

# Biologie d'*Hippodamia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae) et possibilités de son utilisation contre *Aphis gossypii* Glov (Hom., Aphididae) sous serres de concombre

M. El Habi<sup>1</sup>, A. Sekkat<sup>2</sup>, L. El Jadd<sup>3</sup> and A. Boumezzough<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences Biologiques et Agronomiques, Faculté des Sciences et Techniques, Béni Mellal, Maroc; <sup>2</sup>Département de Zoologie agricole, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès; <sup>3</sup>Programme de Recherches sur les Plantes Textiles, INRA Béni Mellal; <sup>4</sup>Laboratoire d'Ecologie Animale Terrestre, Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, Maroc

**Abstract: Biology of *Hippodamia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae) and its suitability against *Aphis gossypii* Glov (Hom., Aphididae) on cucumber under greenhouse conditions.** Research work carried out in the laboratory has shown that temperature has a great effect on the development and the amount of feeding of *Hippodamia variegata*. The optimum temperature for its development and voracity approaches 26°C and the threshold development temperature is about 11.22°C. Investigations on its use in cucumber greenhouses against *Aphis gossypii*, the release of larvae and adult forms had shown satisfactory results. The efficiency level of this ladybird is a function of the ratio predator/prey and on the level of the aphid population at the moment of the ladybird release. The effect of density of the prey on the fecundity and the settlement of this ladybird under greenhouse conditions were also studied. The biological features and the efficiency of this ladybird are discussed.

## 1 Introduction

Dans les zones côtières marocaines, principale site des cultures maraîchères, le puceron *Aphis gossypii* est l'un des principaux ennemis du concombre. Les populations de ce ravageur peuvent atteindre des niveaux numériquement très importants causant ainsi de grands dégâts économiques (Affaiblissement de la plante, miellat, fumagine sur les feuilles et les fruits...) (EL HABI et al., 1999a). Actuellement, le seul moyen pour limiter ces dégâts est la lutte chimique. Cependant, de nombreux échecs sont enregistrés en raison de l'emploi non raisonné de ces produits chimiques et probablement au développement d'une résistance de ce puceron vis à vis des aphicides actuellement conseillés au Maroc principalement les organophosphorés et les carbamates. A l'échelle mondiale, ce problème de résistance d'*A. gossypii* aux insecticides est signalé à plusieurs reprises par de nombreux auteurs (FURK et al., 1980; DELORME et al., 1993). Face à ces difficultés liées à la lutte chimique, nous avons jugé utile de tester les possibilités offertes par d'autres méthodes de lutte telles que la lutte biologique. En effet, de nombreux travaux ont montré la possibilité de combattre les pucerons à l'aide des coccinelles (HAMALAINEN, 1980; QUILICI, 1981; BELIKOVA et KOSAEV, 1985; YANG, 1985; BRUN, 1993, 1994; FERRAN et al., 1995; EL HABI et al., 1999b) des syrphes (CHAMBERS, 1986) des chrysopes (LYON, 1979; TROUVE et al., 1996); des cecidomyie (BONDARENKO et MOISEEV, 1978; MARKKULA et TIITANEN,

1980; CHAMBERS et HELYER, 1988) d'hyménoptères parasites (LYON, 1979; RABASSE, 1980; STARY et al., 1986; VAN SCHELT, 1994; LENFANT et FALLEN, 1995), et de champignons entomopathogènes (HALL et BURGESS, 1979; RABASSE et al., 1983; GRUNBERG et al., 1988; HELYER, 1993).

Durant cette étude, nous avons choisi une coccinelle aphidiphage très commune *Hippodamia variegata*. Ainsi, nous avons étudié au laboratoire certaines de ces caractéristiques biologiques notamment son développement et sa voracité. De même, nous avons testé les possibilités de son utilisation pour limiter les populations d'*A. gossypii* sous serres de concombre. Pour ceci, nous avons essayé de rechercher, le rapport coccinelles/pucerons permettant de limiter les populations d'*A. gossypii*, la persistance des coccinelles en serre, l'abondance de la descendance larvaires et adultes qui en sont issues ainsi que la densité initiale de proies favorable pour les lâchers des coccinelles sous serre de concombre.

## 2 Matériel et Méthodes

L'étude de l'influence de la température sur le développement et la voracité d'*H. variegata* est réalisée aux températures constantes de 18°C–22°C–26°C–30°C et 34°C. L'humidité est maintenue entre 65 et 75%. Pour chaque température l'étude a porté sur un lot de 20 Coccinelles. Ces Coccinelles, aux premiers stades de leurs développement, sont mises séparément dans des boîtes de pétrie et reçoivent journalièrement un effectif connu de pucerons de stades

**Tableau 1.** Protocole des essais de lâchers de larves et d'adultes d'*H. variegata* pour contrôler les populations d'*A. gossypii* sous serre de concombre (Essai en 3 répétitions)

Compartiments	Stade du prédateur utilisé	Nombres initiaux de proies par plante lors des lâchers	Rapports prédateurs/proies	Dates de contamination par les pucerons	Date des lâchers de prédateurs
C1	Larves	100	1/5	16/5	19/5
C2	Larves	100	1/10	16/5	19/5
C3	Larves	200	1/5	14/5	19/5
C4	Larves	200	1/10	14/5	19/5
C1	Adultes	100	1/25	30/4	7/5
C2	Adultes	100	1/50	30/4	7/5
C3	Adultes	100	1/100	30/4	7/5
C4	Adultes	100	1/150	30/4	7/5
C5	Adultes	200	1/25	3/5	12/5
C6	Adultes	200	1/50	3/5	12/5
C7	Adultes	200	1/100	3/5	12/5
C8	Adultes	200	1/150	3/5	12/5

bien déterminés. Ceci nous a permis de déduire la voracité des différents stades de développement d'*H. variegata* vis à vis des différents stades de développement d'*A. gossypii*. Les stades de développement d'*A. gossypii* fournis aux coccinelles sont des larves de 1er et 2ème stades réunis (L1–L2), et 3ème et 4ème stades réunis (L3–L4). Le choix de ces stades repose sur leur importance numérique au sein des colonies de ce puceron. Les contrôles journaliers nous permettent de connaître, d'une part, la quantité consommée par simple calcul de la différence entre l'effectif de pucerons fourni et celui restant après 24 h, et d'autre part, la durée de développement des différents stades de la coccinelle.

L'étude des possibilités de limiter les populations d'*A. gossypii* à l'aide de larves et d'adultes d'*H. variegata* est conduite dans une serre de concombre divisée en plusieurs compartiments de 3 m × 5 m chacun. Chaque compartiment comporte deux rangées de huit plantes de concombre semées en mars. Chaque plante est infestée artificiellement à l'aide de 10 pucerons d'*A. gossypii* de différents stades de développement, issus d'élevage sur concombre. Ces pucerons sont répartis au niveau supérieur, moyen et inférieur de la plante afin d'assurer une infestation homogène de la plante. Cette technique d'infestation est proche de celle employée sur aubergine par QUILICI et al. (1985).

Des adultes de coccinelles sont récupérés de la nature et élevés sur concombre infesté d'*A. gossypii* dans des cages grillagées de 0,5 m × 1 m. Les oeufs issus de ces adultes éclosent et donnent des larves qui sont élevées jusqu'au 2ème et 3ème stade. Ces larves sont récupérées et lâchées dans les compartiments. Pour le traitement par les adultes, ces derniers sont récupérés à partir des cages d'élevage et lâchés dans les compartiments. Les lâchers des larves et des adultes sont effectués à différentes densités des populations d'*A. gossypii* sur concombre notamment aux densités moyennes lors des lâchers de 100 et 200 pucerons par plante. Ceci nous permettra de déterminer le niveau de populations aphidiennes favorable pour le lâcher des coccinelles. Pour chaque densité de proies, les lâchers des larves de cette coccinelle sont effectués aux rapports coccinelles/pucerons de 1/5 et 1/10. Les lâchers d'adultes sont effectués aux rapports 1/25, 1/50, 1/100 et 1/150. Ceci permettra de déterminer le rapport permettant un bon contrôle des populations de ce ravageur. Parallèlement à ces compartiments traités, un compartiment qui ne reçoit pas de coccinelles est retenu comme témoin. Une fois par semaine, les populations de pucerons ainsi que les larves et adultes de coccinelles sont dénombrés par des comptages sur place. En cas de plante très infestée, nous comptons le nombre de pucerons portés

par deux feuilles choisies au hasard à chaque niveau de la plante (supérieure, moyen et inférieure) puis nous rapportons ceci au nombre totale des feuilles portées par la plante. Pour chaque densité de proie lors du lâcher, et pour chaque rapport prédateurs/proies, trois répétitions sont effectuées. Les principales caractéristiques du protocole sont résumées dans le tableau 1.

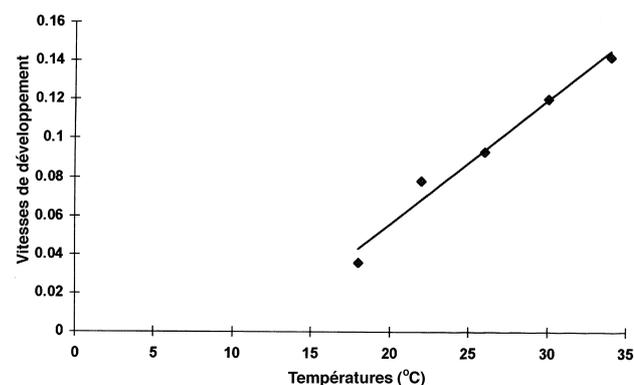
Au cours de l'expérience, les températures maximales, minimales et moyennes journalières sont notées.

### 3 Résultats

#### 3.1 Influence de la température sur le développement d'*H. variegata*

Il s'avère d'après cette étude que, la durée moyenne de développement de cette espèce est inversement proportionnelle à l'augmentation de la température. Ainsi, à 34°C, la durée moyenne de développement est presque 4 fois plus courte qu'à 18°C (soit 7 jours contre environ 27 jours). La courbe des vitesses de développement en fonction de la température (fig. 1) est représentée par la droite de régression:

$$Y = 0,00635 X - 0,0713$$



**Fig. 1.** Evolution de la vitesse de développement d'*H. variegata* en fonction de la température

**Tableau 2.** Durées moyennes de développement des différents stades d'*H. variegata*

	Durée moyenne + Ecart type					Durée moy.de dévelop.
	1 <sup>er</sup> Stade	2 <sup>ème</sup> Stade	3 <sup>ème</sup> Stade	4 <sup>ème</sup> Stade	Nymphe	
18°C	3,5 ± 0,5	2,75 ± 0,43	4 ± 0,81	6,83 ± 1	10,5 ± 1,03	27,58 ± 1,02
22°C	2,6 ± 0,48	1,4 ± 0,58	1,6 ± 0,48	2,4 ± 0,39	4,66 ± 0,47	12,66 ± 0,53
26°C	2,42 ± 0,49	1,33 ± 0,21	1,55 ± 0,23	1,8 ± 0,74	3,25 ± 0,43	10,71 ± 0,69
30°C	1,84 ± 0,26	1,02 ± 0,13	1,15 ± 0,21	1,25 ± 0,19	3,02 ± 0,34	8,28 ± 0,44
34°C	1,16 ± 0,37	1 ± 0,2	1 ± 0,5	1,33 ± 0,47	2,5 ± 0,5	7 ± 0,3

L'intersection de la droite de régression avec l'axe des abscisses définit le seuil thermique de développement de cette espèce qui est de 11,22°C.

La durée moyenne de développement des différents stades larvaires est également plus courte aux températures élevées qu'aux températures basses (tableau 2). Au cours du développement de cette coccinelle, la durée moyenne du stade nymphale représente approximativement le 1/3 de la durée moyenne de développement. De même, la durée moyenne de développement du 4ème stade larvaire est généralement plus importante que celle des autres stades larvaires. En effet, selon nos observations, le 4ème stade larvaire de cette coccinelle présente une voracité plus importante comparativement aux autres stades larvaires ce qui peut avoir de bonnes conséquences en cas de traitements contre *A. gossypii* par lâchers de larves d'*H. variegata*.

Nous avons reporté sur le tableau 3, les équations des droites de régression relatives aux vitesses de développement des différents stades de cette coccinelle ainsi que le seuil thermique de développement de chaque stade.

Nous remarquons que, pour se développer, le 2ème stade larvaire exige une température mois élevée comparativement aux autres stades.

**3.2 Influence de la température sur la voracité d'*H. variegata***

Nous avons reporté sur les tableaux 4 et 5, la voracité des différents stades de développement d'*H. variegata* vis à vis des stades L1-L2 et L3-L4 d'*A. gossypii*.

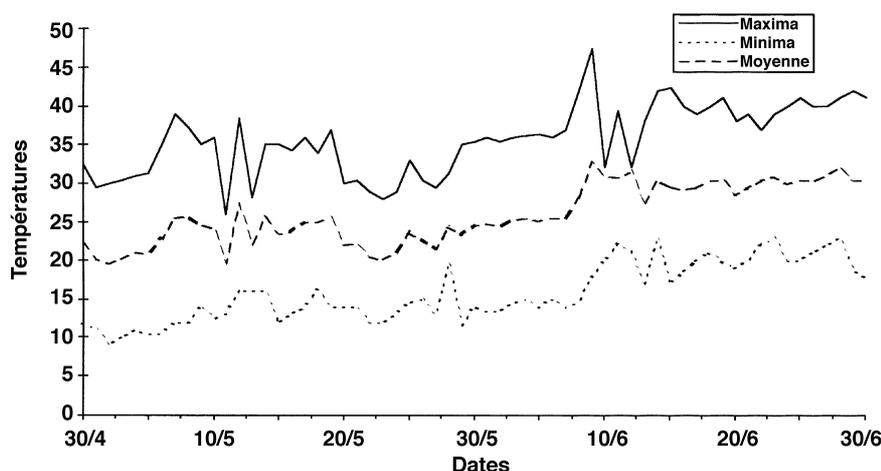
Il s'avère ainsi que la température a une grande influence sur la capacité prédatrice de cette coccinelle. En effet, la plus grande voracité est enregistrée à 34°C. Cependant, les adultes issus des larves élevées à cette température sont plus petits et une grande partie des oeufs qui en sont issues se dessèche avant l'éclosion ce qui prouve l'aspect néfaste de cette haute température malgré l'importante voracité manifestée par ce prédateur. Par ailleurs, nos résultats montrent que l'optimum thermique de voracité de cette espèce est voisin de 26°C (tableaux 4 and 5). Cette température est également optimale pour la voracité de *Scymnus*

**Tableau 3.** Equations des droites de régressions relatives aux vitesses de développement et seuils thermiques de développement des différents stades d'*H. variegata*

	Equation de droite de régression	Seuil thermique
1er stade	$Y = 0,0032 X - 0,356$	$X = 11,12$
2ème stade	$Y = 0,0385 X - 0,2394$	$X = 6,21$
3ème stade	$Y = 0,0436 X - 0,4558$	$X = 10,45$
4ème stade	$Y = 0,0447 X - 0,5025$	$X = 11,24$
stade nymphale	$Y = 0,0181 X - 0,203$	$X = 11,17$

**Tableau 4.** Voracité moyenne journalière des différents stades d'*H. variegata* nourrit de L1-L2

	Voracité moyenne + Ecart type				
	1 <sup>er</sup> Stade	2 <sup>ème</sup> Stade	3 <sup>ème</sup> Stade	4 <sup>ème</sup> Stade	Adulte
18°C	32,4 ± 20,5	39,15 ± 15,3	62,5 ± 35,30	104,79 ± 25,5	85,14 ± 21,47
22°C	21,5 ± 8,03	42,5 ± 13,13	81 ± 23,13	95,65 ± 22,6	105 ± 20,03
26°C	47,25 ± 30,15	98,12 ± 39,86	148,75 ± 45,75	237,75 ± 44,75	160 ± 75,76
30°C	32,02 ± 13,5	63,13 ± 16,7	92,56 ± 17,5	124,89 ± 26,6	135,08 ± 44,71
34°C	54,5 ± 9,38	104 ± 49,71	156,33 ± 50,75	203 ± 39	254 ± 22,10



**Fig. 2.** Evolution des températures journalières sous serre de concombre

*hoffmani* Weise (Col., Coccinellidae) vis à vis d'*A. gossypii* (ZHAE et WAN, 1987).

Le stade de développement de la proie a également une grande influence sur la quantité consommée par la coccinelle. Ainsi, à chaque température, les différents stades d'*H. variegata* consomment beaucoup plus de L1 L2 que de L3 L4. Par exemple, à 26°C la consommation moyenne journalière d'un adulte d'*H. variegata* est de 160 L1 L2 contre 139 L3 L4. Ceci étant naturellement en relation avec la taille de la proie.

### 3.3 Essais de lutte sous serre de concombre contre *A. gossypii* par *H. variegata*

#### 3.3.1 Prévalence de la température lors des essais

Au cours de ces essais, les températures moyennes journalières sous serre étaient favorables au développement d'*A. gossypii* et également à l'activité prédatrice de la coccinelle (Températures moyennes journalières comprises entre 20°C et 29°C) (fig. 2). En effet, l'optimum thermique de développement et de fécondité de ce ravageur se situe entre 22°C et 26°C (EL HABI, 1992). De même, la plus grande voracité des stades d'*H. variegata* est enregistrée à des températures voisines de 26°C.

#### 3.3.2 Traitements par les larves

Sur les témoins, les populations ont évolué rapidement pour atteindre, en fin juin, des maxima moyens par plante de 24.019 et 25.634 pucerons respectivement aux densités initiales moyennes de 100 et 200 pucerons par plante. Dans les compartiments traités, l'évolution des populations de pucerons et de coccinelles est fonction du rapport prédateurs/proies (fig. 3).

Au rapport 1/5, les larves lâchées ont pu maintenir les populations d'*A. gossypii* à un niveau très satisfaisant jusqu'à début juin. En effet, l'effectif moyen par plante des populations d'*A. gossypii* n'a pas dépassé 10 et 25 pucerons respectivement à la densité initiale de 100 (fig. 3a) et 200 pucerons par plante (fig. 3b). Durant le mois de juin, les populations d'*A. gossypii* ont faiblement évolué jusqu'à un maximum moyen par plante de 2.030 et 1.320 pucerons noté en fin juin respectivement aux densités moyennes lors des lâchers de 100 et 200 pucerons par plante. Cette évolution moins rapide des populations d'*A. gossypii* comparativement au témoin est liée à l'action des adultes issus des larves lâchées. En effet, l'effectif moyen par plante des adultes de coccinelle a atteint des maxima de 1 et 1,5 adultes en début juin respectivement à la densité initiale de 100 (fig. 4a), et 200 pucerons par plante (fig. 5a). Au rapport 1/5, les coccinelles étaient relati-

**Tableau 5.** Voracité moyenne journalière des différents stades d'*H. variegata* nourrit de L3–L4

	Voracité moyenne + Ecart type				
	1 <sup>er</sup> Stade	2 <sup>ème</sup> Stade	3 <sup>ème</sup> Stade	4 <sup>ème</sup> Stade	Adulte
18°C	17,5 ± 14,5	22,5 ± 12,5	34,6 ± 15,6	49,15 ± 20,39	79,5 ± 36,73
22°C	6,5 ± 2,86	18,12 ± 6,94	25,5 ± 7,04	60,37 ± 12,69	90,45 ± 28,06
26°C	24,16 ± 18,69	70,5 ± 12,65	98 ± 43,36	104,75 ± 22,75	139,15 ± 35,40
30°C	10,7 ± 3,16	35,06 ± 10,7	58,75 ± 13,4	87,95 ± 18,12	111 ± 22,77
34°C	43,33 ± 12,03	86 ± 29,74	139 ± 12,56	185 ± 34,37	216 ± 35,16

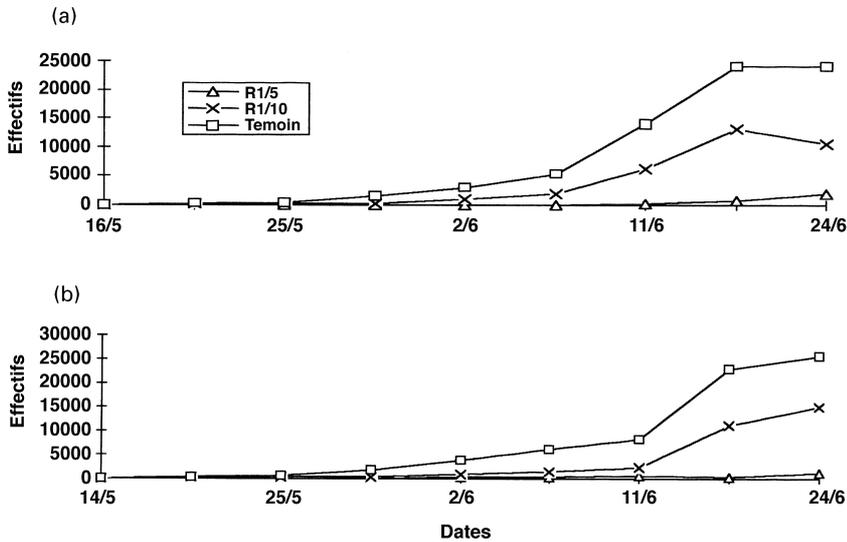


Fig. 3. Evolution de l'effectif moyen par plante d'*A. gossypii* traitée à la densité moyenne de 100 (a) et 200 (b) pucerons par plante

vement plus efficace à la densité initiale de 200 pucerons par plante. Ceci étant probablement lié à l'effectif plus important des adultes issus des larves lâchées et également à leur intervention plus précoce.

Au rapport 1/10, les populations d'*A. gossypii* ont évolué lentement durant les 10 jours qui ont suivi la date des lâchers des larves. L'apparition, entre fin mai

et début juin, des nymphes issues des coccinelles lâchées a favorisé l'évolution des populations du ravageur. En effet, l'effectif moyen par plante a évolué jusqu'à des maxima moyens par plante de 13.153 et 15.040 pucerons noté en fin juin respectivement à la densité initiale de 100 (fig. 3a) et 200 pucerons par plante (fig. 3b). Les adultes de coccinelles issus des

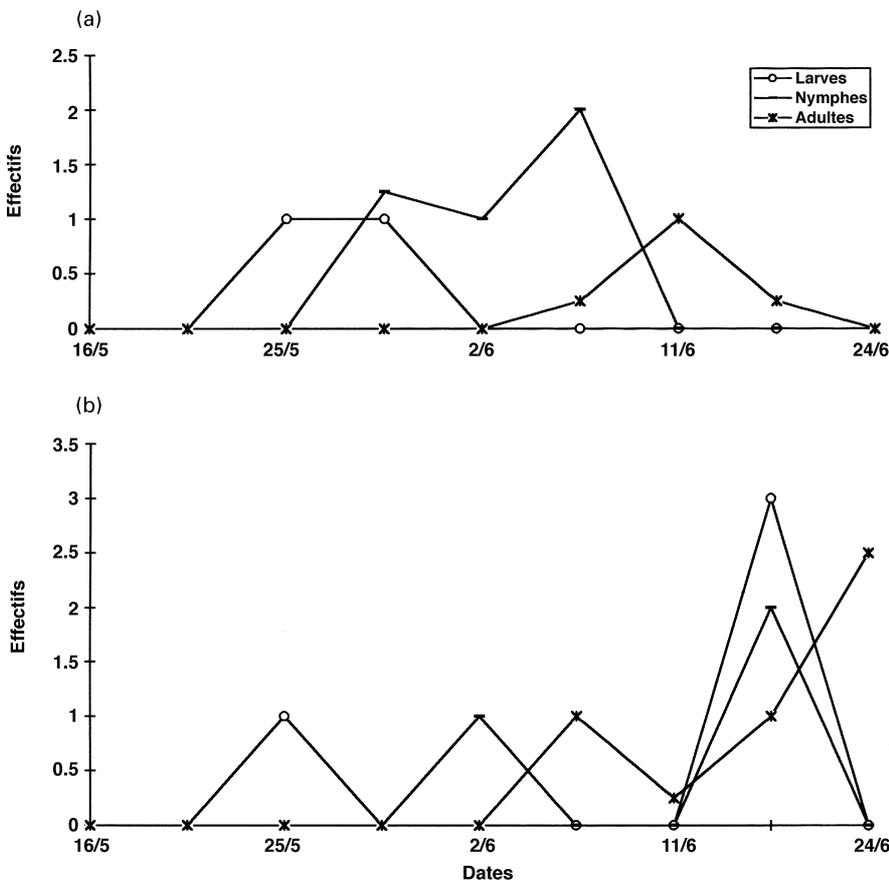


Fig. 4. Evolution des stades d'*H. variegata* sur concombre traité aux rapports 1/5 (a) et 1/10 (b) à la densité de 100 pucerons par plante

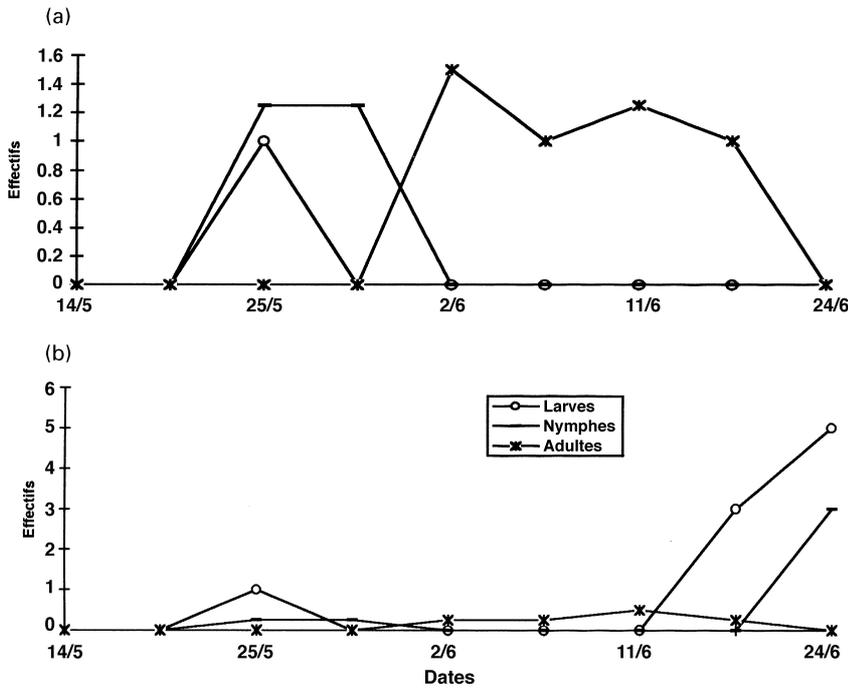


Fig. 5. Evolution des stades d'*H. variegata* sur concombre traité aux rapports 1/5 (a) et 1/10 (b) à la densité de 200 pucerons par plante

nymphes formées sur concombre, en début juin ont donné une descendance dont l'action n'était pas importante en raison du niveau élevé des populations d'*A. gossypii*. En effet, l'effectif moyen par plante des larves a atteint un maximum de trois larves en mi juin à la densité initiale de 100 pucerons par plante (fig. 4b), et cinq larves en fin juin à la densité initiale de 200 pucerons par plante (fig. 5b).

Nous remarquons ainsi que, les adultes issus des larves lâchées n'ont donné une descendance qu'au rapport 1/10 et uniquement lorsque l'effectif des pucerons est important. Ceci montre l'influence de la densité de proies sur la fécondité de cette coccinelle.

### 3.3.3 Traitements par les adultes

Densité initiale moyenne lors des lâchers: 100 pucerons/plante.

Les populations du témoin ont subi une évolution rapide jusqu'à un maximum moyen de 24.019 pucerons/plante noté en mi juin (fig. 6). Dans les compartiments traités, l'évolution des populations est fonction du rapport prédateurs/proies (fig. 6).

Au rapport 1/25 et 1/50, les coccinelles ont pu maintenir les populations de pucerons au dessous d'une moyenne respective de 180 et 700 pucerons par plante et ceci jusqu'à fin mai. Ceci est lié à l'action

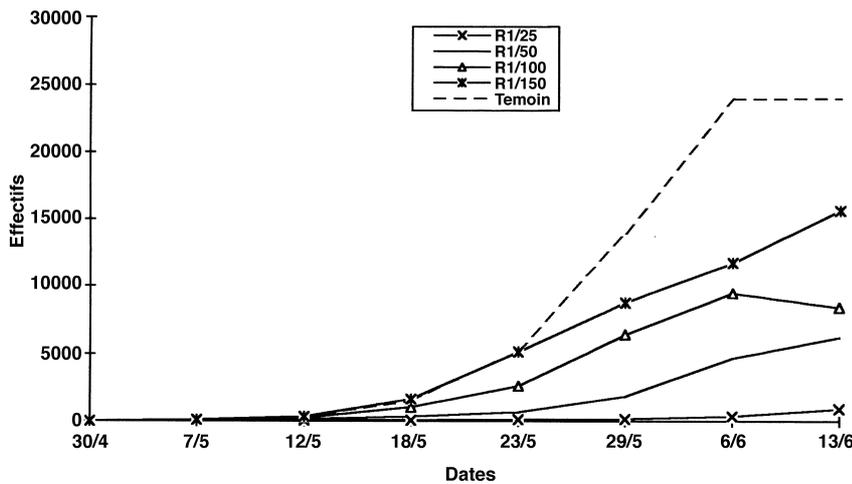


Fig. 6. Evolution de l'effectif moyen par plante des populations d'*A. gossypii* (infestations lors des traitements: 100 pucerons par plante)

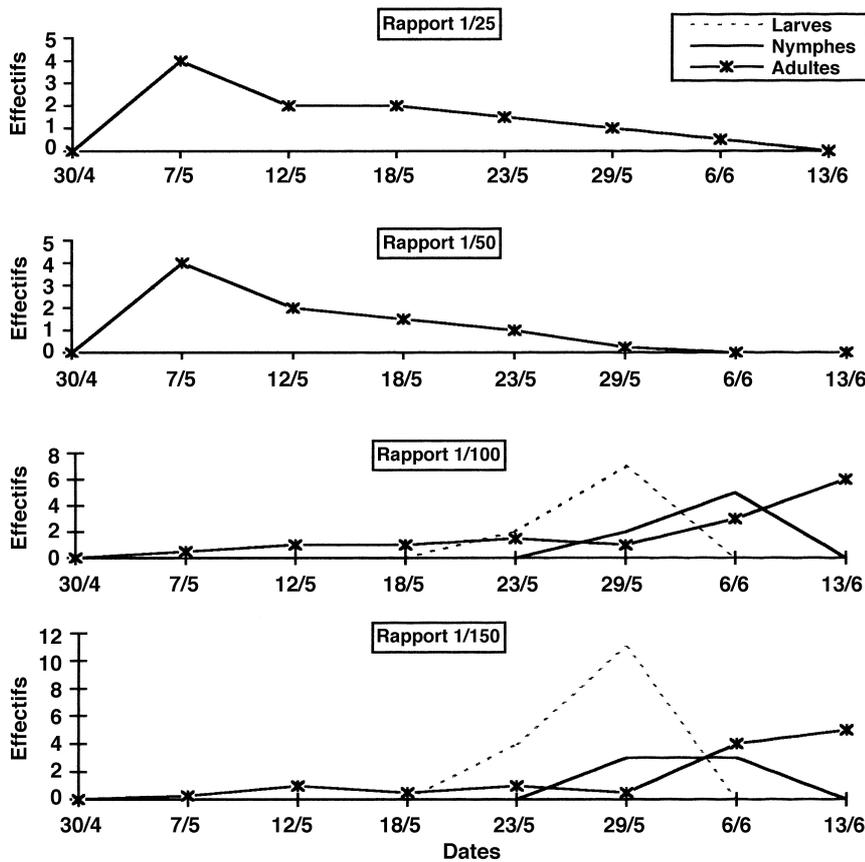


Fig. 7. Evolution, à la densité moyenne de 100 pucerons par plante, de l'effectif moyen par plante des différents stades d'*H. variegata*

des coccinelles lâchées qui se sont maintenues dans les compartiments (fig. 7). Au delà de cette période, nous n'avons plus rencontré de coccinelles dans ces compartiments ce qui a favorisé une évolution des populations d'*A. gossypii* jusqu'à un effectif moyen maximal de 916 et 6.232 pucerons par plante noté en mi juin respectivement aux rapports 1/25 et 1/50.

Au rapport 1/100 et 1/150, les populations d'*A. gossypii* ont évolué pour atteindre respectivement des maxima moyen de 9.499 et 15.640 pucerons par plante

en mi juin. Dans ces compartiments, nous avons remarqué, qu'à partir de fin mai, les coccinelles ont donné une descendance qui a relativement contribué à la réduction de l'évolution des populations d'*A. gossypii*. En effet, les 1ères larves de coccinelles sont apparues sur concombre en début de la 3ème décade de mai (fig. 7). Au delà de cette période, l'effectif des larves et adultes de coccinelles sur les plantes a augmenté entre fin mai et début juin pour atteindre respectivement des maxima moyen par plante de sept

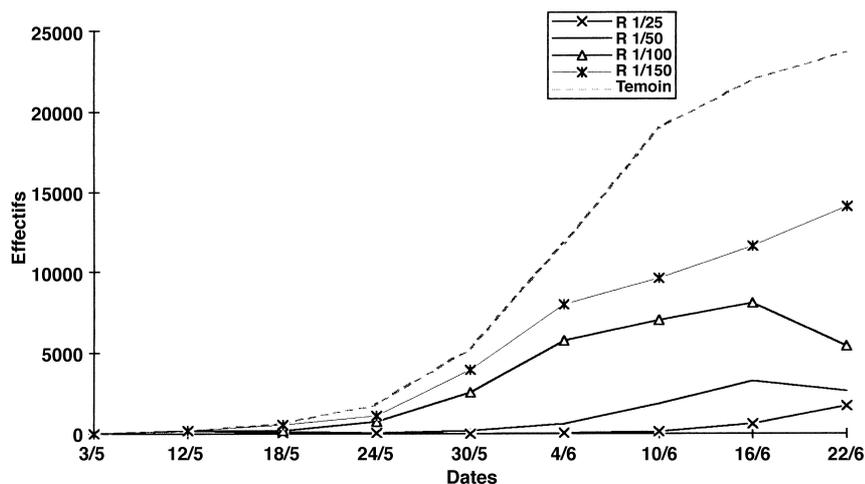


Fig. 8. Evolution de l'effectif moyen par plante des populations d'*A. gossypii* (infestations lors des traitements: 200 pucerons par plante)

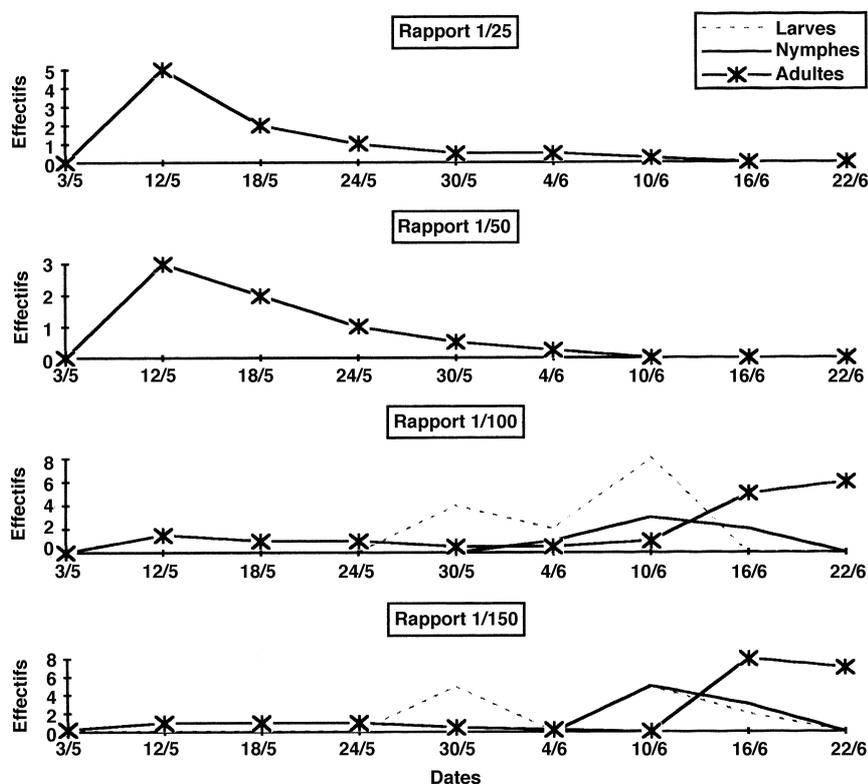


Fig. 9. Evolution, à la densité moyenne lors de lâcher de 200 pucerons par plante, de l'effectif moyen par plante des différents stades d'*H. variegata*

larves et trois adultes dans les compartiments traités au rapport 1/100, 11 larves et 4 adultes au rapport 1/150 (fig. 7).

Densité initiale moyenne de pucerons lors des lâchers: 200 pucerons/plante. Sur le témoin, les populations d'*A. gossypii* ont évolué jusqu'à un maximum de 23.664 pucerons/plante noté à la deuxième décennie de juin (fig. 8). Dans les compartiments traités aux rapports 1/25 et 1/50, les coccinelles ont pu maintenir les populations de pucerons à un niveau très bas et ceci jusqu'au début juin. Au delà de cette période, nous n'avons plus rencontré de coccinelles dans les compartiments ce qui a favorisé l'évolution des populations d'*A. gossypii*. En effet, l'effectif moyen par plante des populations de ce ravageur a atteint, à la deuxième décennie de juin, des maxima de 1.760 pucerons au rapport 1/25, et 3.255 pucerons au rapport 1/50 (fig. 8).

Dans les compartiments traités aux rapports 1/100 et 1/150, les populations d'*A. gossypii* ont évolué pour atteindre respectivement des maxima moyen par plante de 8.071 et 14.060 à la deuxième décennie de juin (fig. 8). Cette différence d'évolution des populations d'*A. gossypii* entre les compartiments traités aux rapports 1/100, 1/150 et le témoin est liée à l'action des coccinelles lâchées et de leurs descendances. En effet, les 1ères larves de coccinelles sont apparues dans ces compartiments traités en fin mai (fig. 9). Au delà de cette période, l'effectif moyen par plante des larves et adultes de coccinelles a évolué pour atteindre, en mi juin, des maxima respectifs de huit larves et cinq

adultes dans les compartiments traités au rapport 1/100, et cinq larves et huit adultes dans ceux traités au rapport 1/150 (fig. 9).

Il s'avère ainsi d'après ces essais de traitements par lâchers d'adultes que, les coccinelles n'ont donné une descendance que dans les compartiments traités aux rapports 1/100 et 1/150, et ceci uniquement lorsque l'effectif moyen de pucerons par plante est important. Ceci rejoint les résultats obtenus en cas de traitements par les larves. Ainsi, les faibles effectifs des populations de pucerons ne déclenchent pas la ponte et par la suite la sédentarisation des coccinelles dans les compartiments.

Notons également que, du point de vue pratique, l'action de la descendance issues des coccinelles lâchées n'est pas efficace en raison de son apparition tardive d'une part, et de l'importance des populations d'*A. gossypii* d'autre part.

#### 4 Discussion

Il s'avère d'après cette étude que la température a une grande influence sur le développement et la voracité d'*H. variegata*. En effet, la vitesse de développement est proportionnel à l'augmentation de la température. Le seuil thermique de développement de cette espèce est de 11,22°C.

Les différents stades d'*H. variegata* manifestent une grande voracité à des températures voisines de 26°C. Ceux ci consomment d'autant plus d'individus de 1er et 2ème stade que d'individus de 3ème et 4ème

stade. Par exemple, à 26°C, la consommation moyenne journalière d'un adulte d'*H. variegata* est de 160 1112 contre 1391314. Cette voracité est importante comparativement à d'autres espèces de coccinelles. Ainsi, ZHANG (1985) a montré, qu' au laboratoire, un adulte de *Scymnus hoffmani* consomme approximativement 25 *A. gossypii* par jour et une larve de cette coccinelle consomme un total de 58 *A. gossypii* durant son développement.

Pour ce qui est des possibilités d'utilisation d' *H. variegata* pour limiter les populations d'*A. gossypii* sous serre de concombre, Il s'avère que la densité de proies a une grande influence sur l'activité prédatrice, la fécondité et la sédentarisation des coccinelles étudiées. Ainsi, en cas de traitements par lâchers de larves, ces derniers n'ont été réellement efficace qu'au rapport 1/5. L'efficacité de ces larves était plus importante à la densité moyenne par plante lors du lâcher de 200 pucerons. En cas de traitement par les adultes, et pour une densité moyenne par plante de 100 pucerons, les coccinelles n'ont été réellement efficace qu'au rapport 1/25. Cependant, pour la densité moyenne de proies de 200 pucerons/plante, les coccinelles ont bien contrôlé les populations de pucerons même au rapport 1/50. Ceci montre que, contrairement aux densités de proies élevées au moment des lâchers, une densité faible de proies semble réduire l'activité de recherche des pucerons chez les coccinelles. Ce phénomène augmente les chances de perte des coccinelles et favorise une évolution des populations de pucerons. Ce résultat obtenu après lâchers des adultes à la densité moyenne de 200 pucerons par plante étant satisfaisant comparativement à d'autres espèces de coccinelles et de pucerons. ERSHOVA (1978) a montré que les lâchers des adultes de la coccinelle *Propylea 14-punctata* L. sous serres de 25 m<sup>2</sup> pour un nombre initial de *Myzodes persicae* Sulz de 200 femelles par plante et avec une proportion prédateurs/proies de 1/25, ont permis de maintenir les populations du ravageur à un niveau satisfaisant pendant 1,5 mois.

Dans les compartiments traités par les larves au rapport 1/10 et ceux traités par les adultes aux rapports 1/100 et 1/150, la limitation des populations d'*A. gossypii* est liée à l'action des coccinelles lâchés ainsi qu'à leur descendance. Cependant, dans ces compartiments, les coccinelles n'ont donné une descendance que lorsque l'effectif moyen de pucerons par plante est élevé ce qui a réduit l'influence de cette descendance sur les populations d'*A. gossypii*.

Dans les compartiments traités par les larves au rapport 1/5, et ceux traités par les adultes aux rapports 1/25 et 1/50, la limitation des populations d' *A. gossypii*, est due principalement aux coccinelles lâchés et non pas à leurs descendances. Ceci est lié aux faibles niveaux des populations qui n'ont pas favorisé la ponte des coccinelles. En effet, IPERTI (1978) a signalé que, pour se reproduire, les adultes de coccinelles exigent une abondante nourriture. Les mêmes remarques ont été faites par KAWAUCHI (1987) dans ses études sur la prédation d'*A. gossypii* par la coccinelle *Scymnus hoffmani*.

Cependant, malgré cette importante capacité de limitation des populations d'*A. gossypii* par *H. varie-*

*gata*, il serait intéressant d'approfondir les recherches sur d'autres aspects biologiques de cette espèce tels que sa fécondité, ses conditions d'élevage massif afin de mieux l'utiliser comme agent biologique de lutte contre ce puceron des cultures maraîchères. De même, Il est nécessaire de chercher les conditions qui favorisent une ponte précoce de cette coccinelle, et d'améliorer son activité prédatrice et sa sédentarisation sous serres. Il serait aussi utile de tester les potentialités d'autres espèces de coccinelles présentant des caractéristiques biologiques intéressantes (grande voracité, fécondité, etc...) et de chercher d'autres insectes aphidiphages dont l'utilisation sous serre serait efficace contre *A. gossypii*.

### Résumé

Des travaux entrepris au laboratoire ont montré que la température a une grande influence sur le développement et la voracité d'*Hippodamia variegata* Goeze. L'optimum thermique de développement et de voracité de cette coccinelle est voisin de 26°C et le seuil thermique de son développement est de 11,22°C. Pour ce qui est des possibilités de son utilisation sous serres de concombre contre le puceron *Aphis gossypii* Glov., les lâchers de larves et d'adultes ont donné des résultats satisfaisants. Le degré d'efficacité de cette coccinelle est fonction du rapport prédateurs/proies et du niveau des populations de pucerons lors des lâchers des coccinelles. Nous avons également montré l'influence de la densité de proies sur la fécondité et la sédentarisation de cette coccinelle sous serres. Les caractéristiques biologiques et les potentialités de cette coccinelle sont discutées

### References

- BELIKOVA, E. V.; KOSAEV, E. M., 1985: The biology of the most important species of Coccinellidae and their role of controlling aphids in a cotton-lucerne rotation. *Izvestiya Akademii Nauk, Turkmenstei SSR, Biologicheskikh Nauk* **5**, 61-63.
- BONDARENKO, N. V.; MOISEEV, E. G., 1978: Predacious Cecidomyiid on cucumbers in glass-houses. *Zaschita Rast.* **2**, 30-31.
- BRUN, J., 1993: Lutte biologique en verger. *Harmonia axyridis* Pallas, nouveau prédateur exotique pour lutter contre les pullulations aphidiennes. *Infos Ctifl* no. 94.
- BRUN, J., 1994: *Harmonia axyridis* Pallas: un nouvel allié pour lutter contre les pullulations aphidiennes. *L'arboriculture fruitière* **478**, 17-19.
- CHAMBERS, R. J., 1986: Preliminary experiments on the potential of heverflies (Diptera: Syrphidae) for the control of aphids under glass. *Entomophaga* **31**, 197-204.
- CHAMBERS, R. J.; HELYER, N. L., 1988: Recent Research on Aphid Control under Glass. Institute Report for 1986-87. Littlehampton, UK: Glasshouse Crops Research Institute. 81-84.
- DELORME, R.; AUGÉ, D.; DETHNOD, M. T.; ZIRARI, A., 1993: Résistance d'*Aphis gossypii* Glov à divers produits insecticides en France. Dans: A.N.P.P Troisième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier 7-9 Décembre 1993. 779-787.
- ERSHOVA, N. I., 1978: Possibilités de l'utilisation des coccinelles en serres. Dans: Lutte biologiques contre les mala-

- dies des cultures légumières. Ed. by KICHINEV. (en Russe).
- EL HABI, M., 1992: Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* Glov (Homoptera: Aphididae) ravageur du cotonnier au Tadla. Thèse de Diplômes d'Etudes supérieures de 3ème cycle. Semlalia Marrakech: Faculté des Sciences.
- EL HABI, M.; EL JADD, L.; SEKKAT, A.; BOUMEZZOUGH, A., 1999a: Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* Glov (Homoptera: Aphididae) sur concombre sous serre en zone côtière marocaine. *Insect Sci. Applic* **19**, 17–22.
- EL HABI, M.; EL JADD, L.; SEKKAT, A.; BOUMEZZOUGH, A., 1999b: Lutte contre *Aphis gossypii* Glov (Homoptera: Aphididae) sur concombre sous serre par *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae). *Insect Sci. Applic* **19**, 57–63.
- FERRAN, A.; NICKMAN, H.; KABIRI, F.; PICART, J. L.; DE HERVE, C.; BRUN, J.; IPERTI, G.; LAPCHIN, L., 1995: *Harmonia axyridis* Pallas larvae (Col., Coccinellidae) against *Macrosiphum rosae* L. (Homoptera, Aphididae) on outdoor rose bushes. *J. Econ. Entomol.* **93**, 59–67.
- FURK, C.; POWELL, D. F.; HEYD, S., 1980: Pirimicarb resistance in the melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Plant Pathol.* **29**, 191–196.
- GRUNBERG, M.; ADAM, H.; WALTER, C.; HIRTS, W. F., 1988: Possibilities for using the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas for the biological control of aphids in crops under glass and plastic. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* **42**, 186–190.
- HALL, R. A.; BURGESS, H. D., 1979: Control of aphids in glass houses with the fungus *Verticillium lecanii*. *Ann. Appl. Biol.* **93**, 235–246.
- HAMALAINEN, M., 1980: Evaluation of two native coccinellids for aphid control in glass-houses. *Bull. O.I.L.B./S.R.O.P.* III **3**, 59–64.
- HELYER, N., 1993: *Verticillium lecanii* for control of aphids and thrips on cucumber. *Bull. OILB/SROP* **16**, 63–66.
- IPERTI, G., 1978: Comportement alimentaire des coccinelles. *Ann. Zoo. Ecol. Anm.* **10**, 405–406.
- KAWAUCHI, S. E., 1987: Effects of prey density on the consumption, development and survival of *Scymnus hoffmani*: (Coleoptera: Coccinellidae). *Kurume Univ. J.* **36(2)**, 151–155.
- LENFANT, C.; FALLEN, G., 1995: Stratégie de lutte intégrée sur melon sous abri dans le sud de la France. *Phytoma. La Défense Des Végétaux* **472**, 37–40.
- LYON, J. P., 1979: Lâchers expérimentaux de chrysopes et d'Hyménoptères parasites sur pucerons en serres d'aubergines. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* **11**, 51–65.
- MARKKULA, M.; TIITANEN, K., 1980: Biological control of pests in glass houses in Finland: the situation today and in the future. *Bull. O.I.L.B. / S.R.O.P.* III/3, 127–134.
- QUILICI, S., 1981: Etude biologique de *Propylea 14-punctata* L. (Col., Coccinellidae). Efficacité prédatrice comparée de trois types de coccinelles aphidiphages en lutte biologique contre les pucerons sous serre. Thèse 3ème cycle, Paris.
- QUILICI, C.; IPERTI, G.; RABASSE, J. M., 1985: Essais de lutte biologique en serre d'aubergine à l'aide d'un prédateur aphidiphage: *Propylea quatuordecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). *Frustula Entomologica, Nuova serie. VII – VIII (XX – XXI)*, 9–25.
- RABASSE, J. M., 1980: Implantation d'*Aphidius matricariae* dans les populations de *Myzus persicae* en culture d'aubergine sous serre. *Bull. O.I.L.B/ S.R.O.P.* III/3, 175–185.
- RABASSE, J. M.; LAFONT, J. P.; DELPUECH, I.; SILVIE, P., 1983: Progress in aphid control in protected crops. *Bull. O.I.L.B / S.R.O.P.* VI/3, 151–162.
- STARY, P.; MICHELINA, J. M.; MELIA, A., 1986: *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880), an exotic parasite of aphids and a biological control agent in Spain (Hym., Aphididae). *Graellsia* **41**, 131–135.
- TROUVE, C.; LEDEE, S.; BRUN, J.; FERRAN, A., 1996: Lutte biologique contre le puceron du houblon. *Phytoma. La défense des végétaux* **486**, 41–44.
- VAN SCHELT, J., 1994: The selection and utilisation of parasitoids for aphid control in glasshouses. *Proc. Exper. Appl. Entomol., Amsterdam* **5**, 13–22.
- YANG, T. H., 1985: Rearing and application of *Propylea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae) for controlling cotton aphid. *Natural Enemies of Insects* **7**, 137–142.
- ZHAE, D. X.; WANG, Z. W., 1987: Influence of temperature on the development of the coccinellid beetle, *Scymnus hoffmani* Weise. *Acta Entomologica Sinica* **30**, 47–54.
- ZHANG, G. Q., 1985: Studies on the control of cotton aphids by predators. *Insect Knowledge (Kunchong Zhischi)* **22**, 116–119.

**Authors' address:** Dr M. El HABI (corresponding author), Département des Sciences Biologiques et Agronomiques, Faculté des Sciences et Techniques, B.P 523 Béni, Mellal, Maroc