

INFLUENCE DE LA PRÉDATION DES LARVES D'*HYPERASPIS*
RAYNEVALI ET D'*HEXOCHOMUS FLAVIVENTRIS*
(*COL. COCCINELLIDAE*) SUR LES COLONIES DE LA COCHENILLE
DU MANIOC *PHENACOCCLUS MANIHOTI*
(*HOM. PSEUDOCOCCIDAE*). ÉTUDE EN CONDITIONS CONTRÔLÉES

G. REYD & B. LE RÛ

Laboratoire d'Entomologie agricole
Centre ORSTOM, B.P. 181, Brazzaville, Congo

L'influence de la prédation des larves d'*Hyperaspis raynevali* et d'*Exochomus flaviventris* (*Col. Coccinellidae*) sur les colonies de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (*Hom. Pseudococcidae*) a été étudiée en relation avec la densité et la structure d'âge des colonies de cochenilles, et avec le rapport proie/prédateur utilisé lors du lâcher des larves.

La prédation des deux espèces de coccinelles est surtout influencée par la densité et la structure d'âge des colonies de *P. manihoti* : le rapport proie/prédateur intervient dans une moindre mesure. Elle est plus importante sur la densité initiale de 45 cochenilles/plant que sur la densité de 25 cochenilles/plant, et, permet de limiter significativement la multiplication des colonies de *P. manihoti* constituées d'adultes et de larves néonates, et de réduire significativement les effectifs de cochenilles composées de 2^e et 3^e stades larvaires.

Pour les deux espèces de coccinelles, les lâchers effectués avec un rapport proie-prédateur de 3 cochenilles pour 1 larve de coccinelle (3/1) ont une influence plus grande sur la réduction des effectifs de cochenilles que ceux réalisés avec un rapport de 7/1. Ce résultat est cependant plus marqué chez *E. flaviventris*.

Pour tous les paramètres étudiés, la coccinelle exotique *H. raynevali* maintient les densités de *P. manihoti* à des niveaux numériques inférieurs à ceux obtenus avec l'espèce indigène *E. flaviventris*.

Les résultats sont comparés à ceux obtenus en parcelles au Congo. L'utilisation des larves de coccinelles dans la perspective d'une lutte biologique contre la cochenille du manioc est évoquée en discussion.

MOTS CLÉS : *Hyperaspis raynevali*, *Exochomus flaviventris*, *Phenacoccus manihoti*, *Pseudococcidae*, relations proie-prédateur, manioc.

Au Congo, l'entomofaune associée à la Cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (*Hom. Pseudococcidae*), est principalement constituée de prédateurs (Fabres & Matile-Ferrero, 1980). Dans ce pays, plusieurs études de terrain ont été entreprises afin de préciser les relations entre cette cochenille et les prédateurs *Coccinellidae* locaux *Exochomus*

flaviventris Mader et *Hyperaspis senegalensis* Mulsant (Fabres & Kiyindou, 1985 ; Kiyindou et al., 1990). Elles montrent que les variations d'abondance des prédateurs sont en relation avec les facteurs climatiques et, l'abondance et la nature de la proie disponibles dans les champs de manioc *Manihot esculenta* Crantz.

Dans la lignée de ces travaux, une étude de l'influence de la prédation sur les colonies de *P. manihoti* a été conduite à l'échelle d'une parcelle de manioc avec *E. flaviventris* et *Hyperaspis raynevali* Mulsant (Col. Coccinellidae), une espèce originaire d'Amérique du sud (Reyd, 1991). Cette expérimentation a permis de montrer que la prédation des larves de coccinelles dépend essentiellement de la densité et de la structure d'âge des colonies du ravageur. Cependant, la difficulté de contrôler simultanément les facteurs d'ambiance et ceux propres à la dynamique des colonies de cochenilles n'a pas permis de comparer les deux espèces de coccinelles entre elles. Une expérimentation a donc été conduite en conditions de laboratoire afin de préciser l'importance des paramètres précédemment cités, ainsi que du rapport proie/prédateur, sur la prédation des larves d'*E. flaviventris* et d'*H. raynevali*. Cette étude devrait permettre de comparer la prédation de ces coccinelles, placées en présence de colonies de *P. manihoti* dont la densité et la structure d'âge sont connus, et dans les conditions d'ambiance contrôlées.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Des boutures de manioc *M. esculenta* (variété M'Pembé) d'une trentaine de centimètres sont plantées verticalement aux 2/3 de leur longueur dans de la terre contenue dans des sacs en plastique (30 × 22 cm). Les plants sont placés à l'extérieur, sous ombrière, pendant 2 semaines afin de favoriser le démarrage de la végétation. Puis, ils ont disposés en pleine lumière jusqu'au stade 6-7 feuilles (environ 50 cm de hauteur), atteint après 5 à 7 semaines. Un arrosage est effectué 2 fois par semaine.

Une semaine avant l'expérimentation, les plants sont disposés dans un local climatisé de telle sorte que les feuilles ne se touchent pas afin d'éviter le passage des cochenilles ou des coccinelles d'un plant à l'autre. L'expérimentation est conduite dans les conditions d'ambiance suivantes : température moyenne de 25 °C (extrêmes 21°-32 °C) et hygrométrie relative moyenne de 70 % (extrêmes 60 %-80 %). La photophase est de 12 heures par jour.

La densité (D) et la structure d'âge (S) des colonies de *P. manihoti*, ainsi que le rapport (R) du nombre de proies à celui des prédateurs, le jour du lâcher sont simultanément pris en compte.

L'expérimentation porte sur deux densités de 25 (D₁) et 45 (D₂) cochenilles/plant (tous stades confondus), caractéristiques du début de la gradation au Congo (Reyd, 1991). Deux structures d'âge des colonies de *P. manihoti*, représentatives d'une phase de stabilité des effectifs (larves de 2^e et 3^e stade : S₁), et d'une phase de multiplication des effectifs (adultes et larves du 1^{er} stade : S₂), ont été étudiées. Enfin, les rapports proies/prédateurs du nombre de cochenilles (tous stades confondus) par larve de 2^e stade de coccinelles sont utilisés : R₁ = 3/1 et R₂ = 7/1.

Pour chaque espèce de coccinelle, toutes les combinaisons entre les modalités des 3 paramètres D, S et R sont étudiées et des combinaisons « témoins » correspondantes, sans larves de coccinelles (R = 0), sont constituées. Il y a 5 plants pour chaque combinaison.

L'infestation des plants est réalisée en déposant un nombre connu de cochenilles de stade déterminé qui correspond, par excès, aux différentes combinaisons de densités et de structures d'âge voulues. Après 2 ou 3 jours, les cochenilles se fixent sur la surface inférieure des feuilles. Il devient alors possible d'éliminer les cochenilles surnuméraires afin d'obtenir les densités et les structures d'âge des colonies voulues.

L'apport de prédateurs est effectué avec des larves du 2^e stade, déposées à l'aide d'un pinceau fin, à proximité des colonies de cochenilles. Des comptages visuels sont effectués tous les 3 jours. Les cochenilles sont dénombrées en mentionnant le stade de développement : L₁ (larves néonates), L₂ + L₃ (larves âgées), adultes (avec ou sans ovisac). Les effectifs et le stade de développement des coccinelles sont également notés. L'expérimentation est conduite pendant 12 jours jusqu'à la nymphose de toutes les larves de coccinelles introduites.

Le traitement statistique des résultats est réalisé par une analyse de variance unidimensionnelle. Dans le texte, les moyennes sont accompagnées des intervalles de confiance ($t \cdot s / \sqrt{n}$), où (s) est l'écart type, (n) le nombre de plants par lot et (t) la valeur lue dans la table pour d.d.l. = n - 1 au risque de 5 %.

RÉSULTATS

— Evolution des colonies de *P. manihoti* sur les plants « témoins » sans larves de coccinelles

Sur les plants « témoins » infestés avec des femelles et des larves néonates (S₂), une augmentation régulière des effectifs est observée pendant les 6 premiers jours ; de 25 ± 1 à 70 ± 8 (D₁) et de 44 ± 2 à $105,8 \pm 17$ (D₂) (fig. 1a et b). Puis, les effectifs augmentent brusquement de 70 ± 8 à 263 ± 105 cochenilles/plant (fig. 1a) et de 106 ± 17 à 379 ± 67 cochenilles/plant (fig. 1b), au cours des 6 jours suivants. Cette évolution numérique s'accompagne d'une augmentation des pourcentages de L₁ qui traduit l'apparition de larves néonates (fig. 2a et b).

Sur les plants infestés avec des larves du 2^e et 3^e stade (S₁), les effectifs passent en 12 jours de 24 ± 1 à 20 ± 2 (D₁) et de 44 ± 1 à 42 ± 1 (D₂) (fig. 1c et d). La disparition d'une fraction de la population de cochenilles peut être due à la mortalité naturelle mais également au départ d'un certain nombre de larves que nous avons retrouvé sur la terre à la base des plants. Cette évolution s'accompagne du vieillissement des cochenilles qui atteignent toutes le stade adulte (femelle avec ou sans ovisac) après 12 jours (fig. 2c et d).

— Evolution des colonies de *P. manihoti* en présence de larves d'*E. flaviventris*

Sur les plants infestés avec des adultes et des jeunes larves de la cochenille du manioc (S₂), les effectifs passent en 6 jours à 47 ± 18 (D₁ - R₁) ; 82 ± 23 (D₁ - R₂) ; 67 ± 23 (D₂ - R₁) et 94 ± 22 (D₂ - R₂) cochenilles/plant (fig. 1a et b). Cette évolution n'est pas significativement différente entre les différentes combinaisons pendant les 6 premiers jours. Puis, à la suite d'un accroissement rapide, les effectifs atteignent, le 9^e jour, 115 ± 21 (D₁ - R₁) ; 245 ± 75 (D₁ - R₂) ; 224 ± 88 (D₂ - R₁) et 304 ± 92 (D₂ - R₂) cochenilles/plant. Les effectifs des plants « traités » sont alors significativement différents par rapport aux plants « témoins » (P < 0,05), sauf pour la combinaison S₂ - D₁ - R₂.

L'évolution de la structure d'âge des colonies de *P. manihoti* est comparable sur les plants « témoins » et les plants « traités » avec des larves d'*E. flaviventris* (fig. 2). Cependant, il y a environ 4 fois moins de femelles avec ovisac sur le lot « témoin » D₁ que sur les 4 autres combinaisons ayant fait l'objet d'un lâcher.

Sur les plants infestés avec des cochenilles des 2^e et 3^e stades (S₁), les larves du prédateur réduisent significativement les effectifs du ravageur dès le 3^e jour (P < 0,05), à l'exception de la combinaison S₁ - D₁ - R₂ pour laquelle une différence significative par rapport au témoin n'est obtenue qu'à partir du 9^e jour (fig. 1c et d). Ainsi, après 3 jours, les effectifs de *P. manihoti* sont de 12 ± 2 ; 26 ± 2 et 27 ± 2 cochenilles/plant respectivement sur les

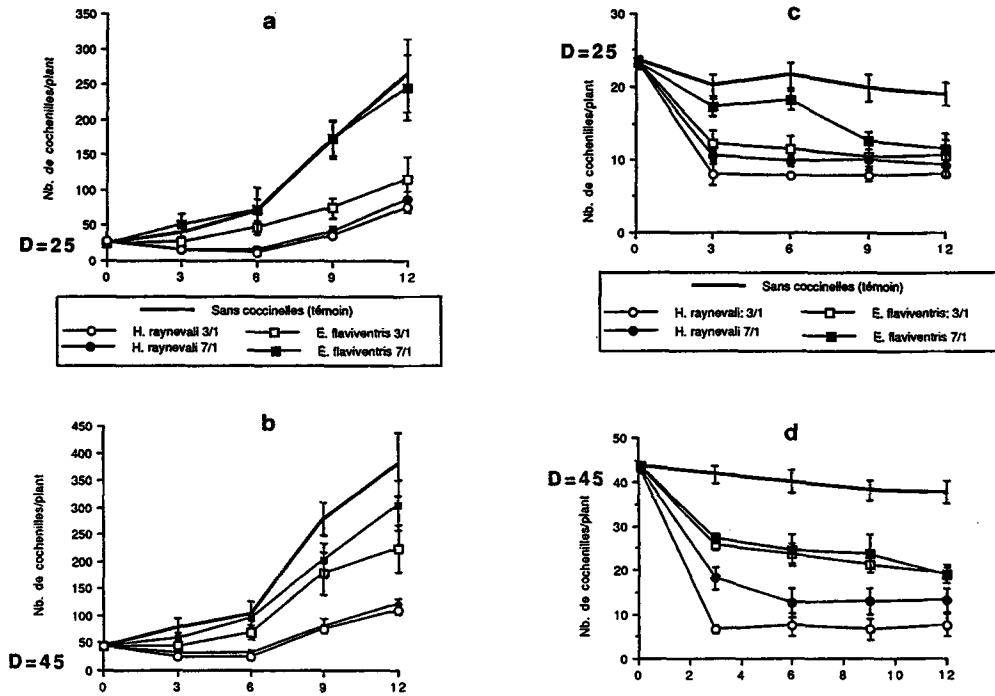


Fig. 1. Evolution des effectifs moyens de *P. manihoti* en présence de larves d'*H. raynevali* et d'*E. flaviventris*. Le jour des lâchers de coccinelles, les colonies sont composées, de larves du 1^{er} stade et d'adultes, à la densité de 25 cochenilles/plant (a) et 45 cochenilles/plant (b), ou de larves des 2^e et 3^e stades, à la densité de 25 cochenilles/plant (c) et 45 cochenilles/plant (d).

Les moyennes sont accompagnées des intervalles de confiance calculés au risque de 5 %.

combinaisons $D_1 - R_1$, $D_2 - R_1$ et $D_2 - R_2$. Leur évolution est ensuite comparable à celle du témoin jusqu'au 12^e jour.

— Evolution des colonies de *P. manihoti* en présence de larves d'*H. raynevali*

Sur les plants infestés avec des adultes et des larves néonates de *P. manihoti* (S_2), les effectifs diminuent régulièrement pendant les 6 premiers jours et passent à 10 ± 2 ($D_1 - R_1$); 14 ± 1 ($D_1 - R_2$); 25 ± 5 ($D_1 - R_1$) et 32 ± 11 ($D_2 - R_2$) cochenilles/plant (fig. 1a et b). Puis, pendant les 6 jours suivants, les effectifs augmentent (76 ± 17 ($D_1 - R_1$); 87 ± 22 ($D_1 - R_2$); 109 ± 11 ($D_2 - R_1$) et 122 ± 21 ($D_2 - R_2$) cochenilles/plant). L'apport de larves d'*H. raynevali* permet d'obtenir des différences significatives entre les plants « témoins » et « traités » dès le 6^e jour ($P < 0,05$). Ces variations d'effectifs s'accompagnent d'une diminution des pourcentages de larves du 1^{er} stade de cochenilles sur les plants « traités » par rapport aux plants « témoins » 3 et 6 jours après le lâcher (fig. 2a et b). L'évolution des effectifs de *P. manihoti* est indépendante du rapport proie-prédateur, pour les deux densités initiales testées ($P < 0,05$) (fig. 1a et b).

Sur les plants infestés avec des cochenilles des 2^e et 3^e stades (S_1), les larves du prédateur réduisent significativement les effectifs du ravageur en 3 jours par rapport au témoin

($P < 0,05$) (fig. 1c et d). Les densités du ravageur diminuent rapidement 3 jours après le lâcher : 8 ± 3 ($D_1 + R_1$); 11 ± 3 ($D_1 - R_2$); 7 ± 1 ($D_2 - R_1$) et 18 ± 6 ($D_2 - R_2$) cochenilles/plant. Puis, l'évolution des effectifs de cochenilles est comparable à celle du témoin jusqu'au 12^e jour. Cette diminution ne s'accompagne pas de nets changements dans la structure d'âge des colonies de *P. manihoti* par rapport aux plants « témoins » (fig. 2c et d).

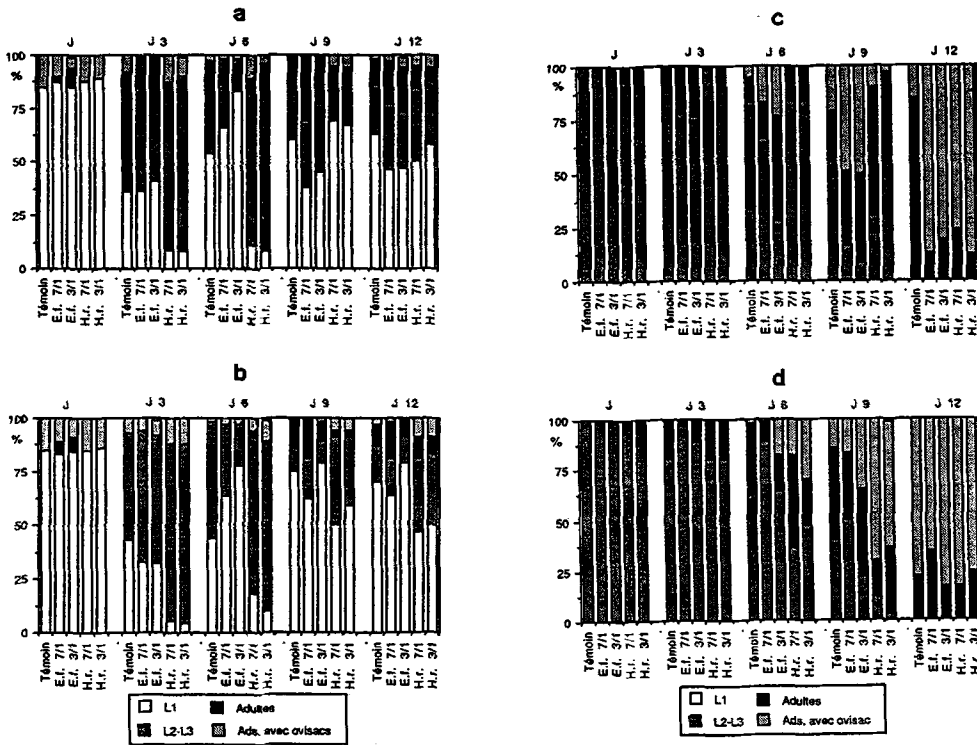


Fig. 2. Evolution de la structure d'âge des colonies de *P. manihoti*, en présence de larves d'*H. raynevali* (H.r.) et d'*E. flaviventris* (E.f.), déposées avec un rapport proie/prédateur de 7 cochenilles/1 larve (7/1) et de 3 pour 1 (3/1), et, sans larves de coccinelles (plants Témoins).

Le jour des lâchers, les colonies sont composées, de larves du 1^{er} stade (L1) et d'adultes (jour J), à la densité de 25 cochenilles/tige (a) et 45 cochenilles/tige (b), ou de larves des 2^e et 3^e stade (L2 + L3) à la densité de 25 cochenilles/tige (c) et 45 cochenilles/tige (d).

— Evolution des effectifs de coccinelles à la suite des lâchers

Le tableau 1 présente l'évolution des effectifs totaux des larves d'*E. flaviventris* et d'*H. raynevali* à la suite des lâchers pour les différentes combinaisons. A l'exception des lâchers $S_1 - D_2$, les larves d'*H. raynevali* ne sont plus retrouvées sur les plants après le 3^e jour. Ce phénomène, moins rapide dans le cas d'*E. flaviventris*, intervient après le 9^e jour.

Différentes observations, réalisées au cours de l'expérimentation, révèlent que les larves ont tendance à quitter le support végétal et sont parfois retrouvées à la base des plants.

TABLEAU I

Evolution du nombre total de larves d'*H. raynevali* et d'*E. flaviventris* (5 plants de manioc par lot) à la suite du lâcher dans chaque combinaison de structure d'âge (S), de densité (D) et de rapport proie/prédateur (R). L₂, L₃ et L₄ : larves des 2^e, 3^e et 4^e stades

Structure d'âge initiale des populations de cochenilles	Densité initiale de cochenilles par plant	Rapport Proie / Prédateur	Evolution du nombre de larves d' <i>H. raynevali</i>			Evolution du nombre de larves d' <i>E. flaviventris</i>						
			J	J + 3	J + 6	J + 9	J + 12	J	J + 3	J + 6	J + 9	J + 12
Larves des 2 ^e et 3 ^e stades (S ₁)	23,2 (D ₁)	7/1 (R ₁)	20 L ₂	.	.	.	.	20 L ₂	8 L ₂ -L ₃	3 L ₃	2 L ₃ -L ₄	.
	23,2 (D ₁)	3/1 (R ₂)	35 L ₂	.	.	.	.	35 L ₂	9 L ₂ -L ₃	3 L ₃	.	.
	43 (D ₂)	7/1 (R ₁)	40 L ₂	16 L ₂ -L ₃	10 L ₂ -L ₃	.	.	40 L ₂	4 L ₂ -L ₃	.	.	.
	42,8 (D ₂)	3/1 (R ₂)	70 L ₂	10 L ₂ -L ₃	7 L ₂ -L ₃	.	.	70 L ₂	7 L ₂ -L ₃	3 L ₃	.	.
Adultes et larves du 1 ^{er} stade (S ₂)	26,4 (D ₂)	7/1 (R ₁)	20 L ₂	2 L ₃	.	.	.	20 L ₂	2 L ₂ -L ₃	.	.	.
	27,4 (D ₁)	3/1 (R ₂)	35 L ₂	.	.	.	.	35 L ₂	9 L ₂ -L ₃	4 L ₃	.	.
	44 (R ₁)	7/1 (R ₁)	40 L ₂	.	.	.	.	40 L ₂	11 L ₂ -L ₃	5 L ₃	.	.
	44 (D ₂)	3/1 (R ₂)	70 L ₂	1 L ₃	.	.	.	70 L ₂	13 L ₂ -L ₃	7 L ₃	1 L ₃ -L ₄	.
Totaux			330	29	17	0	0	330	63	25	3	0

DISCUSSION-CONCLUSION

Pour chaque espèce de coccinelle, la prédation est surtout influencée par la densité et la structure d'âge des colonies de *P. manihoti*. Le rapport proie-prédateur intervient dans une moindre mesure. Pour toutes les combinaisons étudiées, la coccinelle exotique *H. raynevali* maintient les densités de colonies à des niveaux numériques inférieurs à ceux obtenus avec l'espèce indigène *E. flaviventris*.

La prédation des cochenilles par les larves de coccinelles est plus importante pour la densité initiale de 45 cochenilles/plant que pour la densité de 25 cochenilles/plant. Ce résultat est comparable à ceux obtenus avec des coccinelles aphidiphages. Il serait lié à une plus grande probabilité de rencontre des proies (Firempong & Kumar, 1975) et à une consommation plus importante de celles-ci à forte densité (Hodek, 1967 et 1973 ; Hodek *et al.*, 1984 ; Ofuya, 1986).

L'apport de larves de coccinelles permet de limiter significativement la multiplication des colonies de *P. manihoti* constituées d'adultes et de larves néonates. Un lâcher d'*H. raynevali* provoque une diminution des pourcentages de larves du 1^{er} stade de cochenilles sur les plants « traités ». Ce résultat suggère un déficit d'éclosions qui serait en liaison avec un comportement oophage des larves d'*H. raynevali*, déjà observé pour d'autres espèces du genre *Hyperaspis* (Mac Kenzie, 1932 ; Umeh, 1982 ; Nsiama She *et al.*, 1984 ; Kiyindou *et al.*, 1990).

Les lâchers de larves de coccinelles réduit significativement les effectifs de cochenilles composées de 2^e et 3^e stades larvaires. Cette réduction, qui s'opère sans modification notable de la structure d'âge des colonies de proies, suggère une adéquation entre les stades de la proie proposés et ceux du prédateur. L'importance de ce paramètre sur l'influence de la prédation des coccinelles est soulignée par plusieurs auteurs (Dixon, 1970 ; Brown, 1972 ; Samways & Wilson, 1988).

Les lâchers effectués avec un rapport proie-prédateur de 3 cochenilles pour 1 larve de coccinelle (3/1) ont une influence plus grande sur la réduction des effectifs de cochenilles par rapport à ceux réalisés avec un rapport de 7/1. Ce résultat, plus marqué dans le cas d'*E. flaviventris*, est en accord avec celui obtenu pour des larves de coccinelles aphidiphages (*Propylea quatuordecimpunctata* L., *Cycloneda limbifer* Casey, *Semiadalia undecimnotata* Schn.) qui montre que les lâchers biologiques sont d'autant plus efficaces que le rapport proie-prédateur est réduit (Iperti & Quilici, 1984).

Les larves d'*H. raynevali* quittent généralement les plants de manioc avant celles d'*E. flaviventris*. Ce comportement de départ, qui intervient plus tôt dans le cas du prédateur exotique, pourrait s'expliquer par une consommation plus rapide et plus importante des proies. En effet, Banks (1957), Marks (1977), Carter & Dixon (1982) observent que le comportement de recherche des larves de coccinelles est modifié à la suite d'une prise alimentaire. Dixon (1959) rapporte que la géotaxie des larves de la coccinelle *Adalia decempunctata* L. s'inverse après avoir consommé le puceron *Microlophium evansi* Theo. et que ce prédateur quitte le support végétal lorsque la densité des colonies de la proie diminue.

Dans cette expérimentation, l'apport de larves de coccinelles intervient environ une semaine après l'infestation de plants sains par *P. manihoti*. Or, au cours de la gradation en conditions naturelles, les apex de manioc sont constitués de feuilles déformées, en réaction à la présence d'importantes colonies du ravageur. Cette morphologie particulière pourrait présenter des zones « refuges » où les cochenilles se multiplieraient hors de portée des prédateurs. L'accessibilité des proies en serait ainsi limitée, et la fréquence des rencontres entre la proie et le prédateur probablement modifiée. La morphologie des plants peut

influencer de manière importante la prédation des coccinelles comme l'ont observé Carter & Dixon (1982) et Carter *et al.* (1984).

Les résultats présentés dans cette note sont obtenus sur une courte période d'observation (6 à 9 jours) et ne tiennent pas compte de l'évolution ultérieure des colonies de *P. manihoti*. En effet, au-delà de 12 jours, les colonies de cochenilles constituées initialement de larves des 2^e et 3^e stades sont alors composées de femelles adultes, prêtes à pondre (présence d'ovisacs).

Dans la perspective d'un contrôle biologique de *P. manihoti*, il s'avèrerait indispensable de renouveler régulièrement l'apport de coccinelles si l'on veut limiter de manière durable l'augmentation des effectifs de cochenilles. Cependant, l'utilisation de lâchers périodiques de coccinelles dans les champs de manioc nécessiterait d'importants moyens : élevages de masse, dispositif d'avertissement agricole, personnel et moyens pour effectuer les lâchers, etc. Aussi, cette méthode de lutte semble constituer une approche économiquement et techniquement peu satisfaisante, dans le cas d'une culture vivrière comme celle du manioc dont la valeur commerciale est faible. Toutefois, pour les cultures industrielles de manioc développées dans certains pays africains (Zaïre, Côte-d'Ivoire), les moyens mis en place pourrait permettre d'envisager ce type d'intervention biologique.

SUMMARY

Predation by *Hyperaspis raynevali* and *Exochomus flaviventris* larvae (Col. Coccinellidae) on cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hom. Pseudococcidae) colonies. Experimental study in laboratory

A laboratory study of predation by coccinellid larvae (Col. Coccinellidae) on cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hom. Pseudococcidae) populations was made with an indigenous species *Exochomus flaviventris* Mader and an exotic one, *Hyperaspis raynevali* Mulsant, in relation with the density and age structure of the prey population, and with the prey/predator ratio.

Predation of coccinellid larvae was especially influenced by the density and age structure of the prey population of *P. manihoti*; the prey/predator ratio interfered less.

It was more important on a density of 45 mealybugs per stem than on 25 mealybugs per stem and resulted in a significant limitation in the growth of cassava mealybug population including adults and crawlers, and in a significant reduction in the mean densities of the pest population with second and third instars.

For both species of coccinellids, releases with prey/predator ratio of 3/1 were more efficient than the 7/1 ones. However, this result was more pronounced with *E. flaviventris*.

For all the parameters studied, the exotic coccinellid *H. raynevali* held *P. manihoti* densities at numerical levels below those achieved by the indigenous one, *E. flaviventris*.

Results were compared to those obtained in a field study in Congo. The use of coccinellids larvae in the biological control of Cassava Mealybug was discussed.

KEY-WORDS : *Hyperaspis raynevali*, *Exochomus flaviventris*, *Phenacoccus manihoti*, Pseudococcidae, prey-predator relationship, cassava.

Reçu : 6 décembre 1990 ; Accepté : 27 septembre 1991

BIBLIOGRAPHIE

- Banks, C. J.** — 1957. The behaviour of individual coccinellid larvae on plants. — *Brit. J. Anim. Behav.*, 5, 12-24.
- Brown, H. D.** — 1972. Predacious behaviour of four species of *Coccinellidae* (Coleoptera) associated with the wheat aphid, *Schizaphis graminum* (Rondani), in South Africa. — *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 124, 21-36.
- Carter, M. C. & Dixon, A. F. G.** — 1982. Habitat quality and the foraging behaviour of coccinellid larvae. — *J. Anim. Ecol.*, 51, 865-878.
- Carter, M. C., Sutherland, D. & Dixon, A. F. G.** — 1984. Plant structure and the searching behaviour of coccinellid larvae. — *Oecologia*, 51, 865-878.
- Dixon, A. F. G.** — 1959. An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). — *J. Anim. Ecol.*, 28, 259-281.
- Dixon, A. F. G.** — 1970. Factors limiting the effectiveness of the coccinellid beetle *Adalia bipunctata* (L.), as a predator of the sycamore aphid *Drepanosiphum planatoides* (Schr.). — *J. Anim. Ecol.*, 39, 739-751.
- Fabres, G. & Kiyindou, A.** — 1985. Comparaison du potentiel biotique de deux coccinelles prédatrices de *Phenacoccus manihoti* au Congo. — *Acta Oecologica. Oecol. Appl.*, 6, 339-348.
- Fabres, G. & Matile-Ferrero, D.** — 1980. Les entomophages inféodés à la Cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* (Hom. *Coccoidea Pseudococcidae*) en République populaire du Congo : les composantes de l'entomocénose et leurs interrelations. — *Annls Soc. ent. Fr.* (N.S.), 16, 509-515.
- Firempong, S. & Kumar, R.** — 1975. Naturals ennemies of *Toxoptera aurantii* (Boy.) (Homoptera *Aphididae*) on cocoa in Ghana. — *Biol. J. Linn. Soc.*, 7, 261-292.
- Hodek, I.** — 1967. Bionomics and ecology of predacious *Coccinellidae*. — *Ann. Rev. Ent.*, 12, 79-104.
- Hodek, I.** — 1970. Coccinellids and the modern pest management. — *Bioscience*, 20, 543-552.
- Hodek, I.** — 1973. Biology of *Coccinellidae*. Czechoslov. Acad. Sci., Prague, 260 p.
- Hodek, I., Chakrabarti, S. & Rejmanek, M.** — 1984. The effect of prey density on food intake by adult *Cheilomenes sulphurea* (Col. *Coccinellidae*). — *Entomophaga*, 29, 179-184.
- Iperti, G. & Quilici, S.** — 1984. Les coccinelles en serres maraîchères. — *Faune et flore auxiliaires en agriculture*, Paris, 4-5 mai 1983, ACTA, Paris, 261-266.
- Kiyindou, A., Le Ru, B. & Fabres, G.** — 1990. Influence de la nature et de l'abondance des proies sur l'augmentation des effectifs de deux coccinelles prédatrices de la cochenille du manioc au Congo. — *Entomophaga*, 35, 611-620.
- Mac Kenzie, H. L.** — 1932. The biology and feeding habits of *Hyperaspis lateralis* Mulsant (Coleoptera *Coccinellidae*). — *Univ. Calif. Publ. Entomol.*, 6, 10-17.
- Marks, R. J.** — 1977. Laboratory studies of plant searching behaviour by *Coccinella septempunctata* (L.) larvae. — *Bull. entomol. Res.*, 67, 235-241.
- Nsiama She, H. D., Odebiyi, J. A. & Herren, H. R.** — 1984. The biology of *Hyperaspis jucunda* (Col. *Coccinellidae*) an exotic predator of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hom. *Pseudococcidae*) in southern Nigeria. — *Entomophaga*, 29, 87-93.
- Ofuya, T. I.** — 1986. Predation by *Cheilomenes vicina* (Col. *Coccinellidae*) on the cowpea aphid *Aphis craccivora* (Hom. *Aphididae*): effect of prey stage and density. — *Entomophaga*, 31, 331-335.
- Reyd, G.** — 1991. Activité prédatrice et bioécologie d'*Hyperaspis raynevali* et d'*Exochomus flaviventris*, coccinelles associées à la Cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti*, au Congo. Thèse de Doctorat, Univ. de Paris VI, 115 p.
- Samways, M. J. & Wilson, S. J.** — 1988. Aspects of the feeding behaviour of *Chilocorus nigritus* F. (Col. *Coccinellidae*) relative to its effectiveness as a biocontrol agent. — *J. appl. Entomol.*, 106, 177-182.
- Umeh, E. D. N. N.** — 1982. Biological studies on *Hyperaspis marmottani* Fairm (Col. *Coccinellidae*), a predator of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr; (Hom. *Pseudococcidae*). — *Z. Angew. Entomol.*, 94, 530-532.