LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE

G. FABRES

Elevage au laboratoire d'*Aphytis cochereaui* (Hym. *Aphelinidae*) parasite de *L. beckii* (Hom. *Diaspididae*) en Nouvelle-Calédonie.

Nouméa, juillet 1975.

30 OCT. 1975
O. R. S. T. O. M.
Collection de Référence
n° B 7802 Ent. Agr.

Elevage au laboratoire d'*Aphytis cochereaui* (Hym.) *Aphelinidae*) parasite de *Lepidosaphes beckii* (Hom. *Diaspididae*) en Nouvelle-Calédonie.

G. FABRES

I - / Introduction /

II - / Informations préliminaires /

III - / Elevage sur Diasnis echinocacti /

Le matériel et les techniques

1. le support végétal
2. la cochenille
3. le parasite

Observations et expérimentation s

1. le comportement
   a) exploration de l'hôte
   b) perforation du bouclier
   c) dépôt de l'oeuf

2. paramétres biologiques
   a) longévité
   b) fécondité
   c) temps de développement
   d) sex ratio
   e) développement de la larve

.../...

III - / Elevage sur Lepidosaphes beckii /

Le matériel et les techniques

1. le support végétal
   a) le matériel
   b) préparation

2. la cochenille
   a) obtention
   b) l'unité d'élevage
   c) cycle biologique

3. le parasite

Observations et expérimentations

1. le comportement
   a) exploration de l'hôte
   b) perforation du bouclier
   c) dépôt de l'oeuf
   d) attraction sexuelle
   e) nutrition des adultes

2. paramétres biologiques
   a) longévité des adultes
   b) fécondité
   c) parthénogénése
   d) temps de développement.

IV - / Conclusion /

Elevage au laboratoire d'Aphytis cochereaui (Hym. Aphelinidae) parasite de L. beckii (Hom. Diaspididae) en Nouvelle-Calédonie

G. FABRES

I - / Introduction /

- Aphytis cochereaui* Rosen est un Aphelinidae endémique. Ses caractéristiques morphologiques le font appartenir à un groupe taxonomique (Vittatus) dont l'origine pourrait être l'Arc Mélanésien**. En Nouvelle-Calédonie cette espèce s'est adaptée à une cochenille introduite (Lepidosaphes beckii Newman ou Cornuaspis beckii (Newman) dont elle semble à présent assez étroitement spécifique. L'hôte originel pourrait être Malleolaspis fabresi n.sp., récemment décrit*** et dont les populations sont peu abondantes.

- L'étude que nous avons entreprise sur la biocoenose parasitaire de L. beckii**** nous a permis de recueillir, par l'analyse des relations hôte-parasite, les premières données sur la biologie d'A. cochereaui et de mettre en évidence l'originalité de cette espèce (Fabres, 1974a et b) : ponte exclusive sur des cochenilles femelles mûres en période de ponte ; développement embryonnaire avec phase oophage obligatoire ; temps de développement comparativement long d'après nos appréciations indirectes (Fabres, 1975a).

- L'originalité de ces divers paramétres biologiques méritait d'être plus largement développée et justifiait le recours à la méthode

*Décrite par David Rosen dans le cadre d'une révision mondiale du genre Aphytis. Sous presse.

** Communication personnelle du Pr. De Bach.

*** Communication personnelle de Madame D. Matile-Ferrero.

**** Voir références bibliographiques.

.../...

de l'élevage au laboratoire seule susceptible de fournir des informations précises sur le comportement et le développement d'A. cochereaui.

II - / Informations préliminaires /

- Des tentatives d'élevages d'Aphytis cochereaui ont déjà été faites en Californie (Laboratoire de Lutte Biologique de Riverside)** où le parasite avait déjà été envoyé par P. Cochereau en 1966. La souche du parasite a pu être maintenue sur un hôte de substitution : Diaspis echinocacti Bouché mais l'élevage en fut abandonné au bout d'une année sans que des études minutieuses aient été entreprises. Par contre A. cochereaui n'a pu être élevé sur L. beckii pour des raisons qui restent inconnues à l'heure actuelle.

- Compte tenu de l'expérience du laboratoire californien, nous avons débuté nos élevages sur l'hôte de substitution D. echinocacti afin de mettre au point les techniques de l'étude. Nous nous sommes ensuite, et très rapidement, adressés à L. beckii, hôte principal d'A. cochereaui en Nouvelle-Calédonie. Cet élevage qui avait apparemment posé des problèmes insolubles pour un laboratoire spécialisé installé dans une région agrumicole, a soulevé pour nous de grosses difficultés :

+ Il s'est avéré impossible d'obtenir le support végétal adéquat en toute saison.
+ L'élevage de l'hôte s'est révélé très délicat en période de faible population de la cochenille (Fabres, 1975b).
+ Le parasite fut difficile à récolter en grands nombres ses populations étant d'ordinaire numériquement très faibles (Fabres, 1975b).

La coïncidence temporelle de périodes favorables sous tous ces aspects est donc un évènement fortuit dont il a fallu tirer un profit immédiat et maximum. La possibilité d'un élevage de masse en continu qui assure le matériel d'expérience en permanence est à exclure. Il est nécessaire de procéder par petits élevages expérimentaux temporaires, mis en place au cours de chaque période favorable et organisés en fonction du domaine biologique à explorer.

.../...

- Les éléments d'information que nous avons pu recueillir indirectement au cours des études de terrain et des séances de comptage sont de trois ordres :

+ Le comportement de ponte de la femelle

Dans le cas d'A. cochereaui, la femelle parasite exclusivement des cochenilles femelles en période de ponte. Aucune exception à cette règle n'a été relevée en quatre années d'observations et de comptages systématiques. De plus, l'oeuf unique est toujours déposé en bordure postérieure du bouclier, au contact de la ponte de l'hôte, et séparé de ce dernier par toute la masse des oeufs pondus. La position marginale de l'oeuf incite à penser que la femelle du parasite pond en introduisant sa tarière sous le bord du bouclier et non en le perforant.

Le choix quasi obligatoire d'un stade-hôte en état de maturation sexuelle, possédant un bouclier au maximum de sa dureté et de son épaisseur, interdit peut-être la ponte au travers du bouclier et le dépôt de l'oeuf au contact direct de l'hôte. Une telle position de l'oeuf semble avoir pour conséquences un régime alimentaire de la larve également original.

+ Le régime alimentaire de la larve

A l'éclosion, la jeune larve, peu mobile comme chez tous les Aphytis, se trouve au milieu des oeufs de la cochenille et s'en nourrit. Le contenu de chaque oeuf est exploité en partie seulement, si bien que la larve est entourée de 3 à 4 oeufs dont la couleur, blanche à l'origine, a viré au brun. Tous les oeufs ne sont pas attaqués et les éclosions de jeunes cochenilles sont synchrones de la progression de la larve d'Aphytis vers la femelle-hôte. Celle-ci sera dévorée à son tour chez les autres Aphytis, des cas d'oophagie peuvent être observés mais de façon très occasionnelle. Dans le cas d'A. cochereaui, l'oophagie prend un caractère obligatoire qui semble directement en rapport avec le comportement de ponte de la femelle du parasite. Cette modification à caractère apparemment adaptatif semble entraîner une modification du comportement alimentaire se traduisant par l'existence d'une phase d'oophagie obligatoire.

On peut penser qu'A. cochereaui manifeste un comportement de type classique vis-à-vis d'autres espèces (ponte au travers du bouclier, sur le corps de la cochenille. La larve s'attaque directement à l'hôte)

.../...

et que les particularités précèdemment mentionnées n'apparaissent que lors de son association avec L. beckii, ce qui traduit au niveau de cette espèce entomophage une plasticité éthologique tout à fait remarquable, exceptionnelle pour le genre Aphytis.

Une expérimentation fine du comportement d'A. cochereaui vis-à-vis de son hôte d'adoption pourrait nous permettre de faire la part de ce qui revient à l'adaptation à un nouvel hôte et à l'originalité intrinsèque de cette espèce.

+ Le temps de développement embryonnaire.

Une étude de dynamique des populations conduite précèdemment en période de pullulation de la cochenille (Fabres, 1975a) nous a conduit à avancer le chiffre de 5 à 6 semaines pour le développement d'A. cochereaui. Cette valeur placerait ce parasite parmi ceux dont le développement est le plus long.

Il apparaît que seul un élevage rationnel dans les conditions du laboratoire est susceptible de répondre aux questions posées par les études de terrain et d'interpréter la dynamique des populations du parasite en tenant compte de ses particularités biologiques.

III - / Elevage sur Diaspis echinocacti /

Le matériel et les techniques

1. le support végétal

Ce sont des raquettes d'Opuntia que l'on se procure aisément tout au long de l'année et qui se conservent plusieurs mois dans les conditions du laboratoire.

2. la cochenille

Sa présence dans la nature est fort discrète car le développement de ses populations est limité par deux parasites : Myiocnema comperei Ashmead (Aphelinidae) et Plagiomerus sp. (Encyrtidae). Un second Aphelinidae peut être observé : il s'agit de Marietta carnesi entomophage secondaire qui se développe aux dépens des deux premiers parasites primaires.

L'obtention d'une population de D. echinocacti au laboratoire s'est faite en deux temps :

+ élimination des parasites dans la nature par traitements insecticides sélectifs (DDT). La colonie de la diaspine manifeste alors une croissance numérique sensible qui nous permet de récolter des raquettes d'Opuntia bien infestées (traitements des 16 et 30.7.73 à l'île Nou).
+ élimination des derniers parasites ramenés au laboratoire en même temps que l'hôte et synchronisation de l'élevage par infestation de raquettes saines pendant quelques jours (5 à 7 jours). On peut ainsi obtenir au moment désiré, une forte population du seul stade hôte favorable au développement du parasite. Les grandes lignes du développement de Diaspis echinocacti au laboratoire telles qu'elles ressortent des données de l'élevage de l'hôte de substitution sont les suivantes :

- infestation artificielle avec larves mobiles et jeunes stades fixés.
- 1ère semaine : 1er stades en majorité
- 2ème semaine : 2ème stades en majorité
- 3ème semaine : 2ème stade en mue, jeunes femelles
- 4ème semaine : jeunes femelles en majorité
- 5ème semaine : mâle éclos, femelles mûres, pas de ponte
- 6ème semaine : femelles gravides, ponte, début d'éclosion et de fixation des larves.

3. le parasite

Les adultes d'A. cochereaui sont obtenus de feuilles d'agrumes bien infestées par L. beckii et mises en éclosoir (Sarraméa-Séquestres japonais-ombre). La principale difficulté est de recueillir un nombre suffisant de parasites des deux sexes pour entreprendre plusieurs séries d'expériences avec des couples.

Mâles et femelles d'A. cochereaui se distinguent aisément l'un de l'autre et peuvent être prélevés sélectivement dans l'éclosoir par aspiration.

.../...

L'élevage se fait dans de petites enceintes cylindriques en matière plastique. Leur fixation sur le végétal support se fait au moyen de pâte à modeler et de cire. L'aération est assurée par des ouvertures grillagées (toile de laiton).

Les adultes du parasite sont introduits par une ouverture circulaire latérale dont le diamétre correspond à celui du tube de récolte. Leur nourriture est constituée de miel déposé en fines gouttelettes sur un support horizontal que l'on peut facilement placer et retirer de l'extérieur.

L'élevage s'est déroulé en laboratoire dans les conditions suivantes :

+ température moyenne 22° extrêmes moyens 20°5 25°
+ hygrométrie moyenne 79% extrêmes moyens 70% 90%
+ éclairage de 1500 lux de 8h à 17h.

Observations et expérimentations

1. Comportement

a) exploration de l'hôte. La femelle se livre à une exploration minutieuse du bouclier de l'hôte avant de procéder à la perforation de ce dernier. Les modalités de l'activité exploratoire sont intéressantes car les boucliers de D. echinocacti (circulaires, à exuvies centrales) et de L. beckii (allongés,à exuvies rejetées à la partie antérieure) sont d'aspect et de forme très différentes. Dans le cas présent la femelle du parasite se pose sur le bouclier, l'abdomen dirigé vers le centre de celui-ci et la tête vers la périphérie. Les antennes explorent systématiquement et à plusieurs reprises le bord circulaire du bouclier.

b) perforation du bouclier. Le parasite peut perforer le bouclier de la cochenille femelle dans une zone comprise entre l'exuvie du 2ème stade et la dernière ligne de croissance. Plusieurs perforations peuvent affecter un même bouclier sans pour autant qu'un oeuf soit déposé ou que l'adulte se nourrisse des liquides d'exsudation. Dans certains élevages, la femelle se contente de perforer de cette façon un grand nombre de cochenilles sans y pondre.

..../...

Aucune conclusion ne peut être tirée de ce fait faute d'un manque d'information sur l'état physiologique du parasite (la femelle est-elle mûre, fécondée, nourrie etc...). Par contre, ces faits apportent une indication intéressante en ce qui concerne les capacités d'adaptation du parasite à l'hôte et répond à une des questions soulevées précèdemment. A. cochereaui présente un comportement classique lorsqu'il est élevé sur D. echinocacti dont le bouclier est sufficamment mince pour être perforé. Son adaptation à L. beckii modifie sensiblement son comportement de ponte : le bouclier de la femelle étant probablement trop épais pour être perforé, le parasite introduit son ovipositeur soit sous le bouclier de la cochenille soit au travers de la partie marginale plus mince. Ceci explique la position marginale de l'oeuf du parasite chaque fois que nous l'avons observé sous le bouclier de L. beckii.

c) dépôts de l'oeuf. La femelle d'A. cochereaui pond ses oeufs aussi bien sur de jeunes femelles de D. echinocacti que sur des femelles en phase de ponte (alors que nous l'avons vu, seules les femelles mûres de L. beckii sont choisies pour le dépôt de l'oeuf).Ceci permet d'affirmer, pour répondre à l'une des questions posées au début de l'étude, que la femelle de A. cochereaui ne recherche pas obligatoirement les cochenilles en phase de ponte pour déposer son oeuf au milieu des oeufs de l'hôte. Il s'agit là encore d'une manifestation de la plasticité écologique de ce parasite. Pour expliquer la corrélation très étroite qui existe entre le stade de développement de l'hôte et la ponte du parasite nous pouvons avancer l'hypothèse suivante : nous avons vu A. cochereaui explorer le bouclier d'A. echinocacti en appréciant à l'aide des antennes la courbure du bouclier dans sa périphérie. Peut être le parasite recherche-t-il obligatoirement des formes circulaires analogues, possédant un rayon minimum. Chez L. beckii une telle courbe ne se trouve qu'à l'extrêmité postérieure du bouclier (ponte de l'oeuf exclusivement à cette place). Si une circonférence d'un rayon minimum est recherché ceci pourrait expliquer que seules les femelles mûres dont le bouclier est le plus large possible soient choisies. Ainsi l'oeuf serait déposé sous la partie distale du bouclier des femelles mûres de L. beckii uniquement par ce que ce dernier présente les caractéristiques topographiques recherchées par le parasite au cours de la phase d'exploration de l'hôte.

.../...

2. Paramétres biologiques

Cinq élevages unitaires ont été conduits du 12 juin au 21 juillet. Les adultes d'A. cochereaui obtenus en éclosoir ont été utilisés au fur et à mesure de leur apparition. 11 femelles et 3 mâles ont été obtenus. Du fait d'un manque total de synchronisme des différentes émergences, il nous a été impossible de rationaliser l'expérimentation et nous n'avons fait que tester par sondages un certain nombre de paramétres : longévité des adultes, fécondité, temps de développement et sex ratio.

a) longévité. La majorité des parasites meurt au bout de 2 à 3 jours sans que nous puissions savoir si c'est à la suite des traumatismes consécutifs à la mise en élevage où il s'agit de la longévité moyenne. Quoiqu'il en soit, nous avons pu maintenir une femelle en vie pendant 17 jours (voir tableau ci-dessous).

Nombre de jours de survie		1	2	3	7	17
Nombre de femelles et de mâles	♀	7*	1			1
	♂	1		1	1	

* femelles mises en éclosoir en absence de mâles

b) fécondité. L'élevage qui nous a permis de maintenir une femelle pendant 17 jours dont 7 jours en présence de mâles nous semble le mieux convenir à une première appréciation de la fécondité. Dans cette unité d'élevage, nous avons obtenu 4 individus de la génération fille (F1).

c) temps de développement. Pour ce même élevage le temps de développement embryonnaire d'A. cochereaui est de 30 à 37 jours : mise en élevage le 12 juin, obtention des adultes F1 du 12 au 17 juillet.

d) sex ratio. Nous n'avons obtenu que des mâles.

e) développement de la larve. A la suite des études de terrain sur L. beckii, nous avions évoqué l'éventualité d'une phase oophage

.../...

obligatoire pour la larve de A. cochereaui. L'élevage du parasite sur D. echinocacti nous a montré que le développement de la larve peut s'effectuer entièrement sur des jeunes femelles avant que celles-ci n'entrent dans la phase de ponte. L'oophagie n'est donc pas obligatoire chez cette espèce et ce comportement, particulier au développement sur L. beckii met à nouveau en lumière la plasticité éthologique de l'Aphelinidae.

IV - /Elevage sur Lepidosaphes beckii /

Le matériel et les techniques

1. Le support végétal

a) le matériel. Pour un élevage de masse de la cochenille destiné à l'étude du cycle biologique de l'hôte dans les conditions du laboratoire, nous avons choisi d'utiliser des pastèques fourragères et des citrouilles comme végétaux hôte de substitution. Ceux-ci ne peuvent cependant être obtenus en toute saison et la mise en place des élevages doit tenir compte de cette restriction.

Pour l'étude de la biologie et du comportement du parasite, nous avons besoin de petites colonies de la diaspine et nous avons choisi de pratiquer l'élevage de l'hôte sur citrons. Les fruits que l'on peut se procurer sur le marché sont bien souvent d'importation et leur conservation au laboratoire ne peut excéder 15 jours. Le meilleur matériel végétal est constitué de fruits locaux, cueillis sur le terrain dans un état de maturité tel que leur conservation au laboratoire excède un mois ou deux. Ces impératifs limitent les possibilités d'élevage de l'hôte à une période allant approximativement d'avril à août. L'expérience prouve d'autre part que certaines conditions climatiques sont défavorables à une bonne conservation des fruits au laboratoire et la période de l'année évoquée ci-dessus ne garantit pas automatiquement l'obtention de fruits qui répondent aux exigences de l'élevage.

b) préparation. Les citrons sont cueillis verts déjà mûrs, à la limite du changement de leur coloration. Ils sont plongés dans un bain de parafine de façon à ce que seule une suface de 15 à 20cm2 soit laissé

.../...

libre pour la fixation de la cochenille. Leur conservation au laboratoire, dans les conditions de température, hygrométrie et luminosité définies précèdemment, peut excéder 2 ou 3 mois ce qui permettrait en théorie d'élever 2 générations de l'hôte et 2 à 3 générations du parasite.

2. la cochenille

a) obtention. Nous l'avons vu dans un précèdent rapport (Fabres, 1975b) ses populations peuvent être d'un niveau numérique extrêmement faible en certaines périodes de l'année. Il n'est donc pas possible de mettre en place un élevage de l'hôte à partir de specimens récoltés dans la nature au moment souhaité. Il devient de ce fait indispensable d'entretenir un élevage de masse de la diaspine sur citrouilles ou pastèques afin d'avoir, au moment le plus propice à une étude du parasite, le matériel vivant adéquat. A cette restriction il convient d'en ajouter une seconde : lorsque le niveau de la population de L. beckii est excessivement bas, il est très difficile d'initier un élevage de masse de la cochenille à partir de femelles prélevées dans la nature. Cette altération du pouvoir de multiplication de la diaspine n'est par contre pas observable en période de pullulation (Fabres, 1975b).

b) l'unité d'élevage. L'infestation de la plage laissée libre à la surface du citron se fait par dépôts de 5 boucliers-femelles provenant soit de la nature soit de l'élevage de masse et contenant les oeufs du ravageur. Les citrons sont ensuite mis une semaine à l'obscurité afin que les jeunes larves éclosantes se dispersent uniformément à la surface du fruit avant de se fixer. Les élevages de L. beckii sur citrons que nous avons précèdemment conduits (Fabres, 1970) permettent d'établir le schéma suivant :

- chaque femelle assure en moyenne l'obtention de 54 larves fixées. Sur l'ensemble de ces larves, 27 donneront des femelles. Compte tenu d'une mortalité naturelle observée en élevage, seules 7 femelles atteindront leur plein développement et assureront leur descendance. Cette valeur est un maximum qui correspond au déroulement complet de la phase de ponte sur un même support végétal. Dans le cas d'infestation artificielle au moyen de femelles préalablement extraites de leur support ce chiffre est largement surévaluée. On peut estimer qu'en moyenne le nombre des hôtes présentés aux parasites par unité d'élevage est compris entre 60 et 70 femelles mûres.

.../...

c) cycle biologique. Il a été étudié précèdemment (Fabres, 1970) et nous ne donnerons ici qu'un schéma indicatif.

- infestation artificielle avec larves mobiles et jeunes stades fixés
- 1ère semaine : 1er stades en majorité
- 2ème semaine : début 2ème stades
- 3ème semaine : 2ème stades en majorité
- 4ème semaine : début jeunes femelles
- 5ème semaine : jeunes femelles en majorité
- 6ème semaine : femelles mûres

  cycle de 60 jours en moyenne

3. Le parasite

Les parasites mâles et femelles sont obtenus dans les mêmes conditions que celles exposées à propos de l'élevage d'A. cochereaui sur D. echinocacti. Les mêmes enceintes sont utilisées pour leur élevage, placées cette fois sur les citrons et couvrant les petites colonies de L. beckii. Les mêmes difficultés ont été rencontrées à savoir :

+ impossibilité d'obtenir de grandes quantités de parasites au même moment.
+ absence de synchronisme dans les éclosions des parasites.
+ nécessité d'organiser l'expérimentation en fonction du matériel obtenu journellement de l'éclosoir.

Sur une période allant du 25 juillet au 10 septembre nous avons mis en place 12 élevages unitaires totalisant 18 femelles et 12 mâles.

.../...

Dates	25.7	27.7	30.7	30.7	30.7	31.7	2.8	2.8	2.8	3.8	10.8	10.9
(n°) élevages	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Combinaisons	*	F	C	C	P	*	*	F	P	*	F	P
Femelles nombre	2	1	1	1	1	3	2	1	2	2	1	1
mâles nombre	1	2	1	1	-	1	1	2	-	2	2	-
F_1						+	+	+		+	+	+
F_2						+	+	+			+	

* Plusieurs femelles et mâles
F Une seule femelle et un ou plusieurs mâles
C Un couple
P Une ou plusieurs femelles sans mâles

Le tableau ci-dessus présente le détail des mises en élevage au fur et à mesure de la sortie des adultes en éclosoir. Nous pouvons constater l'impossibilité matérielle de rationaliser les élevages de façon à obtenir des couples (C) ou tout au moins une seule femelle et plusieurs mâles par unité d'élevage (F). Dans certains cas, l'absence de mâles nous permettra de tester le pouvoir parthénogénétique de l'espèce (P). Dans d'autres cas, le nombre relativement élevé des femelles éclosantes par rapport aux mâles nous a obligé à un regroupement au sein d'une même unité ce qui est préjudiciable à l'étude de la fécondité(*). On remarquera que parmi les combinaisons qui ont donné une descendance on a la possibilité de tester les paramétres : longévité des adultes, fécondité, parthénogénése et temps de développement que nous étudierons plus loin. Dans le cas d'une descendance F1 nous avons pu utiliser ce matériel d'élevage pour l'obtention de la génération F2 et la définition de certains paramétres avec plus de précision.

.../...

Observations et expérimentation

1. Comportement

a) exploration de l'hôte. Comme pour D. echinocacti le parasite explore le bouclier des cochenilles femelles en se posant sur ce dernier et en touchant de ses antennes sa surface et sa périphérie. Le bouclier est parcouru plusieurs fois dans le sens de sa longueur (jusqu'à 7 fois). La perforation de ce dernier ne suit pas obligatoirement l'activité exploratoire. Tous les stades de développement peuvent être visités. Le parasite semble cependant s'attarder plus volontiers sur les femelles jeunes et mûres et sur les boucliers mâles.

b) perforation du bouclier. La position périphérique de l'oeuf du parasite nous a jusqu'à présent porté à penser que le parasite introduisait son ovipositeur soit en perforant l'extrême bordure du bouclier soit en le glissant sous ce dernier. L'observation nous a permis d'observer ces deux types de comportement. Dans les deux cas, et comme nous l'avons constaté avec D. echinocacti, l'extrêmité de l'abdomen du parasite est dirigée vers le centre du bouclier alors que les antennes en palpent la périphérie. Pour D. echinocacti le parasite introduisait sa tarière tout en restant sur le bouclier. Pour L. beckii le parasite conserve son orientation première mais se place en dehors du bouclier de façon à pouvoir atteindre le bord distal de ce dernier. Cette activité qui est ou non suivie du dépôt de l'oeuf, s'exerce également aux dépens des mâles et des jeunes stades dont le bouclier est plus fin. Dans ce cas, la perforation ne correspond pas à l'activité de ponte mais plutôt à un comportement de prise de nourriture. Nous n'avons cependant jamais clairement observé les parasites aspirer l'hemolymphe après avoir attaqué les jeunes stades et les mâles.

c) dépôt de l'oeuf. Nous avons déjà examiné dans le paragraphe relatif à la ponte d'A. cochereaui sur D. echinocacti les raisons pour lesquelles, à notre avis, l'oeuf du parasite est toujours déposé sur des femelles mûres, en position périphérique et donc au milieu des oeufs de la diaspine. Les conclusions auxquelles nous parvenons après étude du comportement d'A. cochereaui en élevage viennent répondre aux questions que nous avions soulevées dans une première note (Fabres, 1974a). L'originalité du comportement du parasite à l'égard de L. beckii procède exclusivement d'une remarquable plasticité éthologique et non de particularités biologiques genotypiques propres à cette nouvelle espèce.

.../...

d) attraction sexuelle. Au cours de leur activité déambulatoire apparemment désorganisée, les mâles modifient leur trajectoire lorsque celle-ci croise le chemin emprunté récemment par une femelle. La rencontre des deux sexes en est facilitée et peut être observée très fréquemment. Nous n'avons pas vu d'accouplement.

e) nutrition des adultes. Pour vérifier le bien fondé de l'hypothèse selon laquelle les adultes d'A. cochereaui se nourrissent de l'hémolymphe des jeunes stades et des mâles après que ceux-ci aient été perforés, nous avons sélectionné deux élevages unitaires pour y apprécier les taux de mortalité des mâles.

élevage n° 5 : 1 seule femelle Fo longévité 24h pas de descendance

élevage n° 6 : 3 femelles Fo - longévité 1 à 3 jours descendance F_1

3 femelles F_1 - longévité 2 à 5 jours descendance F_2

Ces deux élevages ont été mis en place le 30.7 pour le n° 5 et le 31.7 pour le n° 6 et nous pouvons estimer que l'état de développement de la colonie de l'hôte était le même. Les comptages ont été effectués le 19.9.73 pour le n° 6 et le 26.9.73 pour le n° 5. A cette date l'élevage n° 5 est plus ancien que l'élevage n° 6 et devrait présenter d'avantage de boucliers mâles vides.

Les résultats du dénombrement font apparaître :

- qu'à 10% près, le nombre des boucliers mâles vides est le même dans les deux unités
- que le nombre des morts est trois fois plus élevé dans l'élevage n° 6 que dans l'élevage n° 5.
- que le nombre des mâles vivant est plus important dans l'élevage n° 5 que dans l'élevage n° 6.

On peut en conclure que la présence active de parasites au milieu d'un élevage unitaire, s'accompagne d'une plus forte mortalité des mâles. On peut avancer de plus que celle-ci pourrait s'expliquer par le fait que les adultes d'A. cochereaui couvrent leurs besoins trophiques en se nourrissant aux détriment des stades dont le bouclier est perforable (mâles).

.../...

Détail des comptages											
						. 5 comptages unitaires par élevage . chaque comptage porte sur 100 boucliers mâles à raison de 20 boucliers choisis sur 5 emplacements différents . BV= boucliers mâles vides V= mâles vivants M= mâles morts					
C5	BV	V	M	N°		C6	BV	V	M	N°	
	64	29	9	1			56	12	32	1	
	55	37	8	2			59	21	20	2	
	48	44	8	3			68	14	18	3	
	53	37	8	4			57	21	22	4	
	57	33	10	5			71	10	19	5	
	277	180	43	S			311	78	111	S	

2. Paramétres biologiques

Les résultats des élevages sont détaillés dans les tableaux ci-dessous. Nous n'avons pas tenu compte des unités numérotés de 1 à 5 du fait d'une mortalité rapide des adultes, qui nous a paru suspecte, et qui est certainement la raison de l'absence de descendance au sein de ces élevages. Nous avons en effet pour ces cinq premières unités pratiqué l'anesthésie des adultes à leur sortie de l'éclosoir. Cette pratique aisée mais traumatisante a été abandonnée par la suite.

.../...

Adultes obtenus de l'éclosoir										
élevage (n°)	nombre de Fo ♀	nombre de Fo ♂	combinaison	longévité jours	F1 ♀	F1 ♂	dates moyennes ponte	dates moyennes émergence	temps développement jours
6	3	1	*	1-3	3	0	2-8	-	35
7	2	1	*	1	3	1	3-8	6-9	33
8	1	2	F	6	1	0	5-8	7-9	32
9	2	0	P	1-2	-	-	-	-	-
10	2	2	*	1-6 6-10	0	4	8-8	14-9	36
11	1	2	F	1-4	1	0	12-8	25-9	43
12	1	0	P	11-15	0	9	17-9	18-10	31
S	12				8	14			
m				3-6					33

Adultes de la génération fille									
élevage (n°)	nombre de F1 ♀	nombre de F1 ♂	combinaison	longévité jours	F2 ♀	F2 ♂	dates moyennes ponte	dates moyennes émergence	temps développement jours
6	3	0	P	1 2-5		1 (1)	7-9	20-10	43
7	3	1	*	3		2	6-9	17-10	41
8	1	-	P	5-7	(2) ?	(2) ?	14-9	18-10	34
11	1	-	P	3-8		6	24-9	25-10	31
S	8				0	13			
m				2-5					37

(1) plus 4 jeunes larves non encore développées.
(2) interférence entre F1 et F2 du fait de l'introduction tardive d'un mâle Fo.

.../...

a) longévité des adultes. Les élevages sont contrôlés périodiquement (chaque jour ou chaque deux jours) et les adultes de la génération Fo sont repérés. Leur longévité s'exprime en jours : du jour de la mise en élevage au jour où ils ont été retrouvés morts. Le repérage des adultes n'est pas chose aisée si l'on veut éviter de les perturber ; aussi une certaine imprécision vient-elle entacher les résultats obtenues. Nous nous référerons donc à des moyennes calculées d'après les tableaux ci-dessus et relatives à l'élevage de 20 adultes ♂ et ♀ . Pour la génération Fo la longévité est de 3 à 6 jours avec des extrêmes de l'ordre de 11 à 12 jours. Pour la génération F1 la longévité est de 2 à 5 jours avec des extrêmes de 7 à 9 jours. Ces dernières valeurs sont intéressantes car les adultes F1 sont nés en élevage et n'ont en aucune façon été traumatisés par la capture. Ces valeurs sont en général faibles si on les compare à celles obtenues pour d'autres Aphytis : la moyenne est inférieure ou égale à un mois (Quednau, 1964). Elle est de 17 jours (De Bach & Landi 1961). pour A. Lepidosaphes.

b) fécondité. Pour la génération F1, on compte une descendance de 22 adultes mâles et femelles pour 10 femelles Fo. Sur ces 10 femelles, 1 seule a été testée pour la parthogénése et a donné 9 descendants.

Pour la génération F2, on a obtenu 13 adultes mâles pour un total de 7 femelles F1. Deux d'entre elles ont été testées pour la parthogénése et ont donné 7 descendants.

La fécondité est donc en moyenne de 2 descendants pour une femelle avec un chiffre extrême de 9 pour une femelle parthénogénétique. Cette valeur est excessivement faible comparée à celles obtenues pour d'autres espèces : "La fécondité d'une femelle d'Aphytis peut être de 100 oeufs. Habituellement de 30 à 50 en moyenne" (Quednau 1964). Elle est de 32 pour A. lepidosaphes (De Bach & Landi 1961). Ceci confirme l'idée que nous avions avancée après une étude de la biocoenose parasitaire de L. beckii conduite au biotope dit "RENARD" (Fabres, 1971 et 1975a) : les comptages périodiques d'un échantillon de feuilles bien infestées par la cochenille nous avaient incité à considérer A. cochereaui comme ayant une faible capacité de recherche de l'hôte (40% de feuilles visitées) et une fécondité réduite (faible nombre de cochenilles parasitées par feuille).

.../...

c) parthénogénése. Les élevages n° 9 et 12 pour la génération Fo et n° 6, 8 et 11 pour la génération F1 permettent de se prononcer sur ce point. Un doute pouvait subsister quand à la virginité des femelles Fo mises en élevage après capture en éclosoir. Ce doute disparaît pour la génération F1 obtenue directement sur les unités d'élevage. Dans les deux cas les résultats s'accordent pour certifier que les femelles d'A. cochereaui peuvent assurer leur descendance en absence de mâle. Dans ces conditions la génération fille est composée exclusivement de mâles. (parthenogénése arrhenotoque). Ceci s'accorde avec les observations faites par d'autres auteurs sur d'autres espèces du même genre (chez A. lepidosaphes par exemple. De Bach & Landi 1961).

d) temps de développement. Il s'agit du temps qui sépare la ponte de l'oeuf sur le bouclier de la cochenille de celui de l'émergence de l'adulte du même bouclier = temps de génération. Le chiffre que nous avions précèdemment obtenu après étude de terrain et analyse des tables de vie correspondait à un temps de développement compris entre 5 et 6 semaines (Fabres, 1971 1975a). Ce laps de temps représentait en fait l'intervalle entre deux sorties massives de parasites dans la nature et se voyait par conséquent surévalué de la durée de survie des adultes. Celle-ci étant approximativement de 1 semaine le chiffre de 4 à 5 semaines pouvait être retenu pour le temps de génération du parasite dans les conditions écologiques de l'étude.

En élevage nous trouvons des valeurs moyennes de 33 jours (F1) et 37 jours (F2) avec des extrêmes allant de 31 jours à 43 soit un chiffre moyen de 35 jours dans les conditions du laboratoire. Nous pouvons donc considérer à la lumière des résultats de cette étude, que le chiffre avancé précèdemment est parfaitement crédible et qu'il rend bien compte de la succession des générations du parasite dans la nature.

La méthode d'analyse que nous avions mise au point s'avère donc susceptible de fournir des résultats relativement précis sur les paramétres biologiques des parasites dans leur milieu naturel. Ceci est un avantage acquis sur les méthodes d'élevage au laboratoire plus minutieuse et d'une plus grande fiabilité mais aussi moins pertinente puisqu'elles placent les organismes étudiés dans des conditions artificielles.

.../...

La valeur obtenue permet de situer A. cochereaui parmi les Aphytis dont le développement est le plus long. Si on compare ce temps de génération à celui d'A. lepisosaphes parasite du même hôte et qui avoisine 15 jours, (De Bach et Landi, 1961), la valeur du temps de développement d'A. cochereaui est certainement un handicap pour cette espèce dans le cadre d'une compétition interspécifique avec A. lepidosaphes. Nous avons déjà développé ce point dans un précèdent rapport (Fabres, 1975b).

Remarque :

L'élevage d'A. cochereaui sur D. echinocacti ne nous a pas apporté de données d'une grande précision. Notons cependant qu'elles correspondent fidèlement à ce que nous avons obtenu avec l'élevage du parasite sur L. beckii.

IV - / Conclusion /

Ces données relatives à la biologie et au comportement d'A. cochereaui ne nous étaient connues que de façon très imprécise au travers des résultats de minutieuses analyses de terrain.

L'élevage du parasite au laboratoire vient confirmer certaines hypothèses, apporter une précision plus grande aux valeurs précèdemment obtenues et répondre aux questions posées par certaines manifestations du comportement.

Celui-ci, étudié par observation sous la loupe et sur des parasites se développant aux dépens de deux hôtes différents, se montre d'une grande souplesse adaptative. Il obéit à des schéma classiques lorsque l'hôte est D. echinocacti : ponte au travers du bouclier, directement sur l'hôte qui peut être une femelle jeune ou une femelle mûre ; les larves se nourrissent directement sur le corps de la cochenille. Dans le cas du développement d'A. cochereaui sur L. beckii, l'oeuf du parasite est toujours déposé à la bordure postérieure du bouclier ; les seules femelles mûres en période de ponte sont choisies pour l'oviposition et la larve manifeste, du fait de sa position marginale au milieu des oeufs de l'hôte, une phase oophage obligatoire.

Les paramétres biologiques sont dès à présent bien connus et avec une plus grande précision. Il s'agit de la longévité des adultes, du temps de développement sous le bouclier de l'hôte, de la fécondité, des modalités de la parthénogénèse. Si aucun fait original ne se dégage des résultats obtenus, ceux-ci viennent cependant apporter le support biologique indispensable à la compréhension des mécanismes de la dynamique des populations de l'hôte et de sa biocoenose dans les habitats néo-calédoniens. A. cochereaui se présente à nous comme un parasite ayant une activité entomophage relativement effacée et dont l'efficacité comme agent de lutte biologique est relativement médiocre. Tout particulièrement les caractéristiques de son temps de développement et de sa fécondité confirment ses faibles pouvoirs de compétition et expliquent son facile déplacement par A.lepidosaphes parasite de la même diaspine.

Nous retrouvons en général ici et étayées pour des résultats précis, les considérations que nous avaient précèdemment inspiré les études de terrain conduites sur les populations de L. beckii et de son parasite indigène A. cochereaui.

Références des rapports et publications cités dans le texte

De Bach, P. & Landi, J. 1961. The introduced purple scale parasite, Aphytis lepidosaphes Compere, and a method of integrating chemical with biological control. Hilgardia, 31 (14), 459-97.

Quednau, F.W. 1964. A contribution on the genus Aphytis Howard in South Africa. Journal Ent. Soc. S. Africa, 27(1), 86-116.

Fabres, G. 1970. Données biologiques et écologiques concernant Lepidosaphes beckii Newman et ses parasites en Nouvelle-Calédonie. Multigraphié, 50 p., 8 figs.

Fabres, G. 1971. Lepidosaphes beckii Newman et le parasitisme d'Aphytis cochereaui Rosen. Multigraphié, 17 p., 18 figs.

Fabres, G. 1974a. Particularités biologiques d'Aphytis cochereaui Rosen parasite de Lepidosaphes beckii Newman en Nouvelle-Calédonie. C.R. Acad. Sc. Paris, 277 D, 1159.

Fabres, G. 1974b. Contribution à l'étude d'Aphytis cochereaui Rosen et d'A. lepidosaphes Compere parasites de Lepidosaphes beckii Newman en Nouvelle-Calédonie. Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.) 10 (2), 371-79.

Fabres, G. 1975a. Intervention du parasite Aphytis cochereaui Rosen lors d'une pullulation de son hôte Lepidosaphes beckii Newman en Nouvelle-Calédonie. Entomophaga, 20(1), 81-92.

Fabres, 1975b. Le contrôle naturel des populations de Lepidosaphes beckii Newman dans les habitats ombragés et découverts de la vallée de Sarraméa.

III- Fluctuations du niveau de population du ravageur dans les deux habitats en dehors des phases de pullulation. Rôle des parasites et des entomopathogènes. Multigraphié, 37 p., 17 figs.