

ÉTUDE DE LA CAPACITÉ D'ACCROISSEMENT  
CHEZ *HYPERASPIS RAYNEVALI* [COL. : COCCINELLIDAE]  
PRÉDATEUR INTRODUIT AU CONGO POUR LA RÉGULATION  
DES POPULATIONS DE *PHENACOCCLUS MANIHOTI*  
[HOM. : PSEUDOCOCCIDAE]

A. KIYINDOU & G. FABRES\*

ORSTOM-DGRS, Brazzaville, BP 181, Congo

---

*Hyperaspis raynevali* Mulsant est une coccinelle prédatrice de *Phenacoccus herreni* Cox & Williams en Guyane. Elle a été introduite au Congo pour participer à la régulation des populations de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero. Avant les lâchers de plein champ, une étude a été conduite au laboratoire pour tenter de quantifier son pouvoir de multiplication et comparer ce dernier à celui des coccinelles locales précédemment étudiées. La capacité d'accroissement d'une population de *P. raynevali* est de 0,081 ( $r_c$  de Laughlin) dans les conditions du laboratoire avec un taux net de reproduction de 271,7 et une durée de génération de 69 jours. La durée du développement préimaginal est sensiblement allongée aux températures inférieures à 25°C et la mortalité embryonnaire reste élevée aux différentes conditions thermohygro-métriques testées.

MOTS CLEFS : *Hyperaspis raynevali*, capacité d'accroissement, relations proie-prédateur, cochenille du manioc, Congo.

Après l'introduction accidentelle de la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) sur le continent africain (Matile-Ferrero, 1977), une attention particulière s'est portée sur l'étude des entomophages associés au ravageur, tant dans sa nouvelle aire de répartition (Fabres & Matile-Ferrero, 1980 ; Akinlosotu, 1981 ; Iheagwam, 1981 ; Lema *et al.*, 1984) qu'en Amérique du Sud d'où elle semble originaire (Belloti *et al.*, 1983). L'étude de la biologie des coccinelles prédatrices a été entreprise simultanément au Nigéria sur 1 espèce locale (Umeh, 1982), puis sur 1 espèce introduite (Nsiam She *et al.*, 1984) et au Congo, sur 2 espèces locales (Fabres & Kiyindou, 1985).

Dans le cadre d'un programme d'acclimatation d'entomophages exotiques au Congo, une coccinelle récoltée en Guyane, *Hyperaspis raynevali* Mulsant, a fait l'objet d'observations préliminaires au laboratoire. Les résultats obtenus font l'objet de la présente note.

La biologie de *H. raynevali* a été étudiée comparativement à celle des 2 espèces locales *Exochomus flaviventris* Mader et *Hyperaspis senegalensis hottentotta* Mulsant dont les caractéristiques biologiques ont été présentées dans une première note (Fabres & Kiyindou, 1985). Nous avons tout d'abord recueilli les données nécessaires au calcul d'un taux intrinsè-

---

\* Adresse actuelle : IBEAS, Campus Universitaire, 64000 Pau.

que d'accroissement d'une population théorique de *H. raynevali* pour le comparer aux valeurs obtenues pour les espèces locales dans les mêmes conditions d'élevage. Nous avons ensuite analysé l'influence des conditions thermohygrométriques sur la durée du développement des différents stades afin d'apprécier les aptitudes de cet auxiliaire à intervenir rapidement lors des pullulations saisonnières de *P. manihoti*. A la faveur de ces observations, la mortalité embryonnaire nous ayant paru fort différente de celle enregistrée pour les espèces locales, nous avons tenté de préciser ce dernier point.

#### MATÉRIEL ET MÉTHODES

La souche de *H. raynevali*, maintenue au laboratoire, provient de Guyane (Iracoubo-Organabo) où la coccinelle se développe aux dépens de *Phenacoccus herreni* Cox & Williams dans les plantations de manioc.

Les larves de la coccinelle sont élevées individuellement dans des enceintes de matière plastique (5 cm<sup>3</sup>). La nourriture est fournie en excès sous forme d'œufs de la cochenille encore rassemblés en ovisacs. En cas de mort du ♂, celui-ci est immédiatement remplacé.

Les conditions de l'élevage au laboratoire sont les mêmes que celles utilisées lors de l'étude précédente : température moyenne 26°C (extrêmes 21-31), hygrométrie relative moyenne 70 % (extrêmes 60-90). Comme précédemment pour les 2 coccinelles locales, nous avons suivi l'évolution de générations (œufs pondus le même jour jusqu'à la mort des adultes) et nous avons déterminé la capacité d'accroissement d'une population théorique de *H. raynevali*. Des expériences complémentaires ont été conduites aux températures constantes de 20, 25 et 30°C avec des hygrométries de 85-90 %, 75-85 % et 70-75 % respectivement. Des hygrométries constantes de 50 %, 75 % et 95 % ont été obtenues dans des enceintes de 2 000 cm<sup>3</sup> au moyen de solutions de potasse renouvelées chaque jour (Solomon, 1951). Ces hygrométries sont vérifiées en permanence au moyen d'hygromètres à cheveux et l'inocuité de cette méthode sur les stades de développement de la coccinelle a été vérifiée.

mois	température en °C					hygrométrie en %				
	J	J	A	S	O	J	J	A	S	O
10 ans	23,1	21,7	23	24,8	25,6	82,4	80,2	77,7	76,3	76,8
max.	27,8	28,4	29,9	30,1	30,6	95	93,8	91,9	94	94,6
1981										
mini.	18,3	16,6	18,3	19,3	20,7	58,1	59,7	58,4	59,6	63,3

TABLEAU I

*Données climatiques pour la région de Brazzaville : Moyennes thermiques et hygrométriques sur une période de 10 ans ; moyennes mensuelles des maxima et des minima enregistrés dans les champs de manioc*

Les données climatiques qui ont guidé notre expérimentation sont celles de la température et de l'hygrométrie relative enregistrées dans la région de Brazzaville sur une période de 10 ans (Météorologie Nationale, Station de Maya-Maya). Le tableau 1 donne les valeurs moyennes pour les mois de juin à octobre qui couvrent la période de pullulation de la cochenille (Fabres, 1981). Il fournit également, à titre indicatif, les moyennes des maxima et des minima enregistrés sur le terrain au cours de l'année 1981.

## RÉSULTATS

### DURÉE DU DÉVELOPPEMENT DES DIFFÉRENTS STADES PRÉIMAGINAUX

Dans les conditions d'élevage au laboratoire, nous avons suivi le développement des stades préimaginaux. Les données ainsi recueillies serviront au calcul du taux d'accroissement théorique de la population et à l'analyse de l'influence des facteurs température et hygrométrie sur la durée du développement. L'ensemble des résultats fait l'objet du tableau 2.

On notera surtout le très net ralentissement du développement de *H. raynevali* aux basses températures. A 20°C le temps de développement de l'œuf à l'adulte, double par rapport à celui enregistré à 30°C.

Une expérience annexe, sur l'influence de l'hygrométrie, a montré le caractère négligeable de ce facteur sur les durées de développement : à 30°C, cette durée est de 26,5 jours à 50 %, de 25,4 jours à 75 % et de 25,6 jours à 95 % d'hygrométrie relative (intervalle de confiance à 5 %  $\pm$  2 pour chacune de ces valeurs ; n = 60).

### LONGÉVITÉ ET FÉCONDITÉ DES FEMELLES, TAUX SEXUEL

L'étude de la longévité et de la fécondité des ♀ de *H. raynevali* a été conduite dans les conditions définies précédemment (moyennes de 26°C et de 70 %) de façon à pouvoir établir une comparaison des résultats avec ceux obtenus pour les 2 espèces locales (Fabres & Kiyindou, 1985). Elle a porté sur 21 couples dont le développement a été suivi jusqu'à la mort des ♀. La fécondité et l'espérance de vie des ♀ sont déterminées par le dénombrement journalier des œufs pondus et celui des adultes encore vivants. Des données obtenues, chronologiquement détaillées (fig. 1), se dégagent les caractéristiques suivantes : durée de la maturation sexuelle en jours (temps moyen écoulé entre la mue imaginale de la ♀ et la ponte des premiers œufs) :  $10 \pm 2$  ; durée de vie moyenne des ♀ en jours :  $95,9 \pm 29,5$  ; nombre d'œufs pondus en moyenne par une ♀ en jours :  $95,9 \pm 29,5$  ; nombre d'œufs pondus en moyenne par une ♀ au cours de sa vie :  $522 \pm 95$  ; moyenne journalière :  $4,7 \pm 1$  (intervalle de confiance à 5 %, n = 21).

Dans les conditions d'élevage de la souche, qui sont identiques à celles de la présente expérience, le taux sexuel (rapport du nombre des ♀ à celui des adultes des 2 sexes) est de 0,52. C'est cette valeur que nous utiliserons pour le calcul de la capacité d'accroissement selon Laughlin (1965).

### CAPACITÉ D'ACCROISSEMENT

Les données obtenues au cours de l'élevage des stades larvaires, puis des couples d'adultes, ont permis l'établissement de tables de survie et de fécondité ainsi que le tracé des courbes de la figure 1. Elles ont également permis de calculer un taux intrinsèque d'accroissement de population qui intègre les paramètres durée du développement, taux sexuel, longévité et fécondité des ♀ et qui permet de quantifier le pouvoir de multiplication d'une espèce donnée dans des conditions expérimentales précises. Connaissant la probabilité «ix»

HR en %	T en °C	durée du développement en jours								n
		oeuf	L1	L2	L3	L4	N	Σ		
60-90	21-31	6,1	2,3	1,8	2	8,2	10,9	31,3	60	
		5-7	2-4	1-3	1-2	7-9	10-11	±1,4		
85-90	20	9,2	3,8	2,6	3,4	12,4	18,7	50,3	36	
		6-12	3-5	2-5	2-7	12-16	15-21	±0,8		
75-85	25	5	2,8	1,8	1,6	7,8	10	2,8	42	
		5-6	2-4	1-3	1-2	6-8	10-11	±1,3		
70-75	30	5,2	1,9	1,1	1,7	7,2	8,4	25,6	30	
		5-6	1-4	1-2	1-2	7-8	7-10	±2		

TABLEAU 2

*Durée moyenne en jours du développement des stades préimaginaux de H. raynevali dans différentes conditions de températures et d'hygrométrie. Les moyennes sont accompagnées des extrêmes ou de l'intervalle de confiance à 5 %*

pour une ♀ d'être en vie à l'âge «x», et le nombre «mx» d'œufs ♀ pondus entre l'âge «x-1» et l'âge «x», on peut calculer une capacité d'accroissement (capacity for increase) définie comme suit par **Laughlin** :

$$r_c = \frac{\text{Log } R_0}{T_c}$$

avec  $R_0 = \sum l_x m_x$  = taux net de reproduction en nombre d'œufs à descendance femelle

$T_c$  = âge de la ♀ en jours à 50 % du  $R_0$

$r_c$  = capacité d'accroissement.

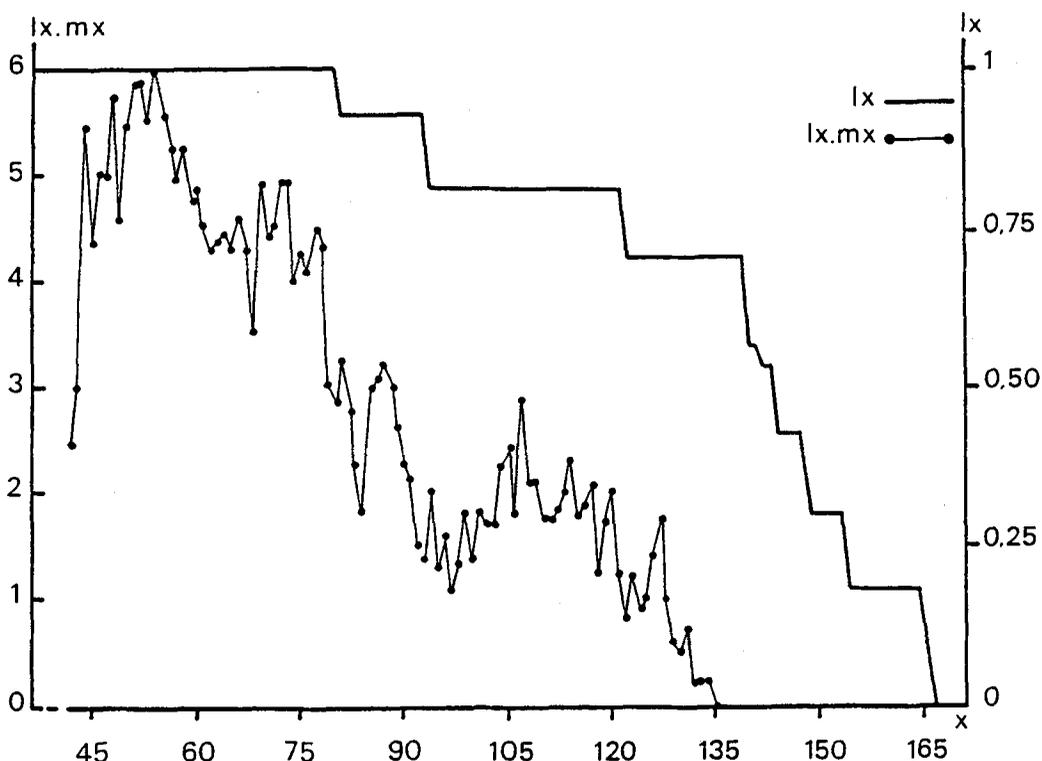


Fig. 1. *Hyperaspis raynevali* : évolution de l'espérance de vie ( $l_x$ ) et du produit ( $l_x m_x$ ) en fonction de l'âge ( $x$ ) des femelles ; ( $m_x$ ) = nombre des œufs à descendance femelle pondus entre l'âge  $x-1$  et l'âge  $x$ .

Ce paramètre est un bon outil de comparaison des réponses d'une espèce placée en situations écologiques différentes ou de comparaison de plusieurs espèces dans une même situation, ce qui est ici le cas. Il peut être tenu ici pour une bonne valeur de travail [comparé à celui d'**Andrewartha & Birch**, (1954), plus complexe et de signification biologique moins nette] car il est utilisé dans une démarche comparative et pour caractériser le développement d'une population au cours d'un petit nombre de générations (**Fabres & Kiyindou**, 1985).

Nous donnons dans le tableau 3 les valeurs du  $r_c$  obtenues pour *E. flaviventris*, pour *H. s. hottentotta* et pour *H. raynevali*. Dans le cas de la dernière espèce, cette valeur signifie que théoriquement, et dans les conditions de l'étude, la coccinelle multiplie ses effectifs par 271,7 en 69 jours. Sa capacité d'accroissement est ainsi bien supérieure à celle des 2 espèces locales testées en conditions identiques. Pour cette comparaison nous avons fait abstraction de la mortalité des différents stades de développement, qui est extrêmement faible pour les espèces locales (Fabres & Kiyindou, 1985).

	Ro	Tc	$r_c$
<i>H. raynevali</i>	271,7	69	0,081
<i>H. s. hottentotta</i>	123,7	64	0,075
<i>E. flaviventris</i>	66,6	77	0,054

TABLEAU 3

Comparaison des capacités d'accroissement de *H. raynevali* et des deux coccinelles locales (voir texte)

#### MORTALITÉ EMBRYONNAIRE

Au cours des élevages de *H. raynevali* nous avons noté une mortalité embryonnaire importante (la mortalité larvaire et nymphale reste faible), et nous avons étudié ce phénomène à différentes températures et hygrométries, car il est susceptible de modifier notablement la capacité d'accroissement de l'auxiliaire (tableau 4).

T en °C	20	25	30	30	30
HR en %	85_90	75_85	70_75	90_95	50_55
mortalité en %	13,9	26	48,7	60	94

TABLEAU 4

Mortalité embryonnaire chez *H. raynevali* dans différentes conditions d'incubation ( $n = 60$ )

Si l'on observe, comme c'est souvent le cas, une forte mortalité embryonnaire lorsqu'à une température élevée est associée une hygrométrie faible (ici 90 % à 30°C et 50-55 % H.R.), on constate également que les valeurs de la mortalité restent élevées pour des couples thermohygrométriques habituellement optimaux en régions tropicales chaudes et humides (26 % à 25°C et 75-85 % H. R.).

Lorsqu'on intègre ce facteur limitant de 26 % de mortalité embryonnaire, dans le calcul de la capacité d'accroissement de la population à 25°C (température de référence déjà utilisée pour les espèces locales), les paramètres biologiques de l'espèce en sont sensiblement modifiés :  $R_0 = 201,6$  ;  $T_c = 70$  et  $r_c = 0,075$ . La capacité d'accroissement de *H. raynevali* est ainsi réduite à une valeur du même ordre que celle obtenue pour l'espèce locale *H. s. hottentotta*, la plus performante des 2 (tableau 3).

## DISCUSSION

L'étude des modalités de la reproduction chez *H. raynevali* montre, en première analyse, que cette espèce possède un potentiel d'accroissement théorique de ses populations supérieur à celui des espèces locales. Dans nos conditions expérimentales, *H. raynevali* augmente rapidement ses effectifs par une ponte précoce (45 jours), abondante ( $R_0$  nettement supérieur à celui d'*H. s. hottentotta*) et bien groupée au cours du premier mois (fig. 1). La valeur calculée de la capacité d'accroissement illustre parfaitement ce point. Deux aspects de la biologie de cet auxiliaire viennent cependant tempérer cette observation, intéressante au plan de la lutte biologique. Il s'agit de l'influence des basses températures et de la mortalité embryonnaire en élevage.

En termes de régulation des populations de ravageurs, l'intervention d'un prédateur est d'autant plus efficace qu'il intervient assez tôt dans la chronologie de la pullulation du phytophage et qu'il développe ainsi ses capacités prédatrices sur de faibles effectifs de la proie (Doutt & De Bach, 1964). Or chez *H. raynevali* la durée du développement augmente considérablement avec la baisse des températures (50 jours à 20°C contre 28 jours à 25°C). Ce mécanisme est susceptible de réduire sensiblement la capacité d'accroissement de l'auxiliaire en saison fraîche (juillet-août) et de retarder l'augmentation rapide de ses effectifs au moment où, précisément, la cochenille initie sa pullulation. Les premières observations de terrain, après libération de l'auxiliaire en plein champ nous renseigneront sur le bien fondé de cette hypothèse.

L'interprétation de la forte mortalité embryonnaire peut faire intervenir plusieurs hypothèses dont aucune n'a été jusqu'ici testée. Malgré l'origine tropicale humide de basse altitude de *H. raynevali* on peut penser que cette espèce puisse être relativement sténotherme et qu'elle ne puisse se développer aux températures élevées sans une forte mortalité embryonnaire. La littérature fournit des exemples de ce type de mécanisme (Chazeau, 1981).

La monophagie en élevage peut entraîner une stérilité des ♂ comme l'a montré Canard (1973) sur des Chrysopes. Ce point semble particulièrement important à préciser dans la perspective de l'élevage de cet auxiliaire pour une éventuelle production de masse.

Bien qu'un tel mécanisme n'ait pas été mis en évidence, on peut envisager une influence de l'alimentation des adultes sur le développement des œufs. Ce point soulève la question de la spécificité alimentaire chez les coccinelles prédatrices (Hodek, 1978) et celle de leur développement sur une nouvelle proie à des fins de lutte biologique (Ipertí, 1961).

De nombreuses questions restent donc posées et tout particulièrement celle de la capacité prédatrice de *H. raynevali* qui n'a pas été abordée. Il est donc encore trop tôt pour se prononcer sur les potentialités régulatrices de cette espèce exotique.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions J. Chazeau et C. Duverger pour l'identification de la coccinelle ; C. Bénassy et G. Ipertí pour leurs conseils et leur lecture critique du manuscrit.

## SUMMARY

Capacity for increase in *Hyperaspis raynevali* [Col. : Coccinellidae], a predator introduced to Congo for biological control of *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae].

The Coccinellid *Hyperaspis raynevali* Mulsant is a predator of the cassava mealybug *Phenacoccus herreni* Cox & Williams in French Guyana. It has been introduced to Congo for the control of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero. Prior to field releases, a culture of the predator was kept in the laboratory to study some of its biological characteristics. The Laughlin's capacity for increase ( $r_c$ ) is higher than the  $r_c$  of the local species *Exochomus flaviventris* Mader and *Hyperaspis senegalensis hottentotta* Mulsant. Under laboratory conditions (temperature 26°C, moisture 70 %),  $r_c = 0,081$  with  $R_0 = 271,7$  and  $T_c = 69$ . The development rate is much reduced at temperatures lower than 25°C and a high embryonic mortality is recorded at temperatures ranging from 20 to 30°C.

KEY-WORDS : *Hyperaspis raynevali*, capacity for increase, prey-predator relationships, cassava mealybug, Congo.

Reçu le : 5 Mai 1986 ; Accepté le : 15 Juillet 1986.

## REFERENCES

- Andrewartha, H. G. & Birch, L. C. - 1954. The Distribution and Abundance of Animals. - Univ. Chicago Press, 782 p.
- Akinlosotu, T. A. - 1981. The control of the cassava mealybug and green spider mite by the effective use of their natural enemies. - Workshop on cassava production and extension in Central Africa, Mbanza-Ngungu, Zaire, 117-121.
- Belloti, A. C., Reyes, J. A. & Varela, A. M. - 1983. Observations on cassava mealybug in the Americas ; their biology, ecology and natural enemies. - VI Symp. Int. ISTRC, Lima, Peru, 339-352.
- Canard, M. - 1973. Influence de l'alimentation sur le développement, la fécondité et la fertilité d'un prédateur aphidiphage *Chrysopa perla* L. [Neuroptera Chrysopidae]. - Thèse Doct. Etat, Univ. P. Sabatier, Toulouse, 175 p.
- Chazeau, J. - 1981. Données sur la biologie de *Coelophora quadrivittata* [Col. : Coccinellidae], prédateur de *Coccus viridis* [Hom. : Coccidae] en Nouvelle-Calédonie. - Entomophaga, 26, 301-312.
- Doutt, R. L. & De Bach, P. - 1964. Some biological control concepts and questions, pp. 118-142. In Biological Control of Insect Pests and Weeds. (P. De Bach & E. I. Schlinger, eds.) - Chapman & Hall, London.
- Fabres, G. - 1981. Bioécologie de la cochenille du manioc [*Phenacoccus manihoti*, Hom. : Pseudococcidae] en République Populaire du Congo. II. - Variations d'abondance et facteurs de régulation. - Agron. Trop., 36, 369-376.
- Fabres, G. & Matile-Ferrero, D. - 1980. Les entomophages inféodés à la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] en République Populaire du Congo. I. - Les composantes de l'entomocoenose et leurs inter-relations. - Ann. Soc. Entomol. Fr. (NS), 16, 509-515.
- Fabres, G. & Kiyindou, A. - 1985. Comparaison du potentiel biotique de deux coccinelles [*Exochomus flaviventris* et *Hyperaspis senegalensis hottentotta*, Col. : Coccinellidae] prédatrices de *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] au Congo. - Acta Oecologica. Oecol. Applic., 6, 339-348.
- Hodek, I. - 1978. Spécificité alimentaire des entomophages vis-à-vis de leur proie. - Ann. Zool. Ecol. Anim., 10, 407-413.
- Iheagwam, E. U. - 1981. Natural enemies and alternate host-plant of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* in south-eastern Nigeria. - Rev. Zool. Afri., 95, 433-438.

- Iperti, G.** – 1961. Les coccinelles. Leur utilisation en agriculture. – *Rev. Zool. Agric. Appl.*, 1-3, 2-28.
- Laughlin, R.** – 1965. Capacity for increase : a useful population statistic. – *J. Anim. Ecol.*, 34, 77-91.
- Lema, L. M., Hennessey, R. D. & Herren, H. R.** – 1984. The cassava mealybug front hypothesis : role of indigenous natural enemies. – *II Triennial Symp. ISTRC (AB)*, Yaoundé, Cameroun, 90-92.
- Matile-Ferrero, D.** – 1977. Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique Equatoriale, *Phenacoccus manihoti*, n. sp. [*Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae*]. – *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 13, 145-152.
- 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*] in Southern Nigeria. – *Entomophaga*, 29, 87-93.
- Solomon, M. E.** – 1951. Control of humidity with potassium hydroxyde, sulfuric acid or other solutions. – *Bull. Entomol. Res.*, 42, 543-554.
- Umeh, E. D. N.** – 1982. Biological studies on *Hyperaspis marmottani* Fairn. [*Col. : Coccinellidae*] a predator of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat. Fer. [*Hom. : Pseudococcidae*]. – *Z. Angew. Entomol.* 94, 530-532.