

L'élevage de deux coccinelles *Harmonia axyridis* et *Semiadalia undecimnotata* à l'aide d'oeufs d'*Anagasta kuehniella* tués aux rayons ultraviolets

H. Schanderl¹, A. Ferran² & V. Garcia¹

¹Université des Açores, Département de Biologie, rue de la Mère de Dieu, 9502 Ponta Delgada, Açores, Portugal; ²I.N.R.A., Station de Zoologie et de Lutte biologique, 37 Bd du Cap, 06602 Antibes, France

Accepted: August 18, 1988

Key words: *Coccinellidae*, *Harmonia axyridis*, *Semiadalia undecimnotata*, Aphids, *Acyrtosiphon pisum*, *Pyralidae*, *Anagasta kuehniella*, growth, reproduction, breeding, natural prey, unnatural prey

Résumé

Les coccinelles aphidiphages *Harmonia axyridis* Pallas et *Semiadalia undecimnotata* Schneider (*Coccinellidae*) ont été élevées pendant trois générations à l'aide d'oeufs d'*Anagasta kuehniella* Zell. (*Pyralidae*) tués par une exposition à un rayonnement ultraviolet. Chez la première espèce, cette proie de substitution présente une valeur alimentaire comparable si ce n'est pas supérieure à celle du puceron *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Ces résultats permettent d'envisager, dès à présent, une production massive dans ces conditions trophiques. La mise en place d'un élevage continu dépend de l'évolution sur un grand nombre de générations de certains paramètres biologiques notamment de la fertilité des femelles. Chez la seconde espèce, une telle application paraît impossible pour l'instant.

Introduction

L'utilisation des prédateurs, en particulier des coccinelles aphidiphages, en lutte biologique est envisagée sous forme de traitements inondatifs, c'est-à-dire de lâchers, en un laps de temps très court, d'un grand nombre d'individus. Par leur complexité, les techniques de production de ces auxiliaires constituent un des principaux obstacles à la mise en place de ces traitements biologiques. La simplification de leurs élevages peut être envisagée selon trois modalités: leur alimentation à l'aide de pucerson conservés sous différentes formes (Shands *et al.*, 1966; Smith, 1960 in Hodek, 1973), de proies de substitution (Davis & Kirkland, 1982; Hippa *et al.*, 1984; Nijima *et al.*, 1986; Risch *et al.*, 1982; Sundby, 1966) et de régimes artificiels (Atallah & Newson, 1966; Bain *et al.*, 1984;

Chen *et al.*, 1980; Kariluoto, 1980; Patnaik & Sahu, 1980; Racioppi *et al.*, 1981; Shands *et al.*, 1970; Tanaka & Maeta, 1965).

La présence à l'INRA d'Antibes d'une unité de production de la pyrale de la farine, *A. kuehniella* (Daumal *et al.*, 1975), nous a conduit à déterminer la valeur alimentaire des oeufs de cette proie pour deux coccinelles *H. axyridis* et *S. undecimnotata*. *H. axyridis*, espèce originaire d'Asie, est relativement polyphage. Sa production à l'aide de proies de substitution est possible: Okada (1971), Okada & Matsuka (1973) l'ont élevée pendant de nombreuses générations à l'aide de couvain d'abeille. En présence d'aliments synthétiques, la croissance ne dépasse pas le troisième stade larvaire (Nijima & Matsuka, 1986). *S. undecimnotata* est une coccinelle indigène et oligophage. Les oeufs frais d'*A. kuehniella* (Ipert &

Trepanier-Blais, 1972) et des aliments artificiels (Ferran & Laforge, 1975a, b) n'ont pas donné de résultats probants.

Matériels et méthodes

Les oeufs d'*A. kuehniella* qui sont prélevés dans l'unité de production, correspondent à un intervalle de ponte de 12 h. Ils sont immédiatement exposés pendant 25 min à un rayonnement ultra-violet (lampe germicide, 40W, distance 30 cm, longueur d'onde: 253,7 nm) puis sont conservés au froid (+ 5 °C) pendant 15 jours environ.

Le puceron, *A. pisum* utilisé pour l'expérimentation, est élevé sur *Pisum sativum* L. (cultivar: Nain volontaire, Clause) à 12 °C et L16:D8.

Pour chaque coccinelle, 60 à 80 jeunes larves issues des élevages de laboratoire, reçoivent dès leur naissance une ration pléthorique d'oeufs. Cette alimentation est renouvelée tous les deux jours jusqu'à l'obtention de nymphes. A partir des adultes (première génération: G1) qui en proviennent, 20 couples sont constitués. Ils reçoivent cette proie de substitution pendant la période de maturation sexuelle et les 15 premiers jours de la période de ponte. Ils sont ensuite nourris avec le puceron *A. pisum* pendant les 15 jours suivants. Ce retour à une proie naturelle constitue, en quelque sorte, un témoin supplémentaire.

Des pontes émises pendant la période d'alimentation à l'aide d'oeufs de la pyrale, sont prélevées au hasard et sont utilisées pour mettre en place, dans les mêmes conditions, une deuxième (G2) puis une troisième génération (G3).

Les expériences ont été réalisées à 25 °C (± 1 °C), L16:D8, dans des enceintes où l'humidité relative est stabilisée aux environs de 70% grâce à une solution saturée de chlorure de sodium (NaCl). Chaque larve et chaque couple sont maintenus en cage individuelle.

Certains paramètres biologiques de ces coccinelles, larves et adultes, sont comparés à ceux d'un lot témoin issue également des populations de laboratoire et recevant uniquement des pucerons: mortalité au cours de la vie embryonnaire (% d'éclosion des oeufs), mortalité durant la vie larvaire et im-

aginale (en % par rapport au nombre initial d'individus), durée (en jours) du développement larvaire et de la période de la maturation sexuelle, poids des adultes (en mg) et fréquence des femelles parmi les adultes issus de ces larves. L'aptitude reproductrice des adultes est appréciée notamment par le pourcentage de couples fertiles, par le nombre réel de jours de ponte au cours des 2 périodes alimentaires de 15 jours, par le fécondité et la fertilité des couples qui ont pondu.

Les résultats sont exprimés par la moyenne et l'intervalle de confiance au seuil de 5%. En plus des comparaisons des moyennes (test F et t), certains critères biologiques tels que la fécondité, le nombre effectif de jours de ponte et le pourcentage d'éclosion de oeufs sont soumis à une analyse multidimensionnelle (analyse multivariée, selon un modèle croisé) pour estimer leurs variations au cours des trois générations successives et en fonction de la nature de l'alimentation imaginale.

Résultats

Harmonia axyridis

Les larves élevées à l'aide oeufs d'*A. kuehniella* présentent des aptitudes biologiques tout à fait comparables à celles observées chez le témoin (nourriture aphidienne) (Tableau 1). Malgré le nombre élevé d'individus qui ont été mis en expérience, la plupart des paramètres enregistrés fluctuent notablement au cours des générations successives mais ces variations ne suivent pas un ordre chronologique.

Les mêmes remarques peuvent être faites chez les adultes en ce qui concerne la mortalité au cours de la période de maturation sexuelle et des quinze premiers jours de la période de ponte, la durée de la période de préoviposition et le pourcentage de couples fertiles (Tableau 2a).

L'alimentation à l'aide des oeufs d'*A. kuehniella* se traduit par rapport au lot témoin, par une stimulation très significative de la fécondité même si cette augmentation s'accompagne au cours des générations successives d'un accroissement de la variabilité individuelle. Cette stimulation de l'activité reproductrice peut être reliée à deux observations concernant

Tableau 1. *H. axyridis* et *S. undecimnotata*: Conséquences sur les larves de l'alimentation à l'aide des oeufs d'*A. kuehniella* tués par irradiation UV. – *Effects on the larvae of feeding with A. kuehniella* eggs killed by U.V. radiation

H. axyridis

| Alimentation | <i>Acyrtosiphon pisum</i> (témoin) | Oeufs d' <i>Anagasta kuehniella</i> | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| | | Génération 1 | Génération 2 | Génération 3 |
| N | 80 | 80 | 60 | 60 |
| Durée du développement pré-imaginal jours | 14,8 ± 0,1 | 14,1 ± 0,1 | 16,0 ± 0,1 | 15,9 ± 0,1 |
| Mortalité totale (%) | 11,4 | 2,6 | 11,7 | 4,7 |
| Fréquence des ♀♀ | 0,49 | 0,53 | 0,42 | 0,54 |
| Poids des adultes (mg) | | | | |
| 1. ♀♀ | 29,6 ± 0,9 | 26,8 ± 0,9 | 33,0 ± 1,1 | 28,7 ± 1,5 |
| 2. ♂♂ | 26,7 ± 1,0 | 24,4 ± 0,6 | 29,2 ± 0,6 | 26,7 ± 0,7 |

S. undecimnotata

| | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| N | 60 | 60 | 40 | 50 |
| Durée du développement pré-imaginal (jours) | 12,3 ± 0,1 | 15,1 ± 0,2 | 17,3 ± 0,2 | 22,3 ± 0,7 |
| Mortalité totale | 6,0 | 16,8 | 45,2 | 51,0 |
| Fréquence des ♀♀ (%) | 0,49 | 0,46 | 0,50 | 0,60 |
| Poids des adultes (mg) | | | | |
| 1. ♀♀ | 29,1 ± 0,7 | 23,4 ± 0,8 | 23,6 ± 1,0 | 19,7 ± 1,0 |
| 2. ♂♂ | 25,7 ± 0,5 | 20,2 ± 0,6 | 20,6 ± 1,1 | 17,6 ± 1,0 |

le rythme et l'intensité de la ponte. Au cours des 15 jours de reproduction, les femelles ne pondent pas nécessairement avec une périodicité de 24 h. Le nombre effectif de jours de ponte augmente très significativement ($F=5,51$) par rapport au témoin chez les adultes qui reçoivent les oeufs d'*A. kuehniella* mais ne semble pas dépendre de la génération considérée ($F=1,13$).

Cette coccinelle émet des pontes de taille très variable, le nombre d'oeufs par ponte étant compris entre 1 et 60 environ. Les pontes des couples témoins et des couples de chaque génération ont été réparties en 6 classes en fonction du nombre d'oeufs qu'elles contiennent (Fig. 1). La fréquence des pontes dans ces différentes classes est fonction de l'alimentation imaginaire ($\chi^2 = 66,9$). Par rapport aux pucerons, les oeufs d'*A. kuehniella* provoquent une diminution du nombre des pontes contenant moins de 10 oeufs et une augmentation du nombre des pontes contenant de 11 à 40 oeufs.

Considérée isolément, la fertilité moyenne par femelle n'est pas significativement différente ($F=0,32$) de celle observée dans le lot témoin. En fait, cette stabilité de la production larvaire au cours des générations est la résultante de deux effets contraires de cette proie de substitution sur le potentiel reproducteur des adultes. Le premier est l'accroissement de la fécondité signalé précédemment. Le second réside dans une diminution effective de la fertilité des oeufs dont l'existence est confirmée par les valeurs du pourcentage d'éclosion (Tableau 2a).

Chez les témoins, la fertilité des oeufs croît très nettement en fonction de la taille de la ponte à laquelle ils appartiennent (Fig. 2). Il en est de même pour le descendance des couples qui sont nourris à l'aide de la proie de substitution mais les pourcentages d'éclosion enregistrés restent inférieurs à ceux observés chez les témoins en particulier dans les classes de taille intermédiaires (10 à 20, 21 à 30 oeufs).

Tableau 2. *H. axyridis*: Conséquences sur les adultes des conditions trophiques d'élevage (les oeufs d'*A. kuehniella* tués par irradiation U.V. puis le puceron *A. pisum*). *Effects on adults of trophic conditions of their rearing (A. kuehniella eggs killed by U.V. radiations, then aphid A. pisum)*

a. *Alimentation avec A. kuehniella pendant la maturation sexuelle et les 15 premiers jours de la reproduction.*

| | <i>Acyrtosiphon pisum</i> (témoin) | Oeufs d' <i>Anagsta kuehniella</i> | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| | | Génération 1 | Génération 2 | Génération 3 |
| N | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Mortalité (%) | 15 | 0 | 0 | 10 |
| Durée de la maturation sexuelle (jours) | 9,8 ± 1,3 | 9,6 ± 0,9 | 7,7 ± 0,8 | 10,9 ± 1,8 |
| Couples fertiles (%) | 80 | 85 | 80 | 72,2 |
| Nombre effectif de jours de ponte | 10,8 ± 1,3 | 14,4 ± 0,4 | 13,3 ± 0,3 | 13,2 ± 1,8 |
| Fécondité totale (oeufs/♀) | 227 ± 68 | 522 ± 86 | 494 ± 94 | 387 ± 101 |
| Fécondité (/♀/j) | 22,7 ± 4,1 | 38,6 ± 4,8 | 40,9 ± 4,6 | 34,2 ± 4,7 |
| Fertilité total (larves/♀) | 164,2 ± 59 | 189,2 ± 68,6 | 164,2 ± 56,6 | 179,7 ± 67,9 |
| Fertilité (/♀/j) | 13,3 ± 4,1 | 13,1 ± 4,8 | 12,0 ± 4,1 | 12,9 ± 4,9 |
| Eclosion des oeufs (%) | 73,3 ± 9,4 | 36,3 ± 9,4 | 35,2 ± 8,4 | 50,7 ± 9,4 |

b. *Alimentation sur pucerson (A. pisum) les 15 jours suivants*

| | | | | |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Mortalité (%) | 26,3 | 5,0 | 15,0 | 5,5 |
| Couples fertiles (%) | 71,4 | 85 | 88,2 | 76,5 |
| Nombre effectif de jours de ponte | 01,3 ± 2,4 | 12,7 ± 1,7 | 10,2 ± 1,6 | 13,4 ± 1,2 |
| Fécondité totale (oeufs/♀) | 297 ± 116 | 446 ± 74 | 451 ± 111 | 542 ± 87 |
| Fécondité (/♀/j) | 31,5 ± 4,7 | 38,8 ± 4,3 | 46,1 ± 9,0 | 42,0 ± 4,8 |
| Fertilité totale (larves/♀) | 218 ± 93 | 183 ± 60 | 229 ± 84 | 348 ± 113 |
| Fertilité (/♀/j) | 20,9 ± 6,4 | 15,3 ± 4,6 | 19,7 ± 6,5 | 25,0 ± 7,2 |
| Eclosion des oeufs (%) | 73,7 ± 6,8 | 42,4 ± 8,3 | 50,0 ± 9,9 | 63,2 ± 5,1 |

Après le changement de proie, c'est-à-dire le remplacement des oeufs d'*A. kuehniella* par le puceron *A. pisum*, la mortalité et le pourcentage de couples fertiles demeurent pratiquement inchangés (Tableau 2b). Il en est de même pour la fécondité si l'on tient compte du fait que, chez les témoins, ce paramètre biologique est plus élevé au cours de la deuxième quinzaine de la période de reproduction. Ce changement de régime alimentaire semble toutefois provoquer des modifications plus fines du potentiel reproducteur dont la confirmation nécessiterait le contrôle d'un plus grand nombre de couples. Ainsi, après le passage à une nourriture aphidienne, le nombre de pontes contenant de 40 à 60 oeufs paraît croître (Fig. 1, $\chi^2 = 57,4$) et le rythme quotidien de ponte semble présenter de modifications temporaires. Pour mettre en évidence ces fluctuations (Fig. 3), les valeurs de la ponte journalière ont été regroupées de sorte que la différence entre 2 séries

consécutives dans le temps soit significativement différente et que l'intervalle de confiance de leur moyenne respective soit de l'ordre de 10%. Le rythme de ponte est alors transformé en une succession de segments dont la longueur dépend du nombre de jours pris en compte et dont l'ordonnée correspond à la moyenne. Chez le témoin, après une augmentation de la ponte qui dure 9 jours, la fécondité demeure stable. Chez les adultes G1, 4 niveaux de ponte se succèdent avec notamment une intensité élevée dès le premier jour de la période de reproduction (proie de substitution) et un minimum très éphémère le premier jour du changement de nourriture. Chez les adultes G2 et G3, la ponte atteint un niveau élevé dès le troisième jour et le passage à une alimentation aphidienne se traduit immédiatement par une augmentation momentanée (6 jours environ) de la fécondité quotidienne.

Le retour à une nourriture aphidienne se traduit

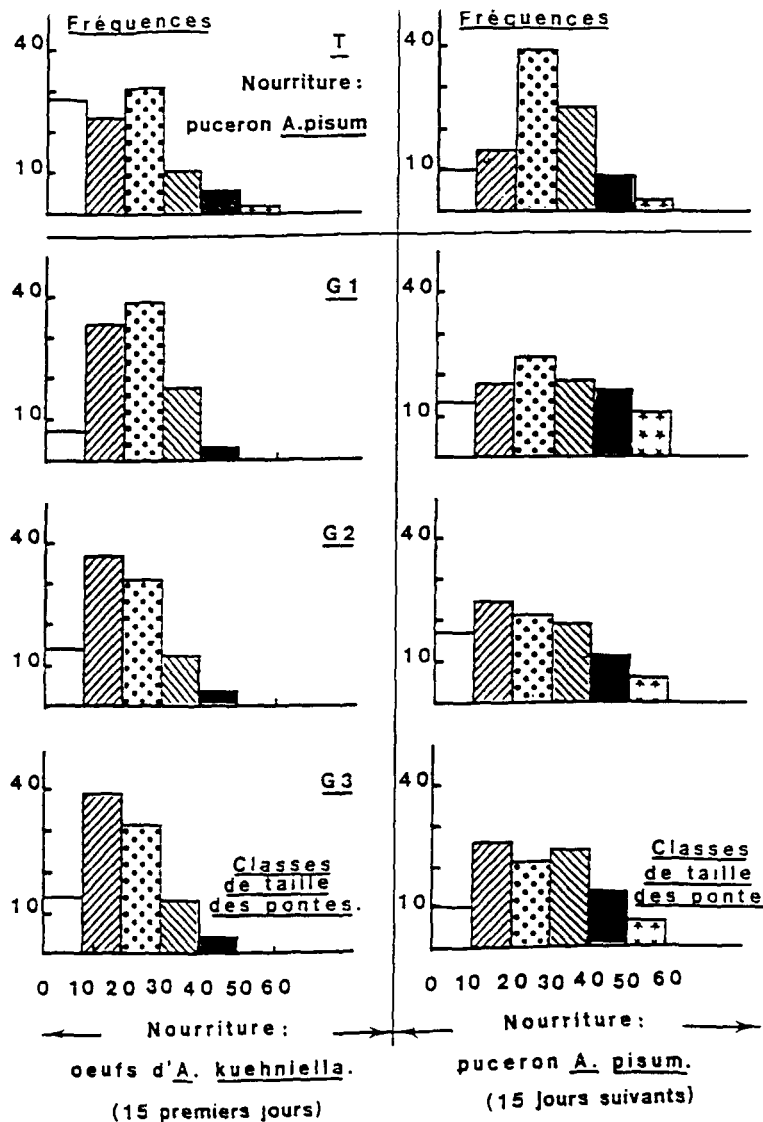


Fig. 1. *H. axyridis* – Répartition des pontes en fonction du nombre d'oeufs qu'elles contiennent (T: témoin, G1, G2 et G3: Générations).
 Frequency distributions of egg-clusters according to their size (T: control; G1, G2 and G3: generations).

globalement par une amélioration de la fertilité, en particulier à l'issue des deux dernières générations (Tableau 2a, b).

L'analyse multidimensionnelle confirme l'ensemble des résultats précédents. La fécondité totale (fec.), la fertilité (fer., en %) et le nombre de jours de ponte (Np.) suivent une distribution normale, varient au sein des 4 lots constitués par le témoin et les trois générations successives (fec., $F=10,6$, fer., $F=4,6$, Np., $F=5,2$) et sont peu dépendants de la nature de la proie (fec., $F=0,55$, fer., $F=3,5$, Np.,

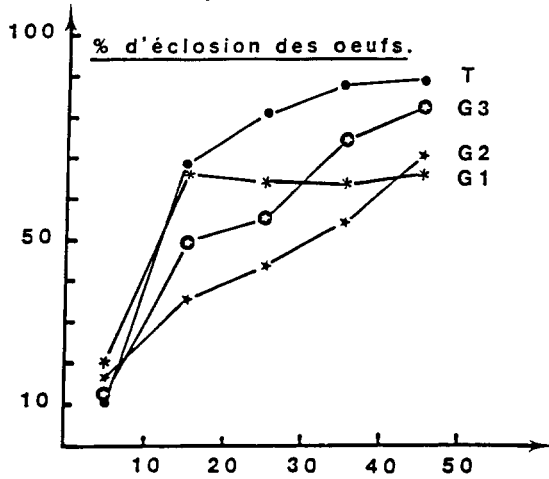
$F=3,7$). Cette analyse permet de remplacer ces trois paramètres biologiques par une combinaison dont la projection sur le premier axe canonique obéit à la relation:

$$Y=0,0004 \text{ fec.} - 0,0022 \text{ Np.} - 0,0018 \text{ fer.} \text{ (Fig. 4)}$$

dans laquelle les coefficients sont les vecteurs propres de ces trois variables biologiques. Cette combinaison peut être considérée comme une expression simplifiée du potentiel reproducteur d'*H.*

Alimentation: Oeufs d'*A. kuehniella*

(15 premiers jours)

Alimentation: Puceron *A. pisum*

(15 jours suivants)

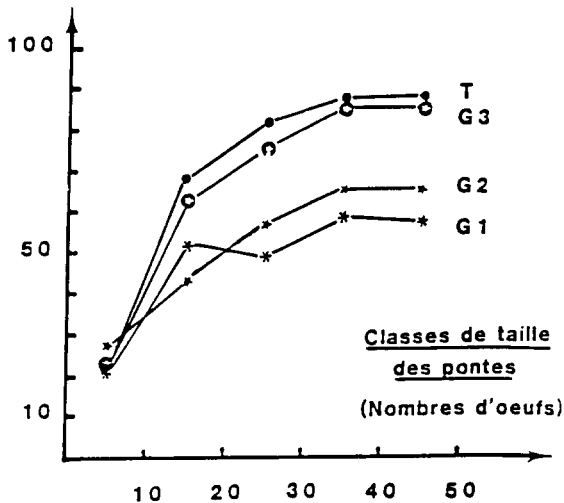


Fig. 2. *H. axyridis* - Variation de la fertilité des oeufs en fonction de la taille des pontes auxquelles ils appartiennent (résultats sur l'ensemble des pontes de tous les couples. T: témoin; G1, G2 et G3: générations).

Change in egg fertility according to the size of the eggclusters (Results issued from all eggs-clusters layed by all females - T: Control, G1, G2 and G3: generations).

axyridis dans ces conditions expérimentales.

S. undecimnotata

Contrairement aux observations faites chez *H. ax-*

yridis l'élevage des larves de *S. undecimnotata* à l'aide de cette proie de substitution se traduit par une augmentation de la mortalité, un allongement du développement et une diminution très nette du poids des adultes à la naissance (Tableau 1).

Chez les adultes de la première génération (G1), tous les paramètres biologiques étudiés, notamment ceux liés à la reproduction, sont profondément affectés par cette proie de substitution (Tableau 3). Par la suite (en G2 et G3), il s'améliorent sans atteindre toutefois les valeurs correspondantes des témoins.

Le retour à une alimentation aphidienne se traduit par la stabilisation ou l'accentuation des préjudices subis par les adultes lors de la période précédente (Tableau 3). Les pourcentages de couples fertiles (G2 et G3), la fécondité et la fertilité paraissent peu modifiées par le changement de nourriture. Par contre la mortalité augmente en particulier au cours de la G3.

Dans l'analyse multidimensionnelle, pour tenir compte de la mortalité qui affecte les adultes de *S. undecimnotata*, la fécondité, la fertilité et le nombre de jours de ponte ont été exprimés par la moyenne journalière. Ces trois paramètres biologiques varient en fonction du lot témoin et des générations successives (fec., F=21,0, fer., F=22,4 et Np., F=19,2). Le changement de proies affecte uniquement le nombre de jours de ponte (fec., F=0,31, fer., F=0,44 et Np., F=7,18). La combinaison entre ces trois variables correspond à la relation:

$$Y = 0,008 \text{ fec.} + 0,1145 \text{ Np.} + 0,097 \text{ fer.}$$

Elle témoigne (Fig. 4) de l'amélioration du potentiel reproducteur de cette coccinelle à partir de la deuxième génération.

Conclusions

La valeur alimentaire des oeufs d'*A. kuehniella* tués par une exposition préalable à un rayonnement ultra-violet dépend de la coccinelle considérée et peut être rapprochée de sa polyphagie naturelle même si son origine comportementale et métabolique n'est pas connue. Dans le groupe des coccinelles aphidiphages, *H. axyridis* paraît être une es-

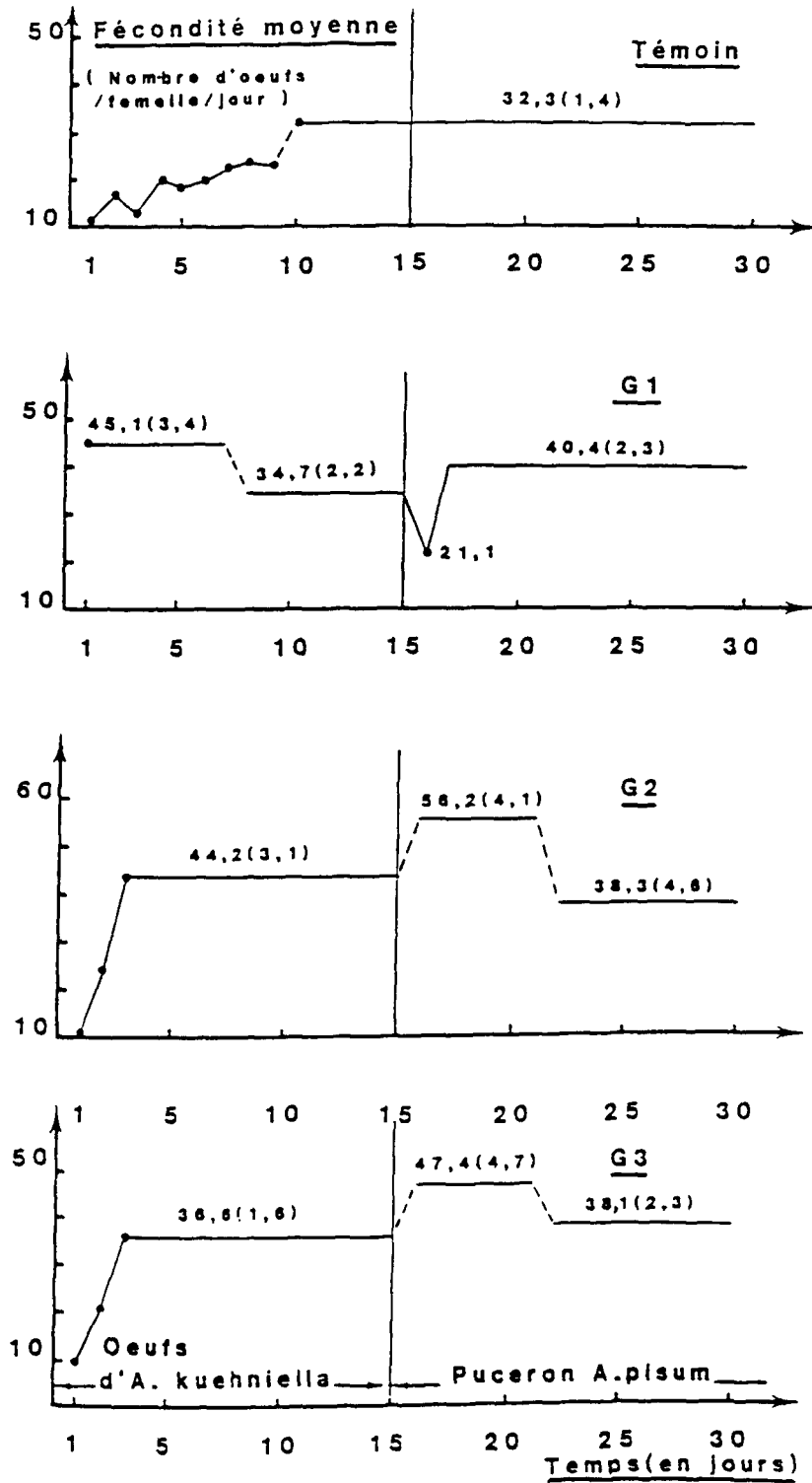


Fig. 3. *H. axyridis*. Représentation schématique de la ponte quotidienne (en nombre, la fécondité moyenne et son intervalle de confiance au seuil 5%).

Schematic drawing of the daily egg-laying (in numbers, average fecundity/ ♀♀/day at a range of 95% confidence limits).

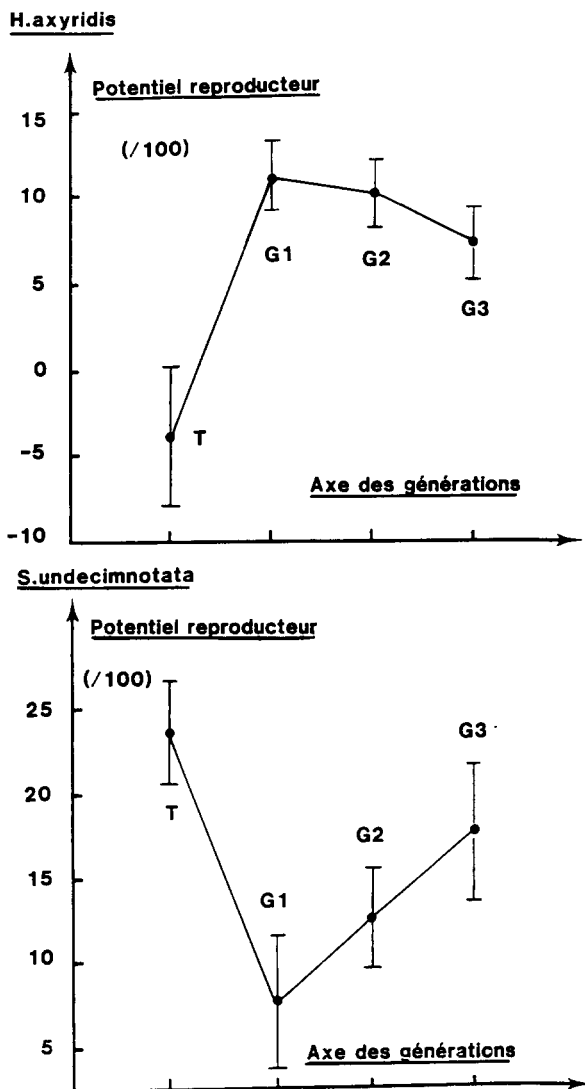


Fig. 4. *H. axyridis* et *S. undecimnotata*. Variation du potentiel reproducteur en fonction des générations successives (T: témoin; G1, G2 et G3: générations).

Variation in the reproductive potentialities according to the successive generations (T: control; G1, G2 and G3: generations).

pèce assez exceptionnelle (travaux japonais) car, en général, les proies de substitution se traduisent par une plus grande mortalité des larves et une réduction très nette des aptitudes reproductrices.

Dans ce travail, cette coccinelle donne de bien meilleurs résultats que *S. undecimnotata*, qui est plus strictement inféodée aux pucerons (Iperti, 1965).

Pour *H. axyridis*, les principales caractéristiques

du développement larvaire restant comparables à celles observées en présence d'une nourriture aphidienne (*A. pisum*). Chez l'adulte, cette proie de substitution se traduit essentiellement par une augmentation très significative de la fécondité et une diminution de la fertilité. De ces deux effets antagonistes résulte toutefois une production de larves sensiblement égale à celle observée chez les témoins qui reçoivent des pucerons en permanence.

Chez *S. undecimnotata*, les aptitudes biologiques des larves et des adultes, notamment la survie, la fécondité et la fertilité sont très nettement diminuées. La production de larves reste très inférieure à celle des témoins.

L'évolution au cours des générations successives du potentiel reproducteur confirme les effets opposés des oeufs d'*A. kuehniella* sur ces deux coccinelles. Chez *H. axyridis*, il augmente en G1 (première génération) se stabilise en G2 et amorce une légère décroissance en G3 bien qu'il reste nettement supérieur à celui des témoins. Chez *S. undecimnotata*, il chute en G1, augmente en G2 et G3 pour atteindre des valeurs qui ne sont pas très éloignées de celle du témoin.

D'un point de vue pratique, les résultats obtenus au niveau des larves et des adultes d'*H. axyridis* permettent de mettre en place dès à présent une production massive temporaire basée sur cette proie de substitution. Son élevage permanent dans ces conditions trophiques est très sérieusement envisageable mais nécessite encore de préciser l'évolution de la fécondité et de la fertilité sur un grand nombre de générations.

Cette possibilité paraît compromise chez *S. undecimnotata*, en raison tout particulièrement de la mortalité larvaire. Chez les adultes, les effets néfastes de cet aliment semblent s'amenuiser dès la troisième génération. Cette observation n'est pas sans rappeler l'adaptation progressive des adultes de cette espèce aux oeufs vivants d'*A. kuehniella* qui a été mise en évidence par Iperti & Trépanier-Blais (1972).

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère gratitude à Mlle J. Daumal (INRA, Antibes) qui a fourni les oeufs

Tableau 3. *S. undecimnotata*: Conséquences sur les adultes des conditions trophiques d'élevage (les oeufs d'*A. kuehniella* tués par irradiation UV, puis le puceron *A. pisum*). Effects on adults of trophic conditions of their rearing (*A. kuehniella* eggs killed by U.V. radiations, then aphid *A. pisum*)

a. Alimentation avec *A. kuehniella* pendant la maturation sexuelle et les 15 premiers jours de la reproduction.

| | <i>Acyrtosiphon pisum</i> (témoin) | Oeufs d' <i>Anagasta kuehniella</i> | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| | | Génération 1 | Génération 2 | Génération 3 |
| N | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Mortalité (%) | 0 | 25,0 | 10,0 | 15,0 |
| Durée de la maturation sexuelle (jours) | 6,9 ± 0,6 | 19,9 ± 6,3 | 6,6 ± 0,6 | 7,8 ± 0,7 |
| Couples fertiles (%) | 100,0 | 55, | 60,0 | 55,0 |
| Nombre effectif de jours de ponte | 12,3 ± 1,2 | 8,4 ± 2,9 | 10,1 ± 2,2 | 11,2 ± 1,8 |
| Fécondité totale (oeufs/♀) | 306 ± 43 | 128 ± 55 | 167 ± 91 | 206 ± 51 |
| Fécondité (/♀/j) | 20,4 ± 2,8 | 8,6 ± 3,7 | 11,1 ± 4,0 | 13,8 ± 3,4 |
| Fertilité totale (larves/♀) | 217 ± 32 | 56 ± 26 | 91 ± 50 | 109 ± 52 |
| Fertilité (/♀/j) | 14,5 ± 2,1 | 3,7 ± 1,7 | 6,1 ± 3,3 | 7,3 ± 3,5 |
| Eclosion des oeufs (%) | 71,6 ± 3,5 | 44,0 ± 8,9 | 56,7 ± 13,7 | 52,8 ± 13,3 |

b. Alimentation sur puceron (*A. pisum*) les 15 jours suivants

| | | | | |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------|
| Mortalité (%) | 26,1 | 40,0 | 16,7 | 94,1 |
| Couples fertiles (%) | 95,6 | 26,7 | 55,5 | 64,7 |
| Nombre effectif de jours de ponte | 13,1 ± 1,3 | 4,0 ± 3,4 | 9,2 ± 1,4 | - |
| Fécondité totale (oeufs/♀) | 308 ± 58 | 100 ± 87 | 158 ± 40 | - |
| Fécondité (/♀/j) | 20,5 ± 3,9 | 6,7 ± 5,8 | 14,8 ± 4,7 | - |
| Fertilité totale (larves/♀) | 226 ± 45 | 59 ± 51 | 53 ± 26 | - |
| Fertilité (/♀/j) | 14,4 ± 3,1 | 3,9 ± 3,4 | 10,5 ± 4,2 | - |
| Eclosion des oeufs (%) | 70,8 ± 6,4 | 59,1 ± 6,6 | 34,6 ± 9,5 | - |

d'*A. kuehniella* et à Mme J. Onillon pour sa participation aux analyses statistiques.

Summary

Rearing two coccinellids, Harmonia axyridis and Semiadalia undecimnotata on eggs of Anagasta kuehniella killed by exposure to U.V. radiation

Aphidophagous coccinellids *Harmonia axyridis* and *Semiadalia undecimnotata* were reared on eggs of the pyralid moth, *Anagasta kuehniella* during three generations previously killed by exposure to ultra violet radiation. Incidentally, these eggs are used for the mass production of *Trichogramma*. For *H. axyridis* larvae, this prey has the same nutritional value as the aphid *Acyrtosiphon pisum* (control).

In adults, it causes an increase in reproductive activity which persisted during three generations. Decreased egg fertility is compensated for by stimulated oviposition. However, regardless of generations, the number of larvae produced per female per day remained equal to or became larger than the control. When the adults are transferred to aphid prey after 15 days of oviposition on the substitution food, a high level of fecundity is maintained and egg fertility improved, particularly during the last two generations. In *S. undecimnotata*, a specific aphid predator, preying on substitute prey is associated with prolonged pre-imaginal development and increased mortality, the latter affecting up to 50% of the larvae during the third generation. In adults, it induces a deterioration of the reproductive capacities (fecundity, fertility) which however seemed to improve during the third generation. Substitute prey

has negative effect on these adults. At present, only *H. axyridis* might be considered for temporary mass production, as suggested by the results obtained at the end of the first generation.

References

- Atallah, Y. H. & L. D. Newson, 1966. Ecological et nutritional studies on *Coleomegilla maculata* de Geer (Col., Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and a laboratory rearing technique. *J. econ. Ent.* 59: 1173–1179.
- Bain, J., P. Singh, M. D. Ashby & R. J. Van Boven, 1984. Laboratory rearing of the predatory coccinellid *Cleobora mellyi* (Col., Coccinellidae) for biological control of *Paropsis charaybdis* (Col., Chrysomelidae) in New Zealand. *Entomophaga* 29: 237–244.
- Chen, Z. H., E. Y. Chen & F. S. Yam, 1980. Effects of diets on the feeding and reproduction of *Coccinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae). *Acta. Entomol. Sinica* 23: 141–148.
- Daumal, J., J. Voegelé & P. Brun, 1975. Les trichogrammes. II. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution *Anagasta kuehniella* Zell. (Lep., Pyralidae). *Ann. Zool. Ecol. anim.* 7: 45–59.
- Davis, J. R. & R. L. Kirkland, 1982. Physiological and environmental factors related to the dispersal flight of the convergent lady beetle, *Hippodamia convergens* (Guerin – Meneville). *J. Kans. entomol. Soc.* 55: 187–196.
- Ferran, A. & J. P. Laforge, 1975a. L'alimentation artificielle des larves de la coccinelle *Adonia 11 notata* Schn. (Col., Coccinellidae): Etudes préliminaires sur le rôle d'une fraction azotée complexe et d'un mélange d'acides aminés. *Ann. Zool. Ecol. anim.* 7: 1–12.
- Ferran, A. & J. P. Laforge, 1975b. L'alimentation artificielle des larves de la coccinelle *Adonia 11 notata* Schn. (Col. Coccinellidae) Influence de différents aliments azotés sur le développement post-embryonnaire. *Ann. Zool. Ecol. anim.* 7: 311–319.
- Hippa, H., S. Koponen & R. Roine, 1984. Larval growth of *Coccinella hieroglyphica* (Col., Coccinellidae) fed on aphids and preimaginal stages of *Galerucella sagittariae* (Col., Chrysomelidae). *Rep. Kevo Subarct. Res. Stn.* 19: 67–70.
- Hodek, I. 1973. *Biology of Coccinellidae*. Dr W. Junk, The Hague, 260 pp.
- Iperti, G., 1965. Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes-maritimes et des Basses-Alpes. *Entomophaga* 10: 159–178.
- Iperti, G. & N. Trepanier-Blais, 1972. Valeur alimentaire des oeufs d'*Anagasta kuehniella* Z. (Lep., Pyralidae) pour une coccinelle aphidiphage: *Adonia 11 notata* Schn. (Col., Coccinellidae). *Entomophaga* 17: 437–441.
- Kariluoto, T., 1980. Survival and fecundity of *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae) and some other predatory insect species on artificial diet and natural prey. *Ann. Entomol. Fenn.* 46: 101–104.
- Niijima, K., M. Matsuka & I. Okada, 1986. Artificial diets for an aphidophagous coccinellid, *Harmonia axyridis*, and its nutrition (minireview). *Proc. II Symp. Ecol. Aphidophaga, Zvikovske podhradi*, 1984, Dr W. Junk, Dodrecht, 37–50.
- Okada, I., 1971. An artificial rearing of *Harmonia axyridis* Pallas using diet of larvae and pupae of the worker honeybee. *Collecting and Breeding* 33: 229–235.
- Okada, I. & M. Matsuka, 1973. Artificial rearing of *Harmonia axyridis* on pulverized drone honey bee brood. *Environ. Entomol.* 2: 301–302.
- Patnaik, N. C. & D. C. Sahu, 1980. Influence of aphid host and certain artificial diets on ovipositional response and longevity of lady bird beetle, *Menochilus sexmaculata* Fabr. (Col. Coccinellidae). *Science & Culture* 46: 103–105.
- Racioppi, J. V., R. L. Burton & R. Eikenbary, 1981. The effects of various oligidic synthetic diets on the growth of *Hippodamia convergens*. *Ent. exp. & appl.* 30: 68–72.
- Risch, S. J., R. Wrubel & D. Andow, 1982. Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. *Environ. Entomol.* 11: 949–950.
- Shands, W. A., M. K. Shands & G. W. Simpson, 1966. Techniques for massproducing *Coccinella septempunctata*. *J. econ. Ent.* 59: 1022–1023.
- Shands, W. A., R. L. Holmes & G. W. Simpson, 1970. Improved laboratory production of eggs of *Coccinella septempunctata*. *J. econ. Ent.* 63: 315–317.
- Sundby, R. A., 1966. A comparative study of the efficiency of three predatory insects, *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera, Syrphidae) at two different temperatures. *Entomophaga* 11: 395–404.
- Tanaka, M. & Y. Maeta, 1965. Rearing of some predaceous coccinellid beetles by the artificial diets. *Bull. Hort. Sta. Japan* 63: 17–35 (In Japanese, Engl. summ.).