

Fonds Documentaire IRD

Cote : B* 23114 Ex : *Unique*

ENTOMOPHAGA 33 (4), 1988, 453-465

Exemplaire unique

PARASITISME AU LABORATOIRE
ET AU CHAMP D'*EPIDINOCARSIS (APOANAGYRUS) LOPEZI*
[HYM. : *ENCYRTIDAE*] AUXILIAIRE EXOTIQUE
INTRODUIT AU CONGO POUR LA RÉGULATION DE L'ABONDANCE
DE *PHENACOCCLUS MANIHOTI* [HOM. : *PSEUDOCOCCIDAE*]

A. BIASSANGAMA (*), G. ~~FABRES~~ (**) & J. P. NENON (*)

(*) Laboratoire d'Entomologie Fondamentale et Appliquée,
Université de Rennes I, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France

(**) Laboratoire d'Entomologie Appliquée à l'Agriculture,
Centre O.R.S.T.O.M., B.P. 181, Brazzaville, R.P. du Congo

L'Hyménoptère parasitoïde *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) a été introduit d'Amérique du Sud au Congo pour le contrôle des populations de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero. Dans les conditions du laboratoire, les principaux paramètres du développement ont été étudiés : le temps de développement entre la ponte de l'œuf et l'émergence de l'adulte est en moyenne de 15,6 jours ; le taux sexuel est de 56 % de femelles en maintien de souche, variable selon le stade des hôtes présents ; la longévité des ♀♀ est de 42,26 jours ; la fécondité moyenne pour des ♀♀ nourries de miel s'établit autour de 207,6 œufs sur une période de 40 jours (5,2 œufs par jour en moyenne), elle est inférieure en absence d'alimentation (141 œufs au total et 3,8 par jour) ; le stade hôte choisi pour la ponte est essentiellement la larve L3 (à un moindre degré les jeunes ♀♀ sans ovisac) ; le superparasitisme peut atteindre 64 % en situation de raréfaction de l'hôte, mais il n'est que de 5,7 % en présence de fortes proportions de L3. Après des lâchers expérimentaux, l'auxiliaire s'est acclimaté dans les champs expérimentaux et a colonisé les champs voisins. Ses taux de parasitisme achevé ont atteint un maximum de 15,4 % des stades préférentiels (22 % pour le parasitisme en cours) avant le pic de gradation de la cochenille. Ces données présentent *E. lopezi* comme un parasitoïde ayant de bonnes qualités intrinsèques mais qui, à l'heure actuelle, ne parvient pas à réguler les populations de la cochenille dans la zone où il a été lâché.

MOTS CLÉS : *Epidinocarsis lopezi*, acclimatation, dispersion, potentiel parasitaire, relations hôte-parasitoïde, Congo.

Originaire de l'Amérique du Sud, la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero a été signalée en 1973 au Congo (Silvestre, 1973) et au Zaïre (Hahn & Williams, 1973), puis très rapidement dans les pays limitrophes. Actuellement ce ravageur a envahi la majeure partie de la zone de culture du manioc en Afrique (Herren & Lema, 1982). Les dégâts occasionnés vont croissant et hypothèquent gravement une production vivrière de subsistance et de sécurité, essentielle en Afrique intertropicale.

Des impératifs agronomiques (dispersion et parcellisation générale de la culture en milieu rural), alimentaires et culturels (récolte et consommation du feuillage et des tubercules étalés dans le temps) et économiques (culture sans aucun investissement financier) ne permettent pas d'envisager que le recours à des méthodes biologiques de régulation de l'abondance.

ARRIVÉ LE: 13.03.89
N° : 242
PHOTOCOPIE A:
CLASSER: FABRES

Fonds Documentaire IRD



010023114

Dans cette perspective, l'Hyménoptère Encyrtidae *Epidinocarsis (Apoanagyrus) lopezi* (De Santis), également originaire des régions tropicales sud américaines, a été introduit dans plusieurs pays africains par les soins de l'International Institute of Tropical Agriculture (Anonyme, 1982, 1983, 1984 ; Lema & Herren, 1985a). Cet auxiliaire a été lâché au sein des entomocénoses locales, qui associent des parasitoïdes et des prédateurs indigènes, et qui ont déjà fait l'objet d'études ponctuelles au Congo (Fabres & Matile-Ferrero, 1980), au Zaïre (Nwanze, 1978) et au Gabon (Boussienguet, 1986).

Dans une optique de maintien de souche, d'élevage de masse, et de lâchers expérimentaux, nous avons étudié quelques aspects essentiels de la biologie de la reproduction et de l'écophysiologie du parasitisme d'*E. lopezi*. Nous avons également, par une approche préliminaire, suivi l'installation du parasitoïde dans les champs de manioc et mesuré son action parasitaire après lâcher d'un inoculum de 400 individus. L'ensemble des résultats obtenus fait l'objet de la présente note.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

PROVENANCE ET CONDITIONS D'ÉLEVAGE DE LA COCHENILLE ET DU PARASITOÏDE

La souche de *Phenacoccus manihoti* provient de la région de Kombé (17 km O-SO de Brazzaville) ; elle est maintenue sur jeunes plants de manioc (*Manihot esculenta* Crantz), de diverses variétés, issus de boutures verticales. La souche est renouvelée chaque année au moment de la gradation de la cochenille.

Les parasitoïdes proviennent d'une souche maintenue à Brazzaville depuis 1982 et issue d'un lot d'adultes en provenance de l'IITA.

Les différentes expérimentations ont été conduites au laboratoire, sous thermo et hygropériodes tamponnées par rapport aux conditions extérieures : température moyenne 26 °C (extrêmes 21-31), hygrométrie relative moyenne 70 % (extrêmes 60-90), photopériode 12/12. La durée de développement des différents stades a été étudiée dans les conditions constantes de 23 °C et 80 % d'hygrométrie relative.

FÉCONDITÉ D'*EPIDINOCARSIS LOPEZI* ET MODALITÉS DU PARASITISME EN CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Les expériences sont faites dans des boîtes de matière plastique transparente dont le couvercle est finement grillagé pour permettre l'aération et dont le fond est garni de papier filtre pour absorber l'eau de condensation.

Fécondité

Une expérience a été conduite avec 15 couples de parasitoïdes. Chacun est mis en présence de 10 cochenilles (5 L3 et 5 jeunes ♀♀) pendant 24 h. Les hôtes sont renouvelés chaque jour et remis en élevage en attendant l'émergence du parasitoïde. Les valeurs ainsi obtenues intègrent à la fois la fécondité réelle, la mortalité embryonnaire et larvaire ainsi que les effets du superparasitisme et de la compétition larvaire chez cette espèce le plus souvent solitaire.

Une expérience analogue a été conduite en disséquant les cochenilles hôtes immédiatement après leur exposition aux parasitoïdes, de façon à mieux estimer la fécondité des ♀♀ et le rythme de la ponte. Dans ce cas, 2 lots ont été suivis, l'un nourri de miel et l'autre non. L'expérience a duré 40 jours.

Stade hôte préférentiel

Chaque femelle de *E. Lopezi* est placée en situation de choix : 5 L3, 5 jeunes ♀♀, 5 ♀♀ avec ovisac, pendant 24 h. Chaque jour le lot des cochenilles est renouvelé. Les hôtes exposés au parasitoïde sont disséqués pour une recherche des œufs pondus. L'expérience dure 10 jours et 5 ♀♀ du parasitoïde sont testées simultanément.

Superparasitisme

Chaque femelle du parasitoïde est mise en présence d'un lot de cochenilles renouvelé chaque jour. Les lots sont de 20, 10 et 4 cochenilles, formés en parties égales de L3 et de jeunes ♀♀. L'expérience est conduite pendant 7 jours consécutifs et avec 5 ♀♀ d'*E. lopezi* différentes.

ACCLIMATATION ET PARASITISME AU CHAMP

Pour les lâchers de parasitoïdes, nous avons choisi la région de Kombé, proche de Brazzaville, car c'est là que toutes les études de dynamique de population, portant sur *P. manihoti*, ont été conduites jusqu'ici. Nous avons pu ainsi tirer avantage des connaissances acquises sur l'agrosystème manioc et les modalités des gradations saisonnières de la cochenille.

Nous avons utilisé 2 champs contigus, plantés de pieds de manioc de 2 ans car l'abondance des cochenilles y est plus grande que dans les champs de 1 an (Fabres & Le Rü, 1988). Le lâcher a eu lieu en début de gradation, à une période où les colonies sont encore de petite taille, et où la proportion en L3 est maximale : le 6 juillet 1983 date du lâcher, les relevés montrent une densité moyenne de 10 cochenilles de tous stades par pied de manioc, avec 16 % de L3. Le lâcher concerne 400 adultes de *E. lopezi* dont 50 % de femelles.

Entre le lâcher initial et les premiers dénombrements, 20 jours ont été comptés, qui correspondent largement au temps de développement préimaginal mesuré en élevage au laboratoire (15,6 j). Au-delà de ce laps de temps, nous avons mis en place plusieurs protocoles d'évaluation de la présence du parasitoïde :

— Dans un des champs, nous avons effectué des prélèvements hebdomadaires de 50 cochenilles (25 L3 et 25 jeunes ♀♀) qui sont disséquées au laboratoire pour comptage des différents stades de développement d'*E. lopezi* (parasitisme en cours). Les cochenilles sont récoltées le long d'un transect, au cours de l'examen de 30 apex de manioc, à raison de 2 à 3 cochenilles par apex les plus infestés.

— Dans le second champ, comptage hebdomadaire des trous de sortie des adultes (parasitisme achevé) au cours de l'examen de 30 apex de manioc, le long d'un transect, et selon la méthode mise au point par Fabres (1981), pour le dénombrement des cochenilles. Ces observations ont été conduites tout le temps de la pullulation de la cochenille, du mois de juillet au mois de novembre. Les taux de parasitisme que l'on obtient par cette méthode sont surévalués du fait de la persistance des momies après l'émergence du parasitoïde.

— Quatre cylindres englués, de couleur jaune (10 cm de diamètre et 25 cm de haut), sont disposés à 100, 200, 300 et 400 m du point de lâcher. Ils sont relevés tous les 15 jours pour le dénombrement des parasitoïdes englués.

RÉSULTATS

L'exposé des résultats, expérimentaux notamment, suit un ordre relativement arbitraire du fait des interdépendances étroites entre les différents paramètres étudiés au laboratoire et sur le terrain.

EVALUATION DU POTENTIEL PARASITAIRE

Durée du développement préimaginal

La durée du développement des différents stades est très variable selon les conditions thermohygrométriques. A titre d'exemple, **Herren** (1982) donne pour *E. lopezi* une durée de développement, de l'œuf à l'émergence de l'imago, de $14,2 \pm 1,3$ jours aux conditions constantes de 27°C et 75 % HR, tandis que **Odebiyi & Bokonon-Ganta** (1986) indiquent une fourchette de 11 à 25 jours à des températures allant de 24 à 31°C et une hygrométrie relative de 79 à 90 %.

Dans les conditions d'élevage précédemment définies pour l'étude des durées de développement, nous avons utilisé 30 ♀♀ de *E. lopezi* réparties en groupes de 10 pour infester 3 lots de 100 cochenilles L3. Après exposition de 24 h pour la ponte, des lots de 20 cochenilles sont disséqués toutes les 12 h pour examiner l'état de développement des différents stades.

Les observations ont permis de déterminer la durée moyenne de chacun d'eux : 23 h pour le développement embryonnaire et l'éclosion de la L1, 108 h pour le développement larvaire ($22\text{ h} + 16\text{ h} + 18\text{ h} + 52\text{ h}$), 87 h pour la prénymphe et 158 h pour la nymphe, soit un développement en 376 h avec des extrêmes de 350 et 388 h : 15,6 jours de la ponte de l'œuf à l'émergence de l'adulte, ce qui correspond à la phase de vie endoparasitaire d'*E. lopezi*.

Longévité de l'adulte

La longévité, dans les conditions de l'élevage, a été mesurée sur 50 couples nourris de miel. La longévité moyenne des ♀♀ est de $42,26 \pm 7,85$ jours (maximum 59 jours) ; celle des ♂♂ est de $36,62 \pm 6,81$ jours (maximum 49 jours). La phase de ponte a duré jusqu'à 47 jours pour une des ♀♀ étudiées.

Fécondité et rythme de ponte

Une première mesure du pouvoir de multiplication par dénombrement de la descendance de ♀♀ fécondées, nourries de miel, nous a donné la valeur de $44,6 \pm 8,4$ adultes des deux sexes par femelle. **Odebiyi & Bokonon-Ganta** (1986) donnent une moyenne de 67 descendants par femelle avec des extrêmes de 38 à 101.

Cette méthode d'évaluation du pouvoir de multiplication fut, dans notre cas, fortement compromise par la mortalité des cochenilles remises en élevage après contact avec les parasites. Cette mortalité pourrait être interprétée, à la suite de **Neuenschwander & Madojemu** (1986) et d'**Iziquel, Le Ralec & Nénon** (sous presse), comme le résultat de mutilations et piqûres nutritionnelles de *E. lopezi*.

L'étude plus précise de la fécondité et du rythme de ponte par dénombrement quotidien des œufs trouvés à l'intérieur des cochenilles a permis le tracé des courbes de la figure 1. Les femelles nourries de miel ont pondu en moyenne $207,6 \pm 14,8$ œufs sur une période de 40 jours avec une ponte quotidienne moyenne de $5,2 \pm 0,3$ œufs. Pour les ♀♀ non nourries, la période de ponte est très légèrement raccourcie et la ponte totale est de $141 \pm 6,1$ œufs avec une ponte journalière moyenne de $3,8 \pm 0,1$ œufs. Le rythme de ponte journalier est tout à fait comparable au cours des 14 premiers jours, mais pour les ♀♀ non nourries, le nombre des œufs déposés chute très nettement au 20^e jour.

Malgré la sous-évaluation du pouvoir de multiplication du parasitoïde par dénombrement de la descendance, ces 2 types de résultats, associés à ceux de **Odebiyi & Bokonon-**

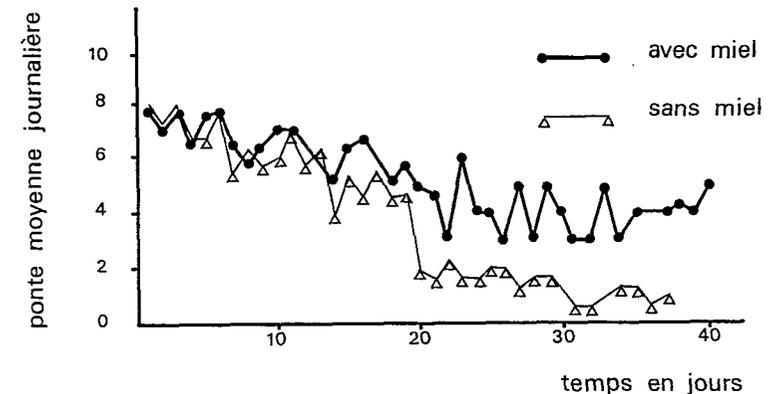


Fig. 1. Rythme de la ponte journalière des femelles d'*Epidinocarsis lopezi* nourries ou non de miel.

Ganta, laissent supposer qu'une mortalité importante intervient au cours du développement embryonnaire du parasitoïde. Celle-ci pourrait être due à la compétition larvaire (superparasitisme chez une espèce solitaire) ou à l'encapsulation par l'hôte, comme nous l'évoquerons plus loin.

Ceci montre également la nécessité de fournir aux ♀♀ en élevage un appoint en aliments énergétiques. Dans la nature, ou lorsque l'élevage est conduit avec des colonies en place sur feuilles de manioc, cet apport est probablement fourni par le miellat excrété par l'hôte.

Taux sexuel

Le taux sexuel de la descendance de ♀♀ accouplées et nourries de miel a été établi à la suite d'un élevage de 15 ♀♀, chacune mise en présence de 10 cochenilles placées, après leur infestation, sur feuilles de manioc où elles se fixent. Sur 669 descendants, le pourcentage des ♀♀ est de 56. L'expérience a cependant permis de remarquer que beaucoup plus de ♂♂ que de ♀♀ émergent des L3 infestées (165 ♂♂ sur 255), alors que le résultat est inverse pour les jeunes ♀♀ (129 ♂♂ sur 414). Ce phénomène, observé chez d'autres Hyménoptères parasitoïdes (**Fisher**, 1971 ; **Panis & Demolin**, 1975 ; **Barbosa & Frongillo**, 1979), est à prendre en considération pour la conduite des élevages.

RELATIONS HÔTE-PARASITOÏDE

Stade hôte préférentiel pour l'infestation

Les résultats des expériences de choix sont présentés dans le tableau 1. On observe une nette préférence des ♀♀ d'*E. lopezi* pour les L3 et, en second lieu, pour les jeunes ♀♀. Les cochenilles avec ovisac sont très faiblement infestées.

Cette observation est confirmée par des comptages sur le terrain réalisés en début de pullulation du ravageur, au moment où les densités de cochenilles sur apex sont encore faibles (5 à 16 cochenilles de tous stades par apex) et où les différents stades hôte sont bien isolés les uns des autres. Ainsi, sur 120 apex examinés dans le même champ au cours du mois d'août (30 apex par semaine), nous avons comptabilisé 24 trous de sortie du parasite sur des L3, 11 sur des jeunes ♂♂ et 3 sur des ♀♀ avec ovisac.

TABLEAU 1

Répartition de la ponte de 5 ♀♀ d'*Epidinocarsis lopezi* (numérotées de 1 à 5) en présence de différents stades de développement de la cochenille (L3, jeunes ♀♀ et ♀♀ avec ovisac)

Stade hôte infesté	n° 1	Femelles d' <i>Epidinocarsis lopezi</i>					Total	% des hôtes parasités
		2	3	4	5			
L3	42	52	41	45	46	226	65,5	
Jeunes ♀♀	20	23	23	21	19	106	30,7	
♀♀ avec ovisac	4	4	2	2	1	13	3,8	

La connaissance de cette préférence du parasite pour un stade hôte donné est d'une grande importance pour le maintien des souches au laboratoire et pour les élevages de masse. Elle est également utile à la préparation des lâchers dans les champs. En effet, au cours des pullulations saisonnières, on peut facilement suivre sur le terrain l'évolution de la structure de la population de la cochenille : succession des premières générations et périodes où les colonies sont riches en L3 et en jeunes ♀♀ (Fabres & Boussianguet, 1981).

Superparasitisme

Les expériences précédentes, destinées à mesurer la fécondité du parasite et préciser les stades hôte choisis pour la ponte, nous ont mis en présence de nombreux cas de superparasitisme. Ce phénomène est d'une grande importance, tant pour la mise au point d'un élevage de masse, que pour l'évaluation des chances de succès d'un traitement biologique.

Les résultats présentés dans le tableau 2 montrent que le superparasitisme apparaît dans toutes les situations expérimentales. En présence de 20 cochenilles, la femelle du parasite

TABLEAU 2

Influence de la densité (20, 10 et 4 cochenilles) et du stade de développement de l'hôte (L3 ou jeunes ♀♀) sur le comportement de superparasitisme d'*Epidinocarsis lopezi* (L3 = larve de 3^e stade ; JF = jeunes ♀♀)

Stades	Nombre de cochenilles hôtes fourmies chaque jour					
	20	10		4		
	10 L3	10 JF	5 L3	5 JF	2 L3	2 JF
Cochenilles non parasitées en %	54,8	80	20	70,5	0	16,7
Cochenilles avec 1 parasite en %	43,3	14,3	75,2	16,6	69,1	19
Cochenilles avec plusieurs parasites en %	1,9	5,7	4,8	13,4	30,9	64,3

L3 : stade larvaire 3.
JF : jeune ♀♀ sans ovisac.

néglige jusqu'à 80 % des hôtes potentiels (54,77 % lorsqu'il s'agit de L3) pour superparasiter 5,73 % d'entre eux. On ne trouve dans ce cas que 2 œufs dans chaque cochenille. En situation de raréfaction de l'hôte (4 cochenilles par jour), le taux de superparasitisme s'élève jusqu'à 64 % alors que 16,70 % des hôtes ne sont pas exploités (avec jeunes femelles). Dans ce cas, on trouve jusqu'à 3 œufs par hôte.

Nous retrouvons ici la préférence marquée pour les L3 (le superparasitisme est faible tant que des L3 sont disponibles), mais le superparasitisme s'accroît fortement lorsque ce stade est rare (30,93 % de L3 superparasitées dans le cas de 4 cochenilles par femelle et par jour).

Sans pouvoir nous fournir une interprétation comportementale ou évolutionniste de ce mécanisme complexe du superparasitisme (Labeyrie & Rojas-Rousse, 1985), ces résultats donnent d'utiles indications sur les densités d'hôtes à utiliser en élevage. Ils nous montrent de plus l'importance de l'étude de ce phénomène sur le terrain. On attend en effet d'un auxiliaire qu'il distribue la totalité de sa ponte à raison d'un seul œuf par hôte.

PREMIÈRE DONNÉES SUR L'ACCLIMATATION DU PARASITOÏDE AU CONGO

Les données acquises sur les principaux traits biologiques et comportementaux du parasitoïde nous ont permis de préparer les opérations d'acclimatation avec plus de clairvoyance, et d'augmenter ainsi les chances de succès. Après l'introduction d'un inoculum dans les conditions qui nous ont semblé les meilleures (voir matériel et méthodes), nous avons suivi le développement des premières générations sur le terrain, mesuré les taux de parasitisme et leur évolution en fonction de l'abondance du ravageur, puis vérifié la dispersion du parasitoïde à partir du point de lâcher.

Parasitisme en cours

Tout au long des deux mois qui ont suivi les lâchers, les dissections hebdomadaires de 50 cochenilles ont montré la présence constante de larves de *E. lopezi* dans les cochenilles prélevées (tableau 3). Au cours de cette période du 26.07 au 14.09, les densités de cochenilles sont relativement faibles ne dépassant pas 300 stades hôtes favorables (L3,

TABLEAU 3

Evolution du pourcentage de parasitisme en cours tout au long de la saison sèche de 1983. Dissection de 50 cochenilles (L3 et jeunes ♀♀) chaque semaine

Date du prélèvement	26.07	01.08	08.08	17.08	22.08	30.08	06.09	14.09
% cochenilles parasitées	18	18	20	14	14	16	16	22

jeunes ♀♀ et ♀♀ avec ovisac) pour 30 apex (fig. 2). C'est pour cette raison que les cochenilles parasitées sont relativement abondantes, qu'il est possible d'en récolter régulièrement au moyen d'un petit échantillon, et qu'on observe un taux de parasitisme assez élevé, de 20 % le 08.08 et de 22 % le 14.09. Notons cependant qu'il s'agit d'un taux de parasitisme calculé par rapport aux seuls stades de développement préférentiels et non par rapport à l'ensemble

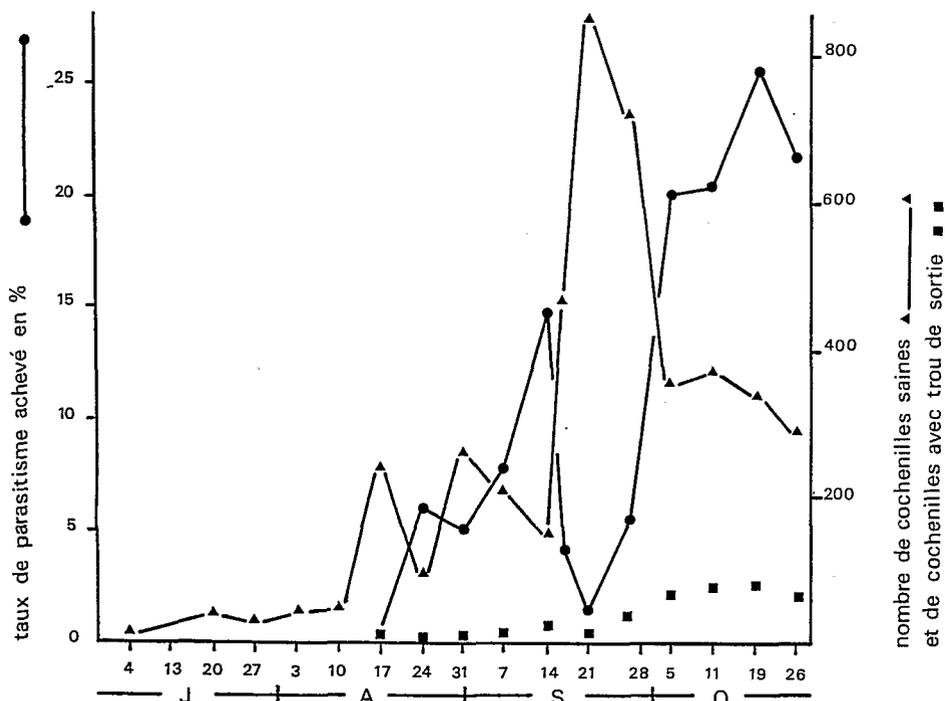


Fig. 2. Comparaison des variations d'abondance de la cochenille (triangles), de celles du parasitoïde (carrés), et des variations du taux de parasitisme achevé (ronds), au cours de la phase de pullulation du ravageur (année 1983).

des cochenilles présentes sur les apex. **Neuenschwander, Schulthess & Madojemu** (1986) enregistrent des valeurs de 22 à 33 % rapportées aux seuls stades L3 et jeunes ♀♀.

Si l'on rapproche ces valeurs (tableau 3) de celles des fluctuations de l'abondance des stades hôte (fig. 2), on peut remarquer qu'entre le 17.08 et le 14.09 les densités de la cochenille augmentent sensiblement (de 50 hôtes pour 30 apex à 300) et que les taux de parasitisme se maintiennent entre 14 et 22 %. Cette observation plaide en faveur d'une bonne réponse du parasitoïde à une augmentation des effectifs de l'hôte.

Parasitisme achevé

Ainsi que nous l'avons vu plus haut, l'utilisation des trous d'émergence comme indicateur d'activité parasitaire doit être faite avec précaution. Cette méthode a cependant l'avantage d'être utilisable en plein champ tout au long de la gradation du ravageur (ce qui évite le biais introduit par le difficile échantillonnage, dans une population de cochenilles à fortes tendances agrégatives) et de dénombrer les cochenilles effectivement éliminées par le développement des larves du parasitoïde.

L'analyse de la fluctuation chronologique des taux de parasitisme achevé montre une augmentation régulière des valeurs obtenues, avec 2 pics le 14.09 (15,4 %) et le 19.10

TABLEAU 4

Dénombrements hebdomadaires des trous d'émergence des adultes d'*Epidinocarsis lopezi* sur les stades L3, jeunes ♀♀ et ♀♀ avec ovisac et évolution des taux de parasitisme achevé au cours de la saison sèche de 1983. Examen sur le terrain des colonies de la cochenille sur 30 pieds de manioc

Date des dénombrements	8.8	17.8	22.8	30.8	6.9	14.9	19.9	26.9	4.10	11.10	19.10	2.11
Nombre de cochenilles avec trou de sortie	0	6	15	17	24	22	16	38	74	80	92	60
Nombre de cochenilles saines	251	86	251	188	132	450	858	700	283	298	256	241
Total	251	92	266	205	156	472	874	738	357	378	348	301
% parasitisme achevé	0	6,5	5,6	8,2	15,4	4,7	1,8	5,1	20,7	21,1	26,4	20

(25,4 %). Pour essayer d'interpréter ce phénomène, nous avons porté sur un même graphique la courbe chronologique des variations du taux de parasitisme achevé et celle de l'abondance des stades hôtes (fig. 2).

Du 17.08 au 14.09, le taux de parasitisme croît régulièrement alors que la densité de l'hôte est relativement stable. Nous avons précédemment observé ce type d'évolution en examinant les taux de parasitisme en cours, enregistrés pour la même période d'initiation de la pullulation. Ceci traduit l'installation d'une population du parasitoïde, à partir de l'inoculum initial, avec effet multiplicateur de la succession rapide des générations.

Entre le 14.09 et le 26.09, l'augmentation brutale de l'abondance de la cochenille est suivie, pour le parasitoïde, par une chute des taux de parasitisme. On interprète habituellement ce mécanisme en estimant que le parasite est alors au maximum du potentiel d'accroissement de sa population et qu'il ne peut plus répondre à une augmentation de l'abondance de l'hôte par une augmentation de ses propres effectifs. Le parasitoïde maintient ses effectifs à une valeur maximale (nombre de parasites dans le champ, en valeurs absolues : fig. 2 nombre de cochenilles avec trou de sortie), mais les taux de parasitisme fluctuent en fonction inverse des variations d'abondance de l'hôte. **Odebiyi & Bokonon-Ganta** (1986) signalent un mécanisme analogue observé au laboratoire : en présence de densités croissantes (10 et 20 cochenilles par femelle) les taux de parasitisme chutent (30 et 11 % respectivement).

Les forts pourcentages de parasitisme obtenus au-delà du 28.09, au moment où les effectifs de la cochenille décroissent (en particulier le pic du 19.10 à 26,4 %), sont difficiles à analyser du fait d'une surévaluation provoquée par la permanence des momies sur le végétal.

Pour aller un peu plus loin dans l'analyse, il nous semble possible de retenir les valeurs du taux de parasitisme achevé enregistrées entre le 17.08 et le 14.09 : de 6 % à 15,4 %. En effet, elles concernent la phase préparatoire à la pullulation de la cochenille (faibles densités du ravageur et moment privilégié d'intervention de l'auxiliaire), et la phase d'augmentation régulière des taux de parasitisme. Ainsi, dans les meilleures conditions, et en considérant que la surévaluation des taux de parasitisme achevé est faible en début de gradation, on

pourrait estimer que le parasite détruit jusqu'à 15 % des L3 et des jeunes ♂♂ (à cette date, le taux de parasitisme en cours est de 22 %).

Cependant, si l'on rapporte cette valeur à l'ensemble de la population de la cochenille, tous stades confondus (321 cochenilles sur 30 pieds de manioc le 14.09), le taux de parasitisme achevé n'est plus que de 7,5 %, ce qui est faible au regard du pouvoir de multiplication du ravageur (Fabres & Boussienguet, 1981 ; Lema & Herren, 1985b ; Le Rü & Fabres, 1987). Nous retrouvons là l'opinion récemment émise par Neuenschwander & Madojemu (1986) sur le faible pouvoir de multiplication du parasitoïde en conditions naturelles.

Dispersion du parasitoïde

L'utilisation de 4 pièges englués situés à 100, 200, 300 et 400 m du point de lâcher, permet de se prononcer sur la présence-absence du parasitoïde à ces différentes distances. En effet les pièges sont très peu nombreux et l'analyse des récoltes ne peut être poussée très loin. 108 adultes seulement ayant ainsi été récoltés.

Sur le piège placé à 100 m, nous avons récolté des adultes dès le 01.08 (moins d'un mois après les lâchers), et au total, le 03.11, 69 adultes d'*E. lopezi*, ce qui traduit une dispersion active de l'auxiliaire. Sur les pièges à 200, 300 et 400 m, les premiers adultes ont été observés respectivement les 01.08, 30.08 et 26.09 et les récoltes totales au 03.11 ont été de 58, 30 et 21 adultes. Cette observation sur les possibilités de dispersion du parasitoïde dans le temps et dans l'espace est particulièrement intéressante replacée dans le contexte de l'agriculture paysanne : dans les zones de culture du manioc, les champs sont relativement proches les uns des autres (continuité dans l'espace) et distribués en une vaste mosaïque de parcelles de 1 et 2 ans ce qui assure une continuité dans le temps. Ceci devrait permettre une colonisation rapide et totale de régions entières, par le mécanisme que nous venons de décrire.

La chronologie des captures sur l'ensemble des pièges est donnée figure 3. Elle confirme les observations précédentes, à savoir : présence du parasitoïde tout au long de la

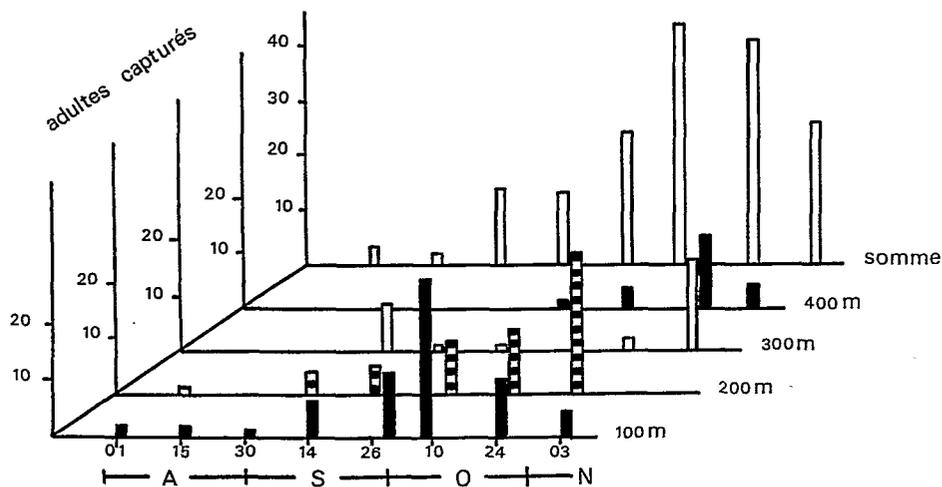


Fig. 3. Répartition chronologique et spatiale des captures d'adultes d'*Epidinocarsis lopezi*, sur les 4 pièges englués, tout au long de la saison sèche de 1983.

gradation ; augmentation des effectifs selon un profil analogue à celui de la cochenille hôte ; mais aussi, faible amplitude de la réponse du parasitoïde aux variations d'abondance de la cochenille : du 06.09 au 04.10, les effectifs totaux de la cochenille sont multipliés par 7 (299 à 2 140 cochenilles pour 30 apex), alors que ceux des adultes d'*E. lopezi* récoltés sur piège, augmentent de 4 fois (de 12 à 52 adultes capturés sur les 4 pièges).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cet ensemble de données préliminaires, acquises simultanément au laboratoire et sur le terrain, confère à *E. lopezi* des qualités susceptibles de le désigner comme un auxiliaire utilisable en lutte biologique contre *P. manihoti*, envers lequel il se révèle strictement sténophage.

En effet, *E. lopezi* est doté d'une fécondité comparable à celle d'autres *Encyrtidae* (Clausen, 1972) ; (200 œufs en moyenne sur hôtes préférentiels et en conditions expérimentales), d'une longévité moyenne de 42 jours, au laboratoire, ce qui permet un parasitisme actif sur toute cette période et d'une durée de développement rapide (15,6 jours).

Il s'est de plus acclimaté dans les champs où il a été introduit, y a développé plusieurs générations successives et s'est dispersé activement, et, probablement sous l'action dominante du vent, sur des distances qui lui permettent de coloniser des parcelles, d'une même zone de culture, non nécessairement contiguës. Il est toujours présent dans la zone des lâchers en 1987 (Iziquel, comm. pers.).

Malgré ces qualités, et après quatre années de multiplication sur place, suite au lâcher de 1983, l'auxiliaire ne parvient pas à réguler efficacement les variations d'abondance du ravageur. Une analyse dans ce sens avait été faite dès 1985 (Nenon, Fabres & Biassangama, sous presse) et elle est confirmée par une étude sur le terrain en 1987 (Iziquel, comm. pers.). On ne peut incriminer le nombre restreint des adultes lâchés dans la zone d'étude et l'absence d'un recul important entre le lâcher et les observations de terrain.

Les limites de son efficacité sont probablement à rechercher dans les relations qu'*E. lopezi* entretient, sur le terrain, avec les éléments de sa biocénose : compétition avec d'autres *Encyrtidae*, hyperparasitisme élevés (Iziquel & Le Rü, comm. pers.) ou dans la nature même de ses relations avec l'hôte : superparasitisme sur populations de faible niveau d'abondance (Iziquel, Le Ralec & Nenon, sous presse), encapsulation (Sullivan & Neuenschwander, 1984 ; Nenon, Guyomard & Hémon, 1988), trop faible taux d'accroissement comparé à celui de la cochenille. Il faut noter à ce propos qu'*E. lopezi* a été récolté, dans son habitat d'origine, l'Amérique du Sud, sur des populations de *Phenacoccus* susceptibles de proliférer en Amazonie (Albuquerque, 1975), mais sans jamais atteindre les niveaux d'abondance que l'on observe périodiquement en Afrique intertropicale.

Les travaux en cours s'orientent donc vers l'analyse explicative des relations qu'*E. lopezi* entretient avec les divers éléments de sa biocénose, après plusieurs années d'acclimatation dans l'agrosystème du manioc au Congo.

Ils devraient conduire à la mise au point de techniques de lutte biologique à caractère inondatif, en opérant soit en un seul lâcher massif au début de la gradation de saison sèche (avant la formation de manchons et d'agrégats du ravageur), soit en utilisant le même nombre d'individus que dans le cas précédent mais en le fractionnant en 4 apports effectués de 15 en 15 jours.

L'analyse des taux de parasitisme affectant les colonies de *P. manihoti* dans les 2 situations devrait alors permettre de mieux cerner l'aptitude de l'auxiliaire à réguler l'abondance des cochenilles d'abord éparées, puis de plus en plus agrégées.

Enfin il conviendrait de disposer de nouvelles souches d'*E. lopezi* afin d'augmenter la diversité génétique du matériel d'introduction et non plus d'opérer les expériences à partir des individus collectés en Afrique, qui ne représentent qu'une infime fraction de la population néotropicale.

SUMMARY

Laboratory and field studies of *Epidinocarsis lopezi* [Hym. : Encyrtidae] introduced into the Congo for the control of *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae]

The hymenopterous parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) was introduced into the Congo from South America in an attempt to control the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero. Under laboratory conditions, the following information was obtained about the life cycle of the parasitoid. The mean period between egg laying and emergence of the subsequent adults was 16 days. Although the sex ratio was slightly in favour of females (56 %), it fluctuated according to the hosts used. The parasitoids preferred to lay on L3 mealybugs and to a lesser extent on young immature ♀♀. Female parasitoids lived approximately 43 days and laid an average of 208 eggs over 40 days (5 eggs per day) when their diet contained honey. Without honey, each female laid about 140 eggs (3 eggs per day). Superparasitism rose to 64 % when mealybugs were scarce but when L3 mealybugs were plentiful it fell to about 6 %. Once released, the parasitoid established well and then spread into neighbouring fields. Maximum parasitism achieved at peak mealybug infestation, however, was only 16 %. Therefore, although this parasitoid has many favourable qualities, it is not sufficiently effective when released to control mealybug infestations in field crops.

KEY-WORDS: *Epidinocarsis lopezi*, establishment, dispersal, parasitism potential, host-parasitoid relationships, Congo.

Received : 20 March 1987 ; Accepted : 15 October 1987.

BIBLIOGRAPHIE

- Albuquerque, M. D. — 1976. Mealybug attack on cassava in Amazonia. — *Proc. 4th Symp. of the Int. Soc. for Trop. Root Crops.*, Cali, Colombia, 207.
- Anonyme. — 1982, 83, 84. *Int. Inst. Trop. Agric., Annual Reports*, Ibadan, Nigeria.
- Barbosa, P. & Frongillo, E. A. — 1979. Host parasitoid interactions affecting reproduction and oviposition by *Brachymeria intermedia* [Hym. : Chalcididae]. — *Entomophaga*, 24, 139-143.
- Boussienguet, J. — 1986. Le complexe entomophage de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Coccoidea, Pseudococcidae] au Gabon. I. Inventaire faunistique et relations trophiques. — *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 22, 35-44.
- Clausen, C. P. — 1972. Entomophagous insects. — *Hafner Publ. Comp.*, New York, 688 p.
- 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, 269-377.
- 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'entomocénose et leurs inter-relations. — *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 16, 509-515.
- Fabres, G. & Boussienguet, J. — 1981. Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] en République Populaire du Congo. I. Cycle évolutif et paramètres biologiques. — *Agron. Trop.*, 36, 82-89.
- Fabres, G. & Le Rü, B. — 1988. Etude des relations plante-insecte pour la mise au point de méthodes de régulation des populations de la cochenille du manioc. — *7th Symp. of the Int. Soc. Trop. Root Crops.*, Pointre-à-Pitre, Guadeloupe, 563-577.
- Fisher, R. C. — 1971. Aspects of the physiology of endoparasitic hymenoptera. — *Biol. Rev.*, 46, 243-278.
- Hahn, S. K. & Williams, R. J. — 1973. Investigations on cassava in the Republic of Zaïre. Rapport au Commissaire d'Etat à l'Agriculture, Republic of Zaïre. — *Int. Inst. Trop. Agric.*, Ibadan, Nigeria, 1-12.
- Herren, H. R. — 1982. Recent advances in the biological control of the cassava mealybug [Hom. : Pseudococcidae]. — *Int. Inst. Trop. Agric., Annual Report*, Ibadan, Nigeria, 4 p.
- Herren, H. R. & Lema, K. M. — 1982. Root and tuber improvement Program, Cassava, Entomology. — *Int. Inst. Trop. Agric., Annual Report*, Ibadan, Nigeria, 94-96.
- Iziquel, Y., Le Ralec, A. & Nenon, J. P. — *Epidinocarsis lopezi* [Hym. : Encyrtidae] : ovipositeur, types de piqûres et écologie du parasitisme sur *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae]. — *Le Nat. Canad.* (sous presse).
- Labeurie, V. & Rojas-Rousse, D. — 1985. Superparasitism reconsidered : is it an adaptative competition ? The example of *Diadromus pulchellus*. — *Experientia*, 41, 15-18.
- Lema, K. M. & Herren, H. R. — 1985a. Release and establishment in Nigeria of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. — *Entomol. Exp. Appl.*, 38, 171-175.
- Lema, K. M. & Herren, H. R. — 1985b. The influence of constant temperatures on population growth rates of the cassava mealybugs. — *Entomol. Exp. Appl.*, 38, 165-169.
- Le Rü, B. & Fabres, G. — 1987. Influence de la température et de l'hygrométrie relative sur le taux d'accroissement des populations de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] au Congo. — *Acta Oecologica, Oecol. Appl.*, 8, 165-174.
- Neuenschwander, P. & Madojemu, E. — 1986. Mortality of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. [Hom. : Pseudococcidae], associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* [Hym. : Encyrtidae]. — *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, 59, 57-62.
- Neuenschwander, P., Schulthess, F. & Madojemu, E. — 1986. Experimental evaluation of efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. — *Entomol. Exp. Appl.*, 42, 133-138.
- Nenon, J. P., Fabres, G. & Biassangama, A. — 1988. *Epidinocarsis lopezi* [Hym. : Encyrtidae], parasitoïde introduit au Congo pour la régulation des populations de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae]. — *7th Symp. of the Int. Soc. Trop. Root Crops*, Pointre-à-Pitre, Guadeloupe, 1985, abstract, 74.
- Nenon, J. P., Guyomard, O. & Hemon, G. — 1988. Encapsulation des larves de l'Hyménoptère Encyrtidae *Epidinocarsis (Anagyrus) lopezi* par son hôte Pseudococcidae *Phenacoccus manihoti* : effet de la température, du stade de l'hôte infesté et du superparasitisme. — *C. R. Acad. Sci.*, t. 306, ser III, 325-331.
- Nwanze, K. F. — 1978. Biology of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. in the Republic of Zaïre. — *Proc. Int. Workshop on the cassava mealybug Phenacoccus manihoti* Mat. Ferr. [Hom. Pseudococcidae], Inera, M'Vuazi, Zaïre, 1977, *Int. Inst. Trop. Agric.*, Ibadan, Nigeria, 20-28.
- Odebiyi, J. A. & Bokonon-Ganta, A. H. — 1986. Biology of *Epidinocarsis (= Apoanagyrus) lopezi* [Hym. : Encyrtidae] an exotic parasite of cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* [Hom. : Pseudococcidae] in Nigeria. — *Entomophaga*, 31, 251-260.
- Panis, A. & Demolin, G. — 1975. Note sur deux Pteromalides nouveaux pour l'Algérie. — *Nouv. Rev. Entomol.*, 5, 295-296.
- Silvestre, P. — 1973. Aspects agronomiques de la production du manioc à la ferme d'Etat de Mantsumba. — *IRAT, rapport de mission. Inst. Rech. Agro. Trop.*, Paris, 35 p.
- Sullivan, D. J. & Neuenschwander, P. — 1984. Melanization : The mealybug defends itself. — *Int. Inst. Trop. Agric., Annual Report*, Ibadan, Nigeria, 127-129.