus précise de la structure de la population de *H hebetor* (fig 1) montre que, dans les dépôts considérés, tous les stades de développement sont présents : œufs, larves, nymphes et adultes ; les conditions trouvées dans ces locaux par le parasitoïde favoriseraient donc sa multipli-

Figure 1
Structure de la population de *Habrobracon hebetor* dans les dépôts de dattes en Tunisie.



cation rapide. Toutefois, la proportion des nymphes dépasse de beaucoup celle des autres stades.

Ces résultats sont en accord avec ceux de KEEVER et al (1985) qui mentionnaient que la réduction des populations de *Plodia interpunctella* et de *Cadra cautella* est étroitement liée à la densité d'*H hebetor* rencontrée dans les dépôts de stockage des dattes ; ces auteurs signalaient également que le taux de parasitisme pouvait passer de 25,9 % à 73,1 %, selon que le contrôle était effectué 2 semaines ou 6 semaines après les lâchers.

Il découle de ces observations qu'à la condition de parvenir à maîtriser suffisamment l'élevage de masse du parasitoïde *H hebetor*, il deviendrait possible de réduire de façon significative les populations d'*E ceratoniae* dans les dépôts de dattes par utilisation de ce parasitoïde. Par suite, ces résultats se révèlent être d'un intérêt pratique et économique important.

effet des lâchers de *H hebetor* combinés avec l'application de la Bactospéine

Les résultats de cet essai, testant l'influence de lâchers de *H hebetor* combinés avec l'application de Bactospéine sur le contrôle des populations d'*E ceratoniae*, ont été rassemblés dans le tableau III. Avec un tel traitement, le taux de mortalité dû à *H hebetor* croît rapidement durant toute la période de contrôle. Un premier accroissement du parasitisme est noté dès le deuxième jour après le début de l'essai ; il atteint une valeur maximale de 52,5 %, 6 jours après traitement.

Tableau III
Effet combiné de la Bactospéine et d'un lâcher de *Habrobracon hebetor* sur les chenilles d'*Ectomyelois ceratoniae*.

Date de contrôle	Nombre de fruits examinés	Nombre de larves récoltées	Nombre de larves parasitées par <i>H hebetor</i>	Taux de parasitisme	Nombre de larves mortes	Taux de mortalité	Nombre total de larves parasitées et mortes	Taux de mortalité totale
09/11/93	500	89	6	6,74	0	0,00	6	6,74
11/11/93	334	34	11	32,35	10	29,41	21	61,76
13/11/93	337	71	25	35,21	18	25,35	43	60,56
15/11/93	357	80	42	52,50	19	23,75	61	76,25
17/11/93	405	56	28	50,00	14	25,00	42	75,00
19/11/93	429	115	55	47,83	31	26,96	86	74,78
22/11/93	623	107	42	39,25	28	26,17	70	65,42

L'action directe de la Bactospéine est mesurée par la mortalité des chenilles de la pyrale des dattes ; ce paramètre est relativement stable durant toute la période de contrôle puisqu'il oscille entre 23,75 % (valeur minimale) à 29,41 % (valeur maximale).

L'effet combiné de *H hebetor* et de la Bactospéine semble être très efficace pour réduire la population d'*E ceratoniae* : le taux global de mortalité des chenilles due à la fois à la Bactospéine et à *H hebetor* atteint une valeur maximale de 76,25 %, 6 jours après le traitement (fig 2).

Le tableau IV permet de comparer, par rapport à un lot témoin non traité, les effets du parasitoïde seul (*H hebetor*) et du parasitoïde associé au bio-insecticide (*H hebetor* + Bactospéine) sur le taux d'infestation de dattes entreposées. Les deux traitements se révèlent efficaces, avec un avantage cependant de l'association *H hebetor* + Bactospéine qui fait tomber le taux d'infestation des dattes par *E ceratoniae* à 20,06 %, contre 24,12 % dû à *H hebetor* utilisé seul et 44,34 % pour le lot non traité. Ces résultats permettent de penser que les taux de mortalité les plus élevés seront enregistrés avec la combinaison d'un traitement à la Bactospéine et d'un lâcher de *H hebetor*.

La degré de signification des taux de mortalité moyens mesurés après traitements à la Bactospéine seule, avec lâcher de *H hebetor* seul, ou basés sur la combinaison de ces deux méthodes de lutte, est indiqué sur le tableau V.

Les deux premiers traitements ne présentent pas de différences significatives entre eux, mais leur combinaison (Bactospéine + lâcher de *H hebetor*) apparaît nettement plus efficace pour lutter contre les populations de pyrales des dattes.

● conclusion

Les taux de mortalité les plus élevés, enregistrés pour la lutte contre *E ceratoniae*, déprédateur des dattes entreposées, ont été enregistrés à l'issue d'un traitement qui a consisté à associer l'application de Bactospéine et un lâcher de *H hebetor*. Appliquées séparément, ces deux techniques ont entraîné un taux de mortalité moindre que toutes deux combinées.

L'utilisation de *H hebetor* dans les dépôts a donné, cependant, un résultat satisfaisant puisque le taux de parasitisme a pu atteindre 62,74 %, 8 jours

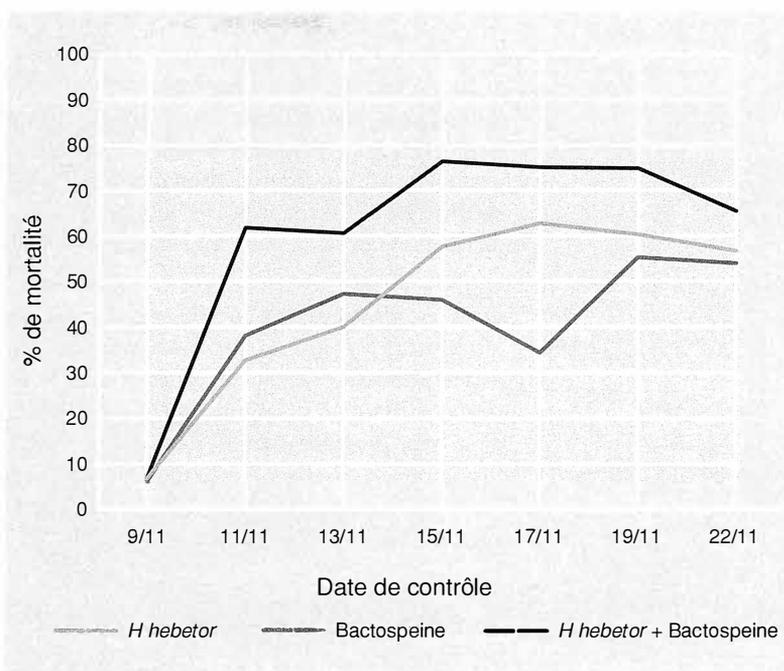


Figure 2
Effet de l'utilisation d'un bio-insecticide (Bactospéine) et de la lutte biologique (Habrobracon hebetor) sur la mortalité des larves d'*Ectomyelois ceratoniae*.

Tableau IV
Évolution de l'infestation par *Ectomyelois ceratoniae* des dépôts de stockage des dattes, en fonction de l'utilisation de certaines méthodes de lutte biologique.

Traitement	Nombre de fruits examinés	Nombre de fruits attequés	Taux d'infestation
Témoin	875	388	44,34
<i>H hebetor</i>	937	226	24,12
<i>H hebetor</i> + Bactospéine	623	125	20,06

Tableau V
Taux de mortalité moyens des chenilles d'*Ectomyelois ceratoniae*, en fonction de l'utilisation de certaines méthodes de lutte biologique.

Traitements	Mortalité moyenne
Témoin	40,123 a
<i>H hebetor</i>	45,249 a
<i>H hebetor</i> + Bactospéine	60,073 b

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (test de Duncan).

après le début des lâchers ; de telles observations pourraient résulter des conditions particulièrement favorables pour le développement du ravageur régnant dans les dépôts, où les températures varient de 22 à 25 °C. Ces résultats sont d'autant plus intéressants que l'utilisation du bromure de méthyle est maintenant interdite et que le coût de tels traitements de lutte biologique est relativement faible.

Dans le cadre de la définition d'une stratégie de lutte intégrée contre la (ou les) pyrale(s) des dattes, l'utilisation de la combinaison d'un bio-insecticide et d'un parasitoïde spécifique semble donc très prometteuse, en remplacement des fumigations qui étaient couramment utilisées jusqu'à présent pour la désinsectisation des dattes après leur récolte.

● remerciements

Les auteurs remercient monsieur Mohamed BEN RHOMDHANE, exportateur, qui a permis qu'une partie des expérimentations présentées dans cette étude soit effectuée dans ses entrepôts.

● références

- Burgerjon A, Galichet PF (1965) The effectiveness of the heat stable toxin of *Bacillus thuringiensis* Berliner on larvae of *Musca domestica* Linnaeus. *J Invertebrate Pathol* 7, 263-264
- Chaudhary RN, Sharma VK (1987) Parasitization in diapausing larvae of *Chilo partellus* by *Apanteles flavipes* Cam. *Indian J Ecol* 14 (1), 155-157
- Daumal J, Jourdhueil P, Marro JP (1973) Acclimatation sur la côte méditerranéenne de *Phanerotoma flavitesticata* Fischer (Hyménoptère, *Braconidae*) parasite d'*E. ceratoniae* Zeller (Lépidoptère, *Pyralidae*). *Ann Zool Ecol Anim* 5 (4), 593-608
- David J, Vaggo C (1966) Influence des toxines de *Bacillus thuringiensis* sur divers caractères physiologiques de drosophiles adultes. *Entomophaga* 12, 153-159
- Dhouibi MH (1982) Bioécologie d'*Ectomyelois ceratoniae* en grenadière (Lépidoptère, *Pyralidae*). *Ann INRAT* 55 (4), p 48
- Dhouibi MH (1985) *Effet des traitements chimiques sur la population d'Ectomyelois ceratoniae vivant sur grenadier*. Tunis, Tunisie, INRAT, document technique n°92
- Dhouibi MH (1987) Effet des traitements chimiques sur l'évolution des populations d'*E. ceratoniae* : *Lepidoptera Pyralidae*. *Rev INAT* 2 (1), 51-67
- Dhouibi MH (1989) *Biologie et écologie d'Ectomyelois ceratoniae (Lépidoptère, Pyralidae) dans deux biotopes différents au sud de la Tunisie et recherche de méthodes alternatives de lutte*. Paris, France, univ Paris VI, thèse de doctorat d'état, 189 p
- Dhouibi MH (1990) Traitement avec la Bactospéine *Bacillus thuringiensis* (Foray) contre la teigne de l'olivier *Prays oleae* en oliveraie. In : *Pest control for olive trees-Deltamethrine file*. France, document rétypé, p 98
- Dhouibi MH (1992) Effet de la Bactospéine XLV sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (*Lepidoptera* : *Pyralidae*). Symposium international de Phytatrie Gand (Belgique). *Med Fac Landbouww Univ Gent* 57/2b, 505-514
- Dhouibi MH (1993) *Bacillus thuringiensis Kurstaki contre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera : Pyralidae)*. Tunis, Tunisie, INAT, 54 p, document technique
- Dhouibi MH, Jemmazi A (1993) Lutte biologique contre la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera : Pyralidae)* par *H. hebetor (Hymenoptera : Braconidae)* en vergers de grenadiers. *Med Fac Landbouww Univ Gent* 58/2a, 427-436
- Doumandji B (1983) *Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et des prédateurs de la pyrale des caroubes, Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae), en Algérie, en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur*. Paris, France, université Pierre-et-Marie-Curie, Paris VI, thèse de doctorat d'État, 253 p
- Keever DW, Arbogast RT, Mullen MA (1985) Population trends and distributions of *Bracon hebetor* Say (*Hymenoptera, Braconidae*) and lepidopterous pests in commercially stored peanuts. *Environ Entomol* 14, 722-725
- McGaughey WMH (1980) *Bacillus thuringiensis* for moth control in stored heat. *Can Ent* 112, 327-331
- McGaughey WMH (1986) *Bacillus thuringiensis* applied to stored corn using grain drying fans. *JK Entomol Soc* 59 (2), 350-355
- Van Herrewege J, David J (1970) Réduction de la longévité de la drosophile par l'action d'une toxine bactérienne. *Entomophaga* 12, 153-159
- Yamvrias C (1962) Contribution à l'étude du mode d'action de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de la teigne de la farine *Anagasta (Ephestia) kuehniella* Zeller (Lépidoptère). *Entomophaga* 2, 101-159