

CENTRE NATIONAL D'ETUDES AGRONOMIQUES DES REGIONS CHAUDES
ECOLE SUPERIEURE D'AGRONOMIE TROPICALE DE MONTPELLIER

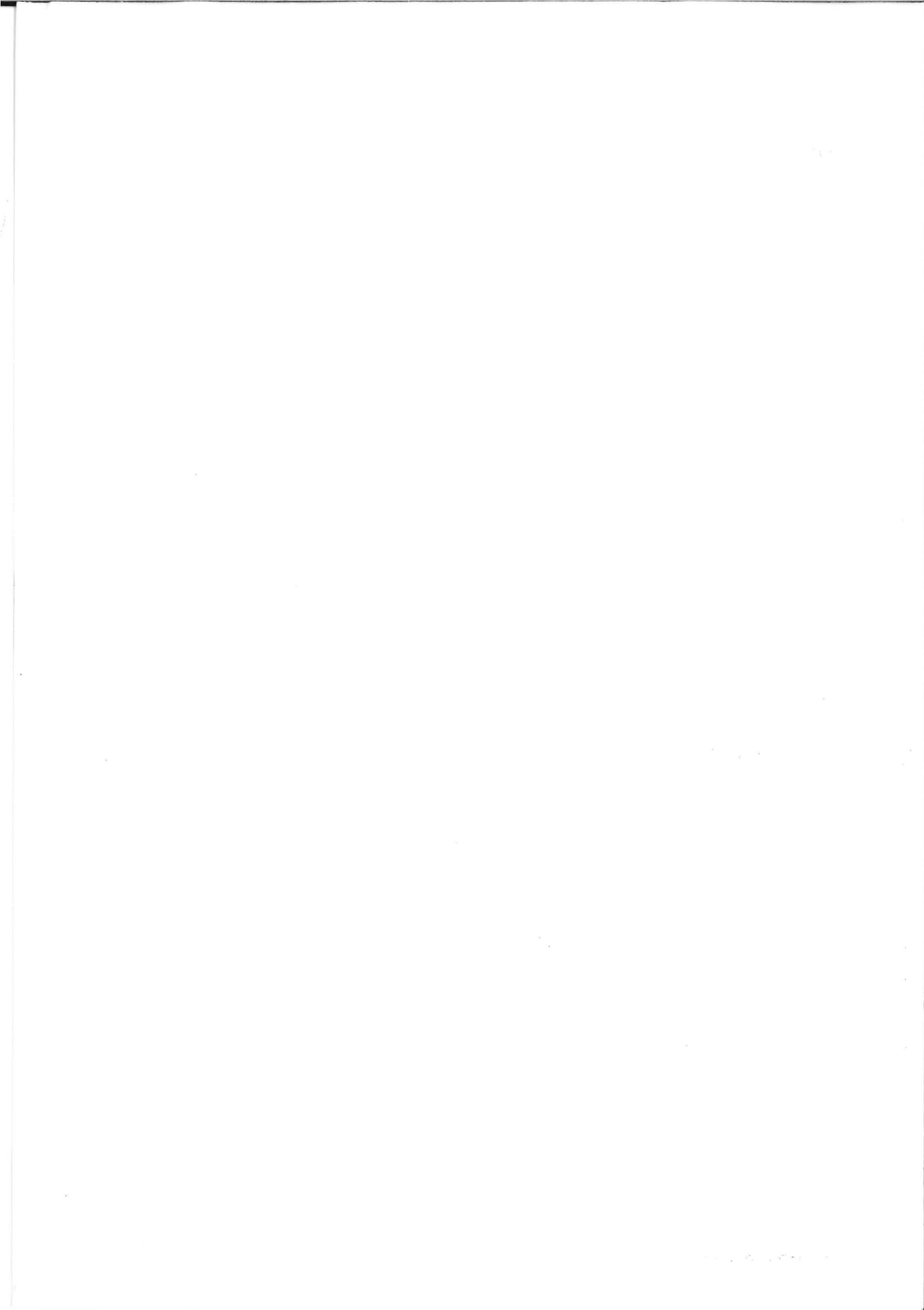
DIPLOME D'AGRONOMIE TROPICALE
FILIERE : PROTECTION DES CULTURES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE BIOLOGIQUE DE DEUX
PARASITES Encarsia diaspidicola SILVESTRI ET Arrhenophagus
chionaspidis AURIVILLIUS DE LA COCHENILLE DIASPINE
Pseudaulacaspis pentagona TARG-TOZZ A LA RÉUNION

Présenté par :
GOEBEL Olivier
Le 8 octobre 1987

Stage effectué à l'I.R.A.T.-REUNION IRFA ?
Maître de stage : M. Serge QUILICI

Année Universitaire
1986-87



CONTRIBUTION A L'ETUDE BIOLOGIQUE DE DEUX
PARASITES - Encarsia diaspidicola SILVESTRI ET Arrhenophagus
chionaspidis AURIVILLIUS DE LA COCHENILLE DIASPINE
Pseudaulacaspis pentagona TARG-TOZZ A LA REUNION

CONTRIBUTION TO THE BIOLOGICAL STUDY OF TWO
PARASITES Encarsia diaspidicola SILVESTRI AND Arrhenophagus
chionaspidis AURIVILLIUS OF THE DIASPINE SCALE
Pseudaulacaspis pentagona TARG-TOZZ IN REUNION ISLAND

Olivier GOEBEL

Enseignant du CNEARC responsable : Claude BOISSON, Maître de Conférences
en protection des cultures

Etablissement où s'est déroulé le stage :

Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
et des Cultures Vivrières
Laboratoire d'Entomologie
Station La Bretagne - 97487 SAINT-DENIS CEDEX
Téléphone : 28.00.51
Maître de stage : M. Serge QUILICI

Résumé

A la Réunion, la cochenille du mûrier (Pseudaulacaspis pentagona TARG-TOZZ) est susceptible de développer des pullulations en verger de pêchers et dans les plantations de géranium.

En vue d'améliorer le contrôle biologique de cette diaspine et de juger de l'opportunité d'introduire d'autres parasites dirigés contre elle, il semblait nécessaire d'étudier la biologie des deux parasites indigènes : Arrhenophagus chionaspidis AUR (Hyménoptère, Encyrtidae) et Encarsia diaspidicola SILV (Hyménoptère, Aphelinidae)

Dans une première partie, nous avons cherché à préciser l'identification des deux parasites à partir de l'observation de certains caractères morphologiques parmi les plus spécifiques. Compte tenu de ces observations, nous avons essayé de comparer ces deux parasites avec d'autres espèces voisines.

Nos quelques observations ont montré les difficultés d'identifier A. chionaspidis par rapport à l'espèce A. albitibiae.

L'espèce E. diaspidicola présente les caractères principaux du genre Encarsia et ne s'en détache que par la formule antennaire qui l'apparente au genre Prospaltella. Elle est morphologiquement différente d'E. berlesei et semble par contre assez proche d'E. aspidiocola.

Ayant été très peu étudié, certaines expériences préliminaires ont été effectuées sur E. diaspidicola afin de mieux définir les conditions optimales pour son élevage et les expériences ultérieures menées sur ce parasite. Ainsi, on a examiné l'influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte sur les taux de parasitisme, de mortalité et le nombre moyen de larves/hôte et étudié le stade de l'hôte préférentiellement parasité. Nous avons retenu des conditions optimales différentes pour les élevages et pour nos essais ultérieurs.

L'espèce E. diaspidicola concentre son action sur les stades de la lignée femelle de la cochenille avec une préférence marquée pour le deuxième stade larvaire femelle. Sur le stade pronympe mâle, on enregistre une mortalité précoce quasi-totale.

L'étude du développement pré-imaginal à différentes températures (20, 25, 30°C) a permis de distinguer six états repérables de développement pour A. chionaspidis et quatre pour E. diaspidicola.

L'influence de la température sur la durée de développement pré-imaginal est marquée chez ces deux espèces par une diminution de celle-ci entre 20 et 25°C mais non entre 25 et 30°C. A 25°C, la durée du développement pré-imaginal est de 12,5 et 22 jours pour A. chionaspidis et E. diaspidicola respectivement. Dans l'étude consacrée à l'influence de la température et de l'alimentation en miel sur la longévité des imagos des deux espèces, on constate que l'apport de miel prolonge fortement la survie des imagos dans les deux cas quelles que soient les conditions de température.

Dans des conditions de températures constantes, on observe que la longévité diminue avec l'augmentation de température. Les imagos d'E. diaspidicola montrent la longévité la plus importante. En conditions de thermo-période, la longévité est plus grande lorsque l'amplitude thermique est faible. Ce phénomène est fortement marqué pour E. diaspidicola, beaucoup moins pour A. chionaspidis qui présente une meilleure survie qu'E. diaspidicola.

Si nos résultats ont permis d'apporter certains éléments de réponse sur l'opportunité d'introduire à la Réunion d'autres espèces parasites de P. pentagona, l'étude d'autres caractéristiques biologiques d'E. diaspidicola et A. chionaspidis devraient permettre de juger de cette opportunité.

Une dernière partie de notre travail a été consacrée à une brève étude de l'influence de certains traitements chimiques sur les populations d'ennemis naturels de P. pentagona -les deux parasites étudiés ainsi qu'un prédateur, Chilocorus politus (Coccinellidae)- en vergers de pêchers.

Au cours de celle-ci, nous avons pu constater une action générale très marquée des oléoparathions. Les huiles jaunes se sont révélées les moins toxiques et l'influence des huiles blanches semble plus variable suivant le type d'auxiliaires.

Mots clés : parasite, Arrhenophagus chionaspidis, Encarsia diaspidicola, cochenille diaspine, Pseudaulacaspis pentagona, la Réunion.

AVANT - PROPOS

Ce stage s'est déroulé au Laboratoire d'Entomologie de la Station IRAT, La Bretagne.

Mes vifs remerciements s'adressent à Monsieur Serge QUILICI, Entomologiste à l'IRFA-REUNION, pour avoir accepté de s'être fait le guide de ce travail.

Que Monsieur VERCAMBRE, Entomologiste à l'IRAT-REUNION trouve ici mes remerciements pour ses précieux conseils au début de ce stage.

Je me dois aussi d'adresser mes remerciements à l'ensemble du personnel du Laboratoire d'Entomologie, en particulier à Monsieur MANJKOM pour sa participation aux observations de laboratoire.

Enfin, je n'omettrai pas de remercier Melle SJHOU-AMAR pour la frappe de ce mémoire.

SOMMAIRE

| | <u>Pages</u> |
|---|--------------|
| I) - <u>INTRODUCTION</u> | 1 |
| II) - <u>GENERALITES</u> | 4 |
| II1. - <u>LE MILIEU NATUREL A LA REUNION</u> | 4 |
| II1.1. - Situation géographique | - |
| II1.2. - Quelques données sur le relief | - |
| II1.3. - Quelques données climatiques | - |
| II1.3.1. - Les pluies et les vents | - |
| II1.3.2. - Les températures | - |
| II2. <u>L'IMPORTANCE DU GERANIUM ET DU PECHER DANS L'ECONOMIE DE LA REUNION</u> | 5 |
| II2.1. - Le géranium | - |
| II2.2. - Le pêcher | - |
| II3. - <u>ELEMENTS BIOLOGIQUES SUR <i>Pseudaulacaspis pentagona</i></u> | 5 |
| II3.1. - Eléments de biologie | 6 |
| II3.2. - Parasites de <u><i>P. pentagona</i></u> dans le monde | 7 |
| II4. - <u>TRAVAUX EFFECTUES SUR <i>Arrhenophagus chionaspidis</i> et <i>Encarsia diaspidicola</i></u> | 9 |
| III) - <u>METHODES D'ELEVAGE DE LA COCHENILLE ET DES PARASITES</u> | 11 |
| III1. - <u>LA COCHENILLE HOTE</u> | - |
| III2. - <u>LES PARASITES</u> | - |
| IV) - <u>ETUDES DE LABORATOIRE</u> | 12 |
| IV1.1. - <u>ETUDE MORPHOLOGIQUE - ELEMENTS DE SYTEMATIQUE</u> | 12 |
| IV1.1. - Objectif | - |
| IV1.2. - Matériels et méthodes | - |
| IV1.3. - Résultats et discussions | - |
| IV1.3.1. - <u><i>A. chionaspidis</i></u> | - |
| IV1.3.2. - <u><i>E. diaspidicola</i></u> | 14 |

| | <u>Pages</u> |
|--|--------------|
| IV2. - <u>EXPERIENCES PRELIMINAIRES SUR <i>E. diaspidicola</i></u> | 15 |
| IV2.1. - Objectif | - |
| IV2.2. - Matériels et méthodes | - |
| IV2.2.1. - Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte | - |
| IV2.2.2. - Stade préférentiel de l'hôte. | 16 |
| IV2.3. - Résultats et discussions | 17 |
| IV2.3.1. - Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte | - |
| IV2.3.2. - Stade préférentiel de l'hôte | 18 |
| IV3. - <u>ETUDE DU DEVELOPPEMENT PRE-IMAGINAL A DIFFERENTES TEMPERATURES</u> | 20 |
| IV3.1. - Objectif | - |
| IV3.2. - Matériels et méthodes | - |
| IV3.3. - Résultats et discussions | - |
| IV3.3.1. - <u><i>A. chionaspidis</i></u> | - |
| a) Description morphologique des "stades" de développement | - |
| b) Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal | 22 |
| IV3.3.2. - <u><i>E. diaspidicola</i></u> | - |
| a) Description morphologique des "stades" de développement | - |
| b) Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal | 24 |
| IV3.3.3. - Comparaison entre les deux espèces | - |
| IV4. - <u>ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE L'ALIMENTATION SUR LA LONGEVITE DES ADULTES</u> | 25 |
| IV4.1. - Objectif | - |
| IV4.2. - Matériels et méthodes | - |
| IV4.3. - Résultats et discussions | - |
| V) - <u>ETUDE DE TERRAIN : INFLUENCE DE DIVERS TRAITEMENTS SUR LA SURVIE DES AUXILIAIRES</u> | 27 |
| V1. - OBJECTIF | - |
| V2. - MATERIELS ET METHODES | - |
| V3. - RESULTATS ET DISCUSSIONS | 28 |

| | <u>Pages</u> |
|--|--------------|
| V3.1. - Prédateurs : <u><i>chilocarus politus</i></u> | 28 |
| V3.2. - Parasites : <u><i>A. chionaspidis</i></u> et <u><i>E. diaspidicola</i></u> | 31 |
| VI) - <u>CONCLUSION</u> | 33 |
| ANNEXES | |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | |

I) - INTRODUCTION

A la Réunion, la cochenille du mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona* TARG-TOZZ) s'attaque à deux cultures d'intérêt économique : le géranium et le pêcher.

Le géranium est une culture traditionnelle dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. Dans cette zone, peu propice à l'agriculture et déshéritée, les attaques de la cochenille sont générales et sans corrélation avec l'altitude (PASQUIN et QUILICI, non publié).

Sur géranium, l'action du ravageur sur le rendement et le comportement de la plante reste à étudier mais il semble cependant que les fortes attaques de la cochenille entraînent un dépérissement de la plante. Aucune méthode de lutte n'est préconisée actuellement sur cette culture (IRAT-REUNION, 1985).

Le pêcher est considéré au même titre que le géranium comme l'une des rares cultures adaptées aux Hauts de l'Ouest. Les résultats aujourd'hui acquis montrent qu'à la Réunion, sa culture est en pleine expansion (IRFA-REUNION, 1985).

Comme dans le cas du géranium, aucune évaluation précise des dégâts sur pêcher n'a été réalisée jusqu'à maintenant. Toutefois, dans certains vergers, la cochenille peut atteindre des niveaux de populations élevés jusqu'à un encroûtement total des branches entraînant parfois la mort de celles-ci (CIRAD-REUNION, 1985). La lutte chimique consiste d'ordinaire en un traitement de pré-débourrement.

A la Réunion, la cochenille du mûrier est susceptible de développer des pullulations sur laurier-rose, piment, bringellier marron (*Solanum auriculatum*), papayer et hibiscus (PASQUIN et QUILICI, non publié, GUYOT et QUILICI, 1987).

En matière de lutte chimique, les traitements peuvent être dirigés contre l'ensemble des stades ou plus spécifiquement contre les jeunes larves mobiles de l'insecte.

En verger de pêchers, les traitements de pré-débourrement dirigés contre les stades âgés utilisent essentiellement des produits à base d'huile minérale associés ou non avec des organo-phosphorés dont l'action sur les cochenilles est bien connue (VASSEUR et BIANCHI, 1953 ; SCHVESTER et al, 1955 ; CHABOUSSOU et RAMADIER, 1959). Ces types de traitements sont les plus utilisés en Europe.

Bien qu'ayant une bonne valeur coccicide, l'action de ces traitements vis-à-vis de *Pseudaulacaspis pentagona* est limitée par l'écran de protection que lui assure son bouclier (CHABOUSSOU et RAMADIER, 1959). Ainsi, des doses sensiblement plus fortes sont indispensables pour atteindre une efficacité suffisante mais il existe alors le risque de brûlures des jeunes bourgeons si la saison est avancée surtout sur pêcher (VASSEUR et BIANCHI, 1953 ; VAN DUYN et MURPHEY, 1971 ; YONCE et JACKLIN, 1974).

Aux Etats-Unis, la lutte chimique dirigée contre les stades jeunes (premier et deuxième stade larvaire) est la plus souvent adoptée. Elle fait généralement appel à des produits organophosphorés tels que parathion, éthion, méthidathion ou diméthoate (KUITERT, 1967 ; BOBB et al, 1973). Ces produits appliqués généralement en traitement d'été (BOBB et al, 1973 ; EIANCHI et MILAIRE, 1963 ; KIROGLU et BENASSY, 1970) peuvent être néfastes pour la faune auxiliaire. Ainsi, en France, dans les vergers de pêcheurs régulièrement entretenus, la répercussion des traitements insecticides demeure l'explication majeure à la limitation de la multiplication du parasite *Encarsia berlesei* (Hyménoptère Aphelinidae). (BENASSY, 1958 b).

En raison de ces inconvénients, les recherches récentes ont généralement visé à mettre au point une lutte intégrée par la préservation des auxiliaires indigènes ou l'acclimatation d'ennemis naturels exotiques.

En matière de lutte biologique par acclimatation, divers ennemis naturels, en particulier des microhyménoptères, ont été utilisés dans le passé. Ainsi, l'action d'*Encarsia berlesei* s'est traduite, dans la plupart des pays où il a été introduit, par un contrôle substantiel ou complet de la cochenille.

| <u>Pays concernés</u> | <u>Date d'introduction</u> | <u>Introduit de :</u> | <u>Résultats</u> |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|------------------|
| Argentine | 1908 | USA | S |
| Autriche | ? | Italie | C |
| Brésil | 1921 | USA | C |
| Pérou | 1909-10 | USA, Italie | S |
| Uruguay | 1912 | USA, Italie | C |

S : Contrôle substantiel

C : Contrôle complet

LUTTE BIOLOGIQUE PAR ACCLIMATATION : L'EXEMPLE d'*Encarsia berlesei*
(d'après DE BACH et SCHLINGER, 1964)

A la Réunion, parmi les ennemis naturels de *P. Pentagona*, on trouve deux hyménoptères parasites indigènes. L'un, *Encarsia diaspidicola* SILVESTRI (Hym. Aphelinidae) est une espèce très proche d'*E. berlesei* et l'autre, un encyrtide : *Arrhenophagus chionaspidis* AURIVILLIUS (Hym. Encyrtidae).

→ L'efficacité parasitaire d'*E. diaspidicola* et *A. chionaspidis* varie en fonction de nombreux facteurs essentiellement liés à la plante hôte de la cochenille et aux conditions climatiques (GUYOT et QUILICI, 1987). Toutefois, des taux très élevés de parasitisme ont été observés.

→ Cette efficacité, due à l'action des parasites déjà présents, pourrait être renforcée par l'introduction à la Réunion d'espèces exotiques. Par exemple, E. berlesei dont l'acclimatation dans de nombreux pays ne semble pas poser de problèmes. Afin d'optimiser l'incidence de ces espèces dans la lutte biologique contre P. pentagona, il est nécessaire de mieux connaître les ennemis naturels indigènes.

Ces deux dernières raisons ont conduits à s'orienter vers l'étude biologique des parasites de P. pentagona : c'est précisément dans ce cadre qu'entre le présent travail.

v diaspidicola

L'étude biologique d'E. berlesei et A. chionaspidis sera précédée de l'étude morphologique de certains caractères parmi les plus spécifiques décrits dans les travaux de taxonomie dont nous disposions. Cette étude a pour objectif d'apporter des précisions sur l'identification de ces deux espèces à la Réunion et de les comparer à d'autres espèces voisines. Ayant été très peu étudié, une série d'expériences préliminaires sera consacrée à l'espèce E. diaspidicola afin de définir les conditions optimales pour l'élevage et les essais ultérieurs. L'importance des facteurs climatiques dans la régulation des populations de ces deux parasites nous ont conduit à consacrer une part importante de ce travail à l'étude de l'influence de l'un de ces facteurs : la température. Ainsi, nous examinerons l'influence de la température sur le développement pré-imaginal et sur la longévité des imagos des deux parasites.

Une dernière partie de notre travail a été consacrée à une brève étude de l'influence de certains traitements chimiques sur les populations d'ennemis naturels de P. pentagona en verger de pêcheurs. Au cours de celle-ci, nous nous sommes intéressés aux deux parasites ayant fait l'objet de notre étude de laboratoire ainsi qu'au prédateur le plus abondant dans le biotope d'essai : éhilocorus politus (Coccinellidae).

v C

II) - GENERALITES

III. - LE MILIEU NATUREL A LA REUNION

III.1. - Situation géographique

Ile de l'Océan Indien, la Réunion constitue avec Maurice et Rodrigues l'archipel des Mascareignes. Cet archipel est situé à l'Est de Madagascar (figure 1 a). Située à 21° de latitude Sud et 55° de longitude Est, la Réunion n'est qu'à environ 2 degrés du Tropique du Capricorne. Elle appartient donc à la "zone intertropicale" en position australe.

III.2. - Quelques données sur le relief (figure 1 b)

Ile volcanique, la Réunion est jeune puisqu'elle commença à sortir de l'océan il y a de cela deux ou trois millions d'années. Elle comporte de part et d'autre de l'axe transversal Saint-Benoît/Saint-Pierre un massif "éteint" (le Piton des Neiges) et un massif "actif", celui du Piton de la Fournaise. Le Piton des Neiges (3 069 m) et le Piton de la Fournaise (2 631 m) sont situés sur le grand axe Nord-Ouest, Sud-Est le long duquel s'est déplacée l'activité volcanique. Cet axe montagneux constitue une barrière naturelle sensiblement située à la charnière de deux régions climatiques.

III.3. - Quelques données climatiques

III.3.1. Les pluies et les vents

Avec en moyenne, 1 à 8 m de précipitations annuelles (figure 2 b), la Réunion peut être qualifiée d'île tropicale humide.

- En "saison fraîche" qui correspond à "l'hiver" austral (d'avril à novembre), les pluies sont liées au régime des alizés. Ces vents marins, plus ou moins humides, soufflent du Sud-Est. Ils régissent la pluviosité sur les flancs de l'île.

On constate une nette dissymétrie dans la répartition des pluies entre les versants oriental et occidental. L'île est donc nettement divisée en deux régions climatiques. A l'Est, la région "au vent" bien arrosée, à l'Ouest, la région "sous le vent" soumise à une sécheresse relative. Les villes littorales de Saint-Pierre à Saint-Denis subissent en effet quelques "mois secs" définis par une insuffisance des pluies.

- En "saison chaude" (de décembre à mars-avril), le gros des précipitations est surtout dû aux dépressions tropicales, dont certaines évoluent en cyclones. Elles peuvent, en effet, représenter en quelques jours du quart à la moitié des précipitations annuelles. Les cyclones qui affectent la Réunion proviennent pour la plupart du Nord-Est et déversent leurs pluies principalement sur la région "au vent".

III.3.2. Les températures (figure 2 a)

Avec une température oscillant entre 26-28°C en février (mois le plus chaud) et 20-22°C en août (mois le plus froid), l'amplitude thermique n'est que de 5 à 6°C (en zone de basse altitude).

Ce régime thermique peu contrasté est surtout dû à la latitude. Il est cependant tempéré par l'altitude. Sur les hauteurs du relief, il peut même geler quelques jours par an.

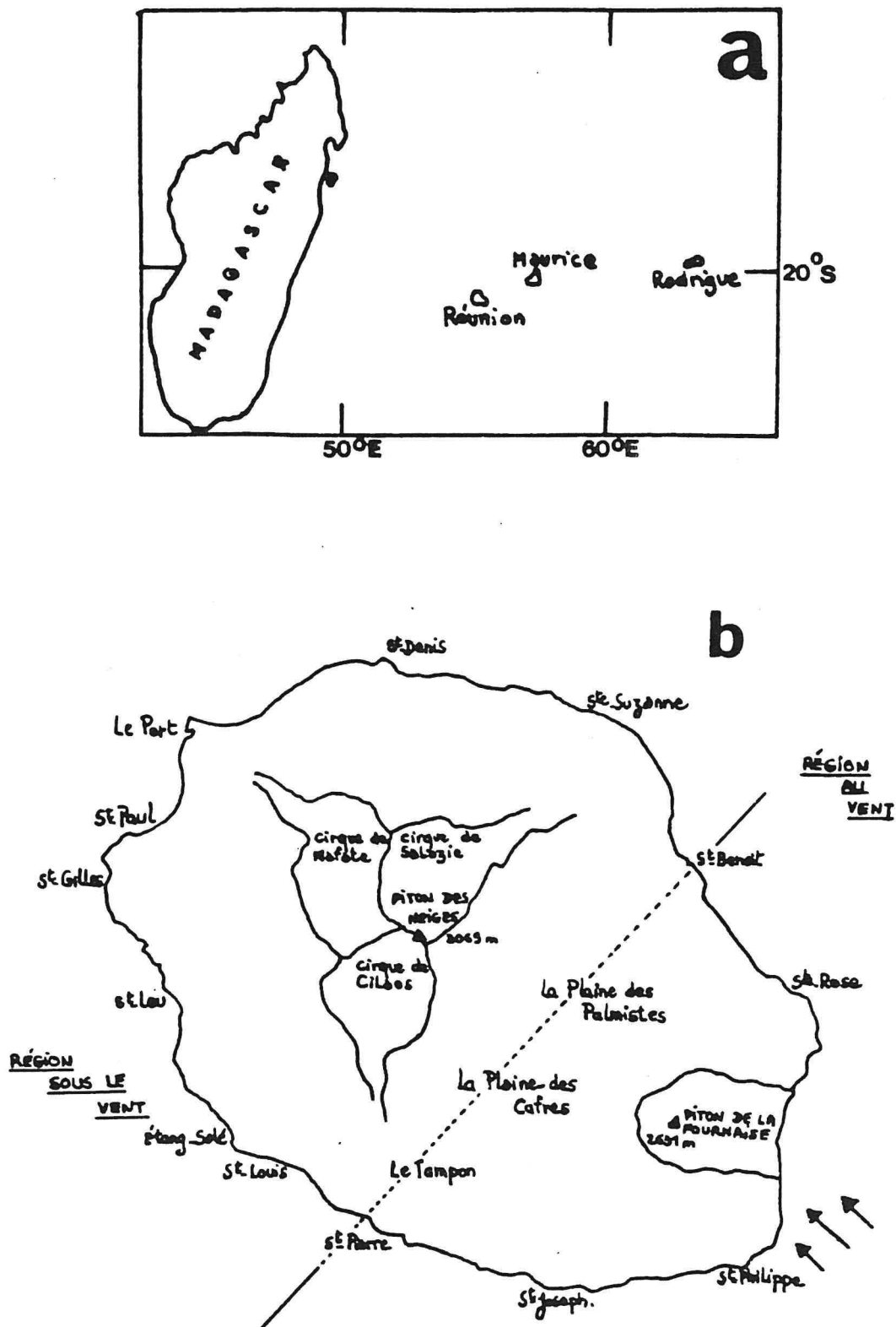


Figure 1 :

a : Situation de l'archipel des Mascareignes dans l'Océan Indien

b : Carte physique de l'île de la Réunion

Echelle 1/400 000

+ Direction des alizés

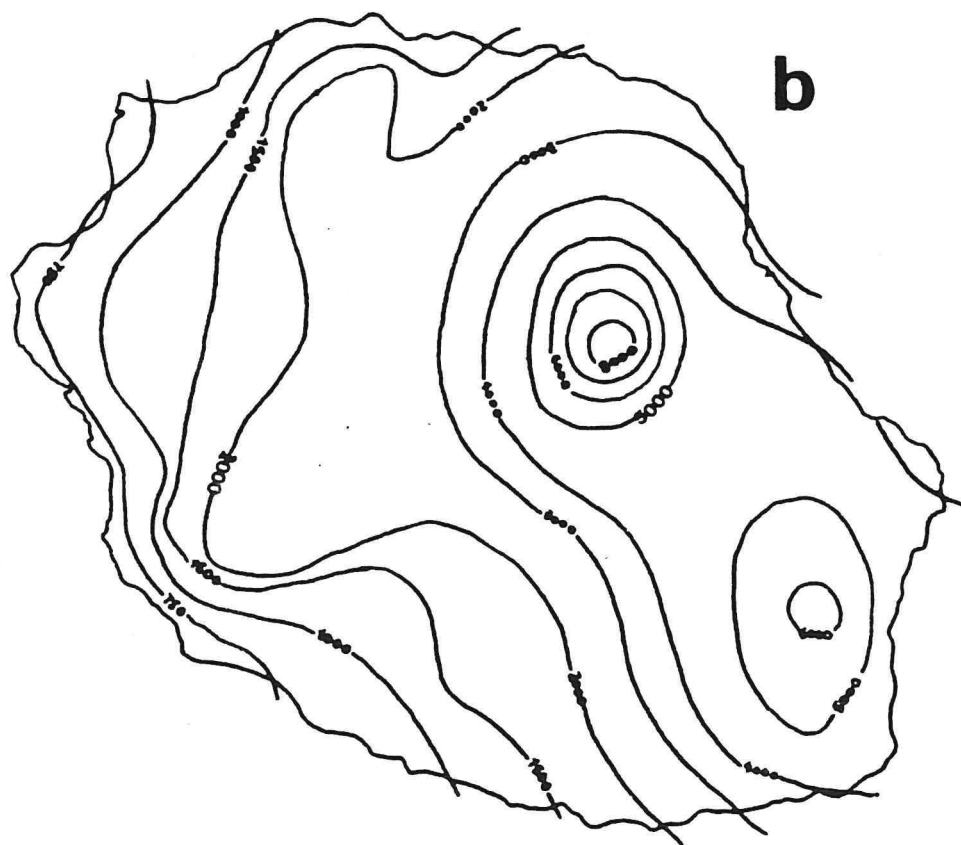
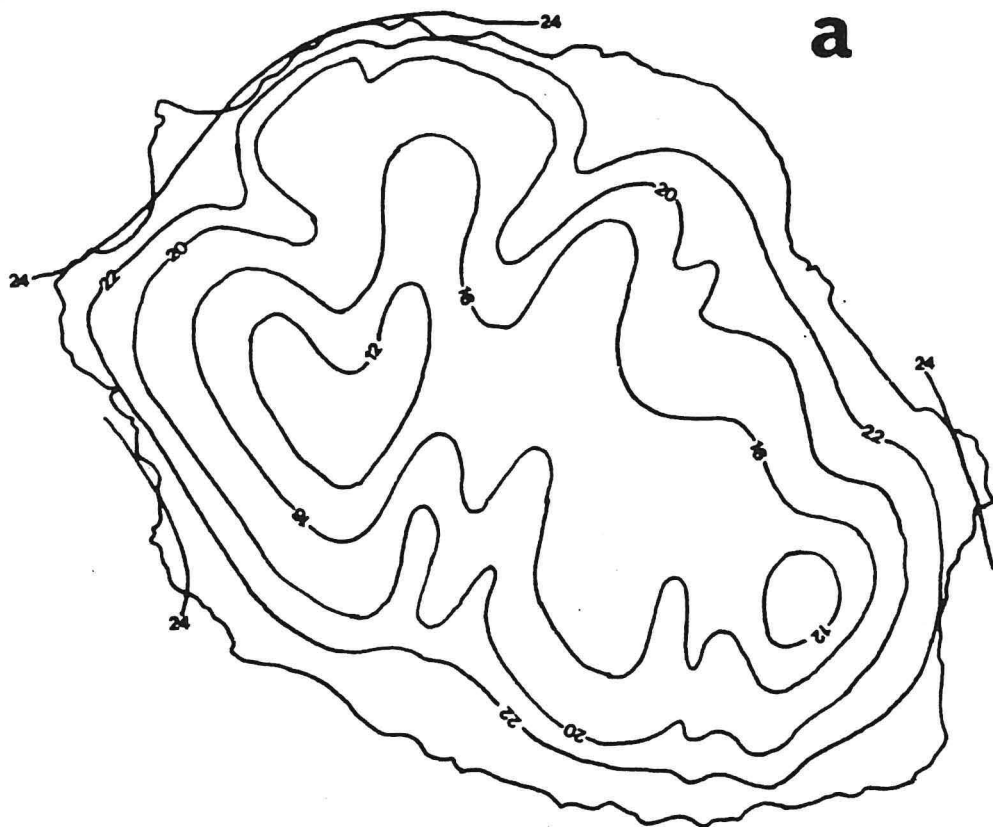


Figure 2 :

- a :** Courbes isothermes moyennes annuelles (1951 - 1969)
(d'après CNRS, IGN, 1975)
- b :** Courbes isohyètes annuelles (1951 - 1969)
(d'après CNRS, IGN, 1975)

II2. - L'IMPORTANCE DU GERANIUM ET DU PECHER DANS L'ECONOMIE DE LA REUNION

II2.1. - Le géranium

Le géranium est essentiellement cultivé dans les Hauts de l'Ouest de 600 à 1 500 m d'altitude.

Bien que confrontée actuellement à une grave crise de sous production, le géranium a longtemps été présenté comme la deuxième culture d'exportation après la canne à sucre (BRIDIER 1985). Avec 31,8 T d'essence de géranium représentant une rentrée de devises de 15.3 millions de francs en 1983, cette culture concerne 11 % des exploitations agricoles et 2,3 % de la population de l'île (RGA, 1981, cité par BRIDIER 1985). La "spécialisation" des Hauts de l'Ouest vers le géranium a permis une valorisation de cette zone peu propice à l'agriculture. Dans celle-ci, le géranium entre pour 38 % de la surface cultivée ce qui représente 70 % des surfaces en géranium de l'île et près de 80 % de la production (BRIDIER, 1985).

II2.2. - Le pêcher

La culture du pêcher représente, pour la Réunion, un intérêt économique non négligeable pour deux raisons essentielles : elle permet d'une part une valorisation de la zone des Hauts de l'Ouest et elle peut permettre, d'autre part au même titre que certains autres fruitiers tempérés, de substituer une production locale aux importations encore trop importantes. De plus, les pêches produites à la Réunion peuvent être vendues de novembre à janvier comme fruits de contre saison sur le marché Européen (IRFA-REUNION, 1985). Les résultats aujourd'hui acquis montrent qu'à la Réunion, la culture du pêcher est en pleine expansion. Le seuil de 50 ha de pêchers pourrait être atteint dès les années 87-88. De 1978 à 1984, la production totale est passée de 120 à 600 T et la consommation locale de 0,2 à 1,7 kg/habitant. La création supplémentaire de 23 à 25 ha de pêchers entraînerait la saturation du marché local (IRFA-REUNION, 1985).

II3. - ELEMENTS BIOLOGIQUES SUR *P. pentagona*

La cochenille du mûrier *Pseudaulacaspis pentagona* TARGIONI-TOZZETTI 1886 (Homoptère, *Diaspididae*) est une espèce originaire d'Extrême Orient dont l'expansion dans le monde a été très rapide en raison, notamment, de sa polyphagie. Aux Etats-Unis, les dégâts en verger de pêchers peuvent être aussi importants que ceux du pou de San-José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMST) (STIMMEL JF., 1982, YONCE et JACKLIN, 1974 ; KUITERT, 1967, BOBB et al 1973).

II3.1. - Eléments de biologie

P. pentagona présente les caractéristiques biologiques principales des cochenilles diaspines :

- . fixation précoce des jeunes larves sur le support végétal (généralement au cours des vingt quatre heures qui suivent leur éclosion); la mobilité est limitée aux larves de premier stade et aux adultes mâles ailés.
- . existence d'un bouclier protecteur.
- . adaptation morphologique à la vie fixée : aptérisme constant des femelles ; disparition des appendices et des yeux ; réduction des antennes à l'état de simples soies ; active nutrition grâce aux pièces buccales non affectées par cette adaptation.
- . importante reproduction
- . cycle biologique caractérisé par :
 - Développement "amétabole" chez la femelle recouverte d'un bouclier protecteur
 - Développement "holométabole" chez le mâle protégé par un follicule à partir du 2ème stade larvaire.

Chez P. Pentagona, le cycle biologique durerait au total de 33 à 37 jours à 27°C (BENASSY 1958a).

Les jeunes larves de premier stade (L1) se fixent quelques heures après leur éclosion sur le support végétal et commencent la sécrétion d'un bouclier. Ce stade s'étalerait sur 10 j à 27°C (BENASSY 1958a). De la première mue résulte un 2ème stade larvaire (L2) au cours duquel s'effectue la différenciation des sexes. Les individus femelles poursuivent normalement leur développement en continuant de sécréter un bouclier circulaire tandis que les individus mâles s'entourent d'un follicule blanc.

Chez le mâle, le stade L2 est suivi d'un stade pronymphal puis nymphal. L'éclosion de l'imago ailé coïncide avec le passage, chez la femelle, du stade L2 à l'adulte, ce qui fixe le stade favorable de l'accouplement qui est la jeune femelle adulte. Après l'accouplement, une ovogénèse active aboutit à l'émission des oeufs dont la durée peut s'étendre sur plusieurs semaines (BENASSY, 1958a). Une fois la ponte achevée, la femelle se dessèche et meurt.

Le cycle annuel varie suivant les régions : 2 générations près de Lyon contre 3 à Antibes (BENASSY, 1958a) ; 2 à 4 générations aux Etats-Unis suivant la latitude (STIMMEL 1982, YONCE et JACKLIN, 1974, KUITERT, 1967, BOBB et al 1973) ; 2 générations dans sa phase "hivernale" à la Réunion (GUYOT et QUILICI, 1987).

Dans tous les cas où il y a un stade hivernant celui-ci correspond au stade femelle adulte.

II3.2. - Parasites de *P. pentagona* dans le monde

Dans les nombreux pays du monde où elle est signalée, *P. pentagona* est généralement la proie d'un cortège varié d'espèces prédatrices. Notre travail étant axé sur les parasites, nous laisserons volontairement de côté ce groupe d'ennemis naturels. Nous avons tenté de répertorier la plupart des parasites de *P. Pentagona* dans le monde. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 1.

| Ordre et famille | Espèces | Répartition | Référence |
|----------------------------|------------------------------|---|--|
| HYMENOPTERE APHELINIDAE | <i>Encarsia diaspidicola</i> | Afrique du Sud Brésil Japon Formose Madagascar Réunion | BALACHOWSKI (1954) " " " BRENIERE et DUBOIS (1965) APPERT (1967) AUBERT et al (1982) |
| | <i>E. berlesei</i> | Argentine Brésil Uruguay U.S.A. Japon France Italie Autriche | BALACHOWSKI (1954) " " VAN DUYN et MURPHEY (1971) BOBB et al (1973) YONCE et JACKLIN (1974) STIMMEL (1982) BALACHOWSKI (1954) " BENASSY (1957, 1958, 1961) BALACHOWSKI (1954) FERRIERE (1961) BALACHOWSKI (1954) |
| | <i>E. murtfeldti</i> | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | <i>E. aurantii</i> | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | <i>E. Niigatae</i> | Japon | BALACHOWSKI (1954) |
| | <i>Aphytis diaspidis</i> | Afrique du Sud Madagascar Argentine Jamaïque Bermudes | ROSEN et DEBACH (1979) " " BALACHOWSKI (1954) SIMMONDS (1958) |

| Ordre et famille | Espèce | Répartition | Référence |
|----------------------------|----------------------------|---|--|
| HYMENOPTERE APHELINIDAE | A. proclia | France Italie Suisse U.S.A. | BENASSY (1957, 1961) ROSEN et DE BACH (1979) " " BOBB et al (1973) |
| | A. citrinus | Argentine Trinidad U.S.A. Bermudes | BALACHOWSKI (1954) BENETT (1956) KUITERT (1967) SIMMONDS (1958) |
| | Aspidiotiphagus citrinus | Argentine Trinidad U.S.A. Bermudes | BALACHOWSKI (1954) BENETT (1956) KUITERT (1967) SIMMONDS (1958) |
| | A. lounsburyi | Trinidad Bermudes | BENETT (1956) SIMMONDS (1958) |
| | Dimacrocerus platensis | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | Pteroptrix dimidiatus | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | Cales noacki ? | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | Archenomus bicolor | U.S.A. | BOBB et al (1973) |
| | A. orientalis | Japon | BALACHOWSKI (1954) |
| | Ablerus perspiciosus | Japon | BALACHOWSKI (1954) |
| | Azotus capensis | Japon | BALACHOWSKI (1954) |
| | Cocophagus kersanae | Japon | BALACHOWSKI (1954) |
| HYMENOPTERE ENCYRTIDAE | Arrhenophagus chionaspidis | Suède Suisse Hongrie Brésil Argentine Ouganda Sénégal Tchécoslovaquie Macao Afrique du Sud Japon Réunion | ? FERRIERE* (1946) AURIVILLIUS* (1887) DE SANTIS* (1946) DE SANTIS* (1964) GREATHEAD* (1972) RISBEC (1960) HOFFER* (1964) HOWARD* (1898) ANNECKE et PRINSLOO (1974) TACHIKAWA* (1957, 1958, 1963) AUBERT et al (1982) |

= Azotus

| Ordre et famille | Espèce | Répartition | Référence |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| HYMENOPTERE ENCYRTIDAE | Thysanus aspidioti | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | T. coridei | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| | T. platensis | Argentine | BALACHOWSKI (1954) |
| HYMENOPTERE EULOPHIDAE | Psilomirinus flabi- caudus | Amérique du Sud | BALACHOWSKI (1954) |

* Cité par ANNECKE et PRINSLOO (1974)

Tableau 1 : PRINCIPAUX PARASITES DE P. pentagona DANS LE MONDE

L'analyse de ce tableau fait ressortir quelques remarques importantes :

- . Les parasites de P. pentagona appartiennent tous à l'ordre des hyménoptères et principalement à deux familles. celle des Aphelinidae et celle des Encyrtidae.

Dans ces deux familles, quatre genres retiendront particulièrement notre attention du fait de leur grande répartition géographique : un genre ectoparasite - Aphytis - et trois genres endoparasites - Aspidiotiphagus, Encarsia et Arrhenophagus . Ce dernier étant représenté par l'espèce Chionaspidis.

A la Réunion, on retrouve E. diaspidicola SILVESTRI et A. chionaspidis AURIVILLIUS.

Un hyperparasite d'E. diaspidicola, Marietta sp. d'origine asiatique a été identifié par DELVARE* en 1986.

Le genre Aspidiotiphagus a également été signalé mais l'identification effectuée sur un faible échantillon demande à être confirmée.

II4. - TRAVAUX EFFECTUES SUR E. diaspidicola et A. chionaspidis

Ces deux espèces appartiennent dans l'ordre des hyménoptères à la super famille des Chalcidoidea qui compte de nombreuses espèces entomophages. D'une taille inférieure au mm, ces deux Chalcidiens sont des endoparasites dont la ponte s'effectue à l'intérieur des stades larvaires ou adultes de leur hôte. Le développement pré-imaginal s'effectue en parasite dans l'hôte qui montre au bout d'un certain temps un état typiquement parasité appelé momie d'où sortira l'imgo Très peu de publications ont jusqu'à présent été consacrées à ces deux parasites. A. chionaspidis, le plus étudié des deux a fait l'objet de quelques études taxonomiques et biologiques.

Le travail taxonomique d'ANNECKE et PRINSLOO (1974) donne une description morphologique très détaillée de l'espèce. Les principaux travaux de biologie ont été effectués par BENASSY (1961) qui a étudié l'influence du parasite sur la limitation des pullulations de la cochenille diaspine Aulacaspis rosae. BOUCHE.

Cet auteur a montré que la répartition dans l'espace et dans le temps des populations d'A. chionaspidis était très influencée par trois groupes de facteurs complexes : le facteur "climat" (essentiellement l'humidité) ; les facteurs "hôte" et "végétal" soumis également à l'action du premier. Les différents stades de développement ont été étudiés ainsi que le stade de l'hôte préférentiellement parasité.

L'espèce E. diaspidicola a été très peu étudiée. Par contre de nombreux travaux ont été consacrés à l'espèce voisine E. berleseii en raison de son efficacité vis à vis de P. pentagona (BENASSY, 1957, 1958 a et b, 1961 ; BENASSY et KIROGLU, 1970).

Les seuls éléments dont nous disposons sur E. diaspidicola, proviennent de l'étude bio-écologique de P. Pentagona et de ses ennemis naturels effectuée à la Réunion (GUYOT et QUILICI, 1987).

Celle-ci a essentiellement porté sur l'évaluation des taux de parasitisme en fonction de la plante hôte à différentes altitudes et a permis de mieux comprendre la répartition numérique dans le temps et dans l'espace des populations de ce parasite à la Réunion.

III) - METHODES D'ELEVAGE DE LA COCHENILLE ET DES PARASITES

III 1. - LA COCHENILLE HOTE

Nous avons utilisé la méthode d'élevage en usage à l'INRA d'Antibes et mise au point par BENASSY (1958 a). L'élevage est pratiqué sur tubercules de pomme de terre placés dans un panier métallique dans des bacs de plastique de dimensions L = 70 cm ; l = 40 cm et h = 20 cm au fond desquels est maintenu en permanence un certain volume d'eau.

Ceux-ci sont recouverts d'une toile moustiquaire et placés en pièce non climatisée (T° et H.R variables) . Les tubercules sont contaminés à partir des oeufs récoltés en retournant les boucliers des femelles adultes sur un tamis fin.

III 2. - LES PARASITES

Les élevages sont pratiqués dans des cages en "plexiglas" aérées de dimensions L et l = 20 cm, h = 30 cm. Les parasites venant juste d'éclore sont prélevés à l'aide d'un aspirateur (L = 10 cm et diamètre = 0,4 cm) et transférés dans les cages où on les laisse pendant 24 h au contact des cochenilles sur pommes de terre.

Les souches de parasites utilisées proviennent de momies prélevées sur Bringellier marron (*Solanum auriculatum*) trouvé dans la nature. Les momies sont isolées dans des petites boîtes de plastique aérées afin de récupérer les parasites éclos.

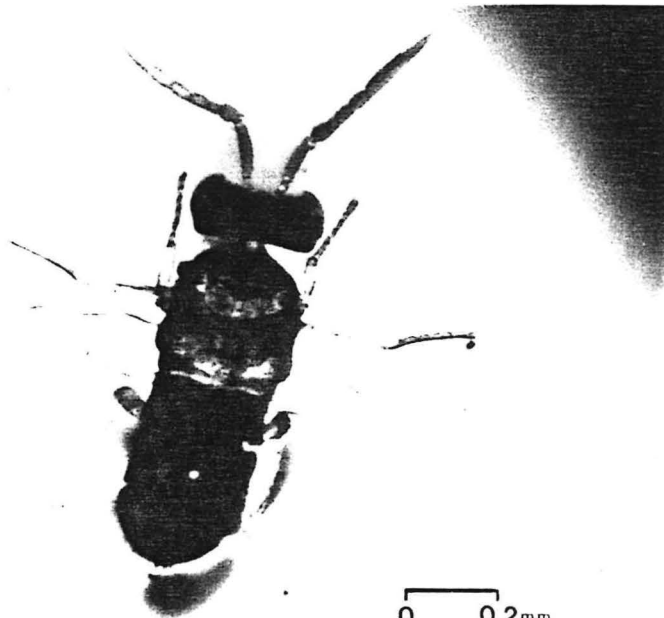
Les élevages sont menés en pièce climatisée à une température de 25°C et une hygrométrie relative de 60-80 p100. Le stade de l'hôte proposé est différent pour les deux parasites. Pour A. chionaspidis ce stade correspond soit à la jeune larve de deuxième stade mâle (lorsque le follicule cireux est visible), soit à la jeune pronymphé mâle car ce parasite concentre son action sur les mâles (BENASSY 1961). Pour E. diaspidicola le stade proposé est la larve de deuxième stade femelle.

1



0 0.1mm

2



0 0.2mm

P. 1 et 2 : Les deux parasites de Pseudaulacaspis pentagona
TARG-TOZZ à la Réunion

1 : Arrhenophagus chionaspidis AUR (hymenoptera Encyrtidae)

2 : Encarsia diaspidicola SILV (hymenoptera Aphelinidae)

IV) - ETUDES DE LABORATOIRE

IV1. - ETUDE MORPHOLOGIQUE - ELEMENTS DE SYSTEMATIQUE

IV1.1. - Objectif

Cette étude n'a pas pour objectif de reprendre les travaux précis et détaillés de morphologie et de systématique déjà effectués sur ces deux parasites ou d'autres espèces du même genre mais de tenter d'apporter des précisions sur l'identification des individus présents à la Réunion.

IV1.2. - Matériels et méthodes

Pour chacune des deux espèces, les observations portent sur des individus provenant des élevages du laboratoire. Le nombre d'individus observés est compris entre 10 et 15 dans chacun des cas.

Ceux-ci sont passés dans de la potasse dosée à 50 % pendant 1 h environ afin de dissoudre une partie des éléments organiques et ne laisser que les parties chitinisées. Les observations sont réalisées au microscope après montage dans le liquide de FAURE (ANNEXE 1).

IV1.3. - Résultats et discussions

IV1.3.1. - *Arrhenophagus chionaspidis* AURIVILLIUS (PHOTO 1)

Nous mettrons l'accent sur les caractères morphologiques permettant une meilleure distinction entre les espèces du genre *Arrhenophagus* étudiés par ANNECKE et PRINSLOO (1974). Ceux-ci concernent la tête, le mesonotum, l'ovipositeur et le nombre de segments tarsaux. Les individus que nous avons observés présentaient les caractères suivants :

. Caractères de la tête

La forme de la tête est triangulaire et aplatie au niveau du fronto-vertex (PHOTO 3).

La réticulation est caractérisée, au niveau du front, par un réseau de stries qui semblent partir d'un même point (PHOTO 4).

Les mandibules sont courtes et élargies à la base (PHOTO 5).

. Caractères du mesonotum (PHOTO 6)

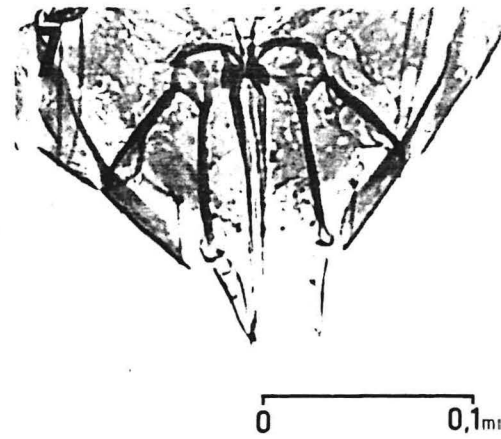
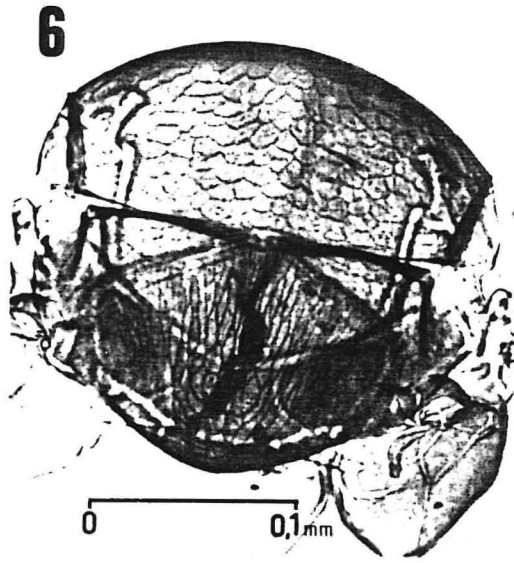
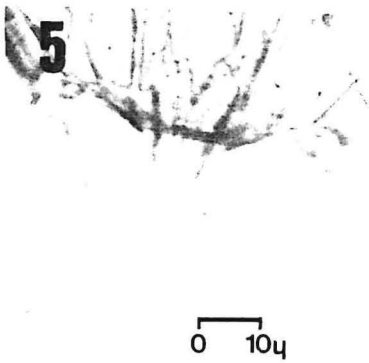
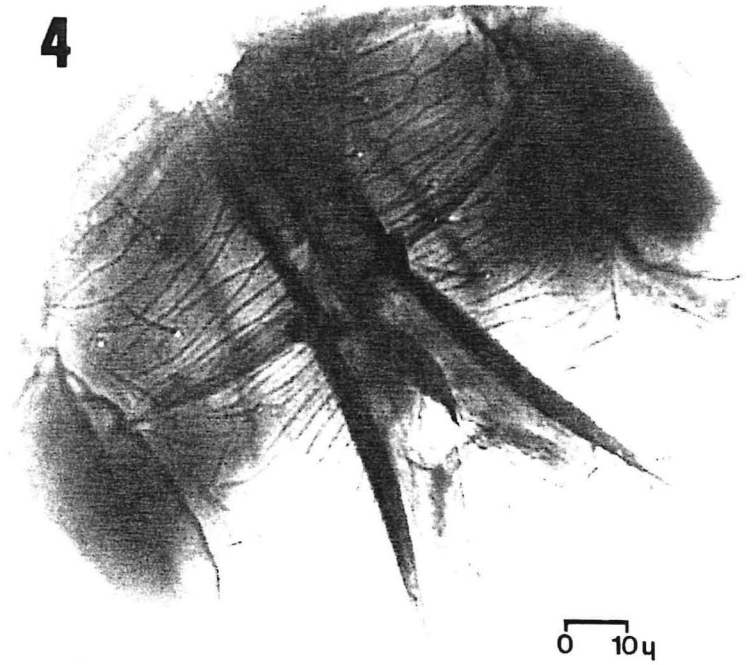
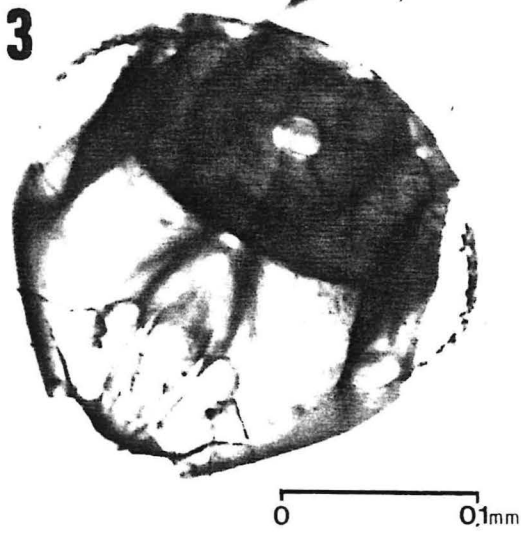
Il est aplati dans sa partie antérieure.

La réticulation, notamment dans sa partie postérieure, est formée de stries qui délimitent des "cellules" étroites et allongées.

. L'ovipositeur

Il présente l'aspect figuré sur la PHOTO 7. On remarque entre autres, qu'il est formé dans sa partie antérieure de deux pièces chitinisées en "arc de cercle".

. Les tarsi comportent quatre segments.



P. 3 à 7 : Caractères morphologiques observés sur *Arrhenophagus chionaspidis* AUR

- 3 : Tête
- 4 : Réticulation du front
- 5 : Mandibules
- 6 : Mesonotum
- 7 : Ovipositeur

Au cours de nos observations, nous n'avons pu observer tous les caractères morphologiques, mais la plupart de ceux qui permettent une distinction au niveau spécifique selon ANNECKE et PRINSLOO (1974). Les individus observés présentent des caractères qui les apparentent à deux espèces du genre : A. chionaspidis et A. albitibiae GIRAULT.

Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

| Parties observées | Caractères des individus observés | Caractéristique de l'espèce (ou du genre) (Fig. 3 d'après ANNECKE et PRINSLOO 1974) |
|-------------------|---|---|
| Tête | Triangulaire et aplatie au niveau du fronto-vertex | <i>A. chionaspidis</i> |
| | <ul style="list-style-type: none"> . Réticulation frontale . Mandibules courtes et élargies à la base | <i>A. albitibiae</i> |
| Mesonotum | Réticulation de la partie postérieure avec "cellules" étroites et allongées | <i>A. chionaspidis</i> <i>A. albitibiae</i> |
| Ovipositeur | <ul style="list-style-type: none"> . aspect général . Présence des deux pièces chitinisées en "arc de cercle" | <i>A. chionaspidis</i> |
| Tarse | 4 segments | <i>Arrhenophagus</i> |

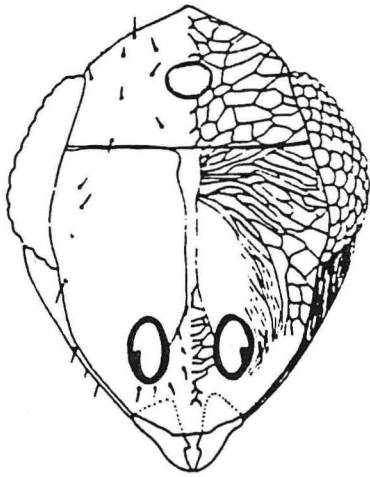
Tableau 2 : CARACTERES MORPHOLOGIQUES OBSERVES SUR A. chionaspidis

Ces deux espèces ont souvent été confondues. Ainsi, sur des échantillons provenant du Japon, TACHIKAWA (1957, 58, 63 cité par ANNECKE et PRINSLOO 1974) avait identifié A. chionaspidis alors qu'il s'agissait d'A. albitibiae.

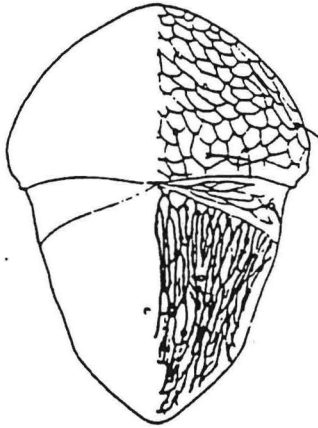
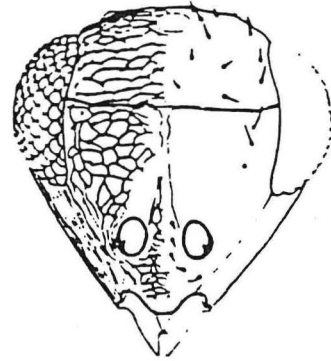
De même, les taxonomistes* ayant examiné les premiers individus provenant de la Réunion avaient, dans un premier temps, conclu qu'il s'agissait de l'espèce A. albitibiae. Examinant un lot important d'individus, PRINSLOO concluait en 1985 qu'il s'agissait d'A. chionaspidis. Toutefois, il est permis de se demander comme le souligne DELVARE* si les deux espèces ne sont pas présentes à la Réunion.

G. DELVARE* : Laboratoire de Faunistique, BP 5035 34032 MONTPELLIER CEDEX
identifié en 1983, 1985

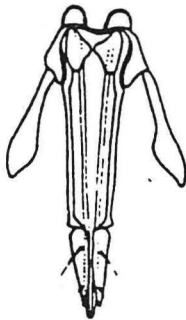
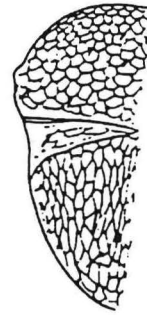
PRINSLOO* : Plant Protection Research Institute, PRETORIA 0001 SOUTH AFRICA
identifié en 1984



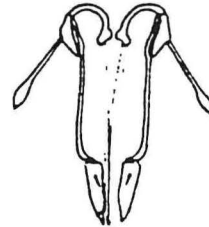
Head,



Mesonotum



Ovipositor



Arrhenophagus albitibiae Girault,

Arrhenophagus chionaspidis Aurivillius.

Figure 3 : Caractères morphologiques de la tête, du mesonotum et de l'ovipositeur des espèces *A. chionaspidis* et *A. albitibiae* décrits par ANNECKE et PRINSLOO (1974)

Nos quelques observations morphologiques montrent et confirment les difficultés d'identification de deux espèces du genre Arrhenophagus. L'observation d'un plus grand nombre d'individus en provenance de la Réunion pourrait peut être résoudre ces difficultés et préciser la description de certains caractères morphologiques de l'espèce.

IV1.3.2. - Encarsia diaspidicola SILVESTRI (PHOTO 2)

Dans un premier temps, nous avons cherché à retrouver ces deux caractères principaux permettant de distinguer les genres Encarsia et Prospaltella : la formule antennaire et la longueur des métatarses (FERRIERE, 1965). De plus, quelques autres caractères communs aux deux genres ont été examinés.

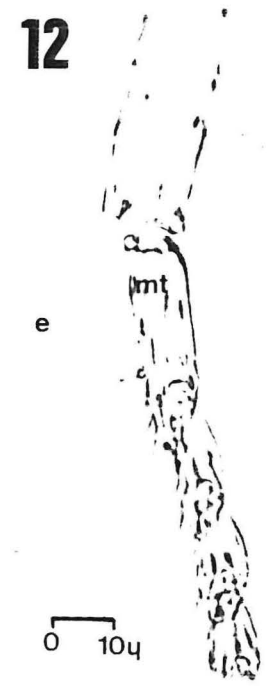
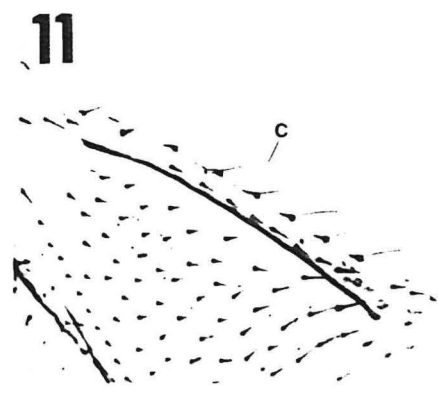
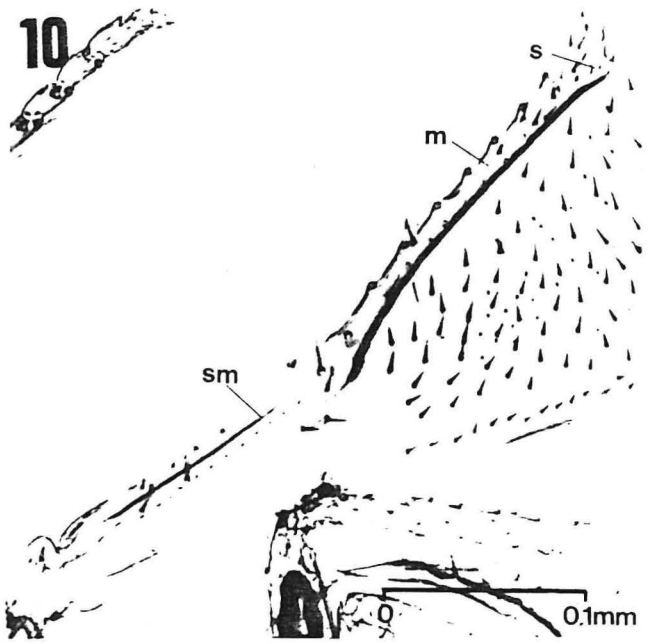
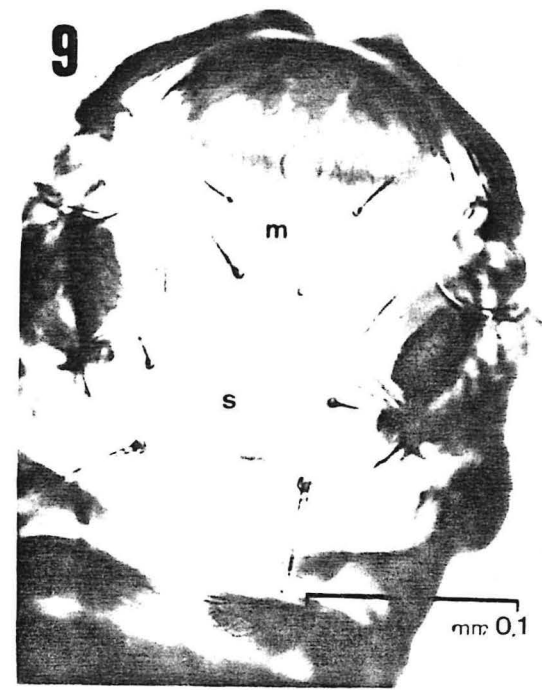
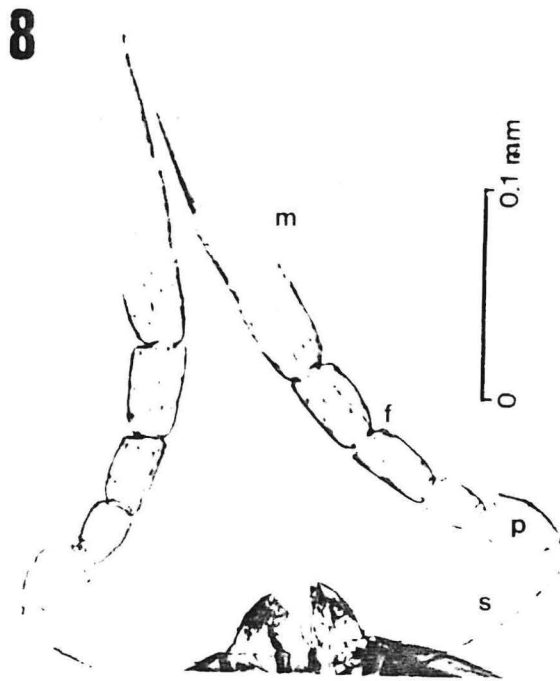
Au niveau spécifique, nous ne disposons que de la clef systématique de FERRIERE (1961, 1965) pour les espèces du Bassin Méditerranéen et d'Europe. A l'aide de celle-ci, nous avons tenté de comparer E. diaspidicola à deux espèces voisines : E. berlesei et E. aspidioticola.

Sur les individus examinés, nous avons observé les caractères suivants :

- . Antenne de 8 articles (PHOTO 8) de formule antennaire 1,1, 3,3 ce qui correspond à un article au scape et au pédicelle et trois au funicule et à la massue.
Le premier article du funicule est plus petit que les deux autres. La massue est plus longue que le funicule.
- . Thorax
Il est plus court que l'abdomen. Le scutellum et le mésoscutum possèdent deux paires de cils (PHOTO 9).
- . Aile
La nervure marginale de l'aile est aussi longue que la nervure submarginale (PHOTO 10) et possède 8 cils (PHOTO 11).
La nervure stigmale est légèrement courbée. On note l'absence de nervure post-marginale.
- . Patte
L'éperon du tibia de la patte médiane est aussi long que le métatarse (PHOTO 12).
Les métatarses des pattes médianes et postérieures ne sont pas nettement plus courts que les trois articles suivants (PHOTO 13, métatarse de la patte postérieure).

Si l'on se réfère à FERRIERE (1965), seuls deux caractères morphologiques permettent de distinguer les genres Encarsia et Prospaltella.

- La formule antennaire. Elle est de 1133 chez Prospaltella et 1142 chez Encarsia.
- La longueur des métatarses médians et postérieurs par rapport aux trois articles suivants. Elle n'est pas nettement plus courte chez Encarsia, alors que c'est le contraire chez Prospaltella.



P. 8 à 13 : Caractères morphologiques observés sur *Encarsia diaspidicola* SHV.

- 8 : Antenne : scape (s) ; pédicelle (p) ; funicule (f) ; massue (m)
- 9 : Thorax : mesoscutum (m) ; scutellum (s)
- 10 : Aile : nervure submarginale (sm) ; nervure marginale (m)
nervure stigmale (s)
- 11 : Aile : nervure marginale avec 8 cils (c), même échelle que 10
- 12 : Patte
médiane : éperon (e) ; métatarse (mt.)
- 13 : Patte pos-
térieure : métatarse (mt.)

Les individus observés présentent donc la formule antennaire de Prospaltella (1133) et le caractère des métatarses d'Encarsia. De même, on retrouve, chez eux, les principaux traits caractéristiques communs aux deux genres (FERRIERE, 1965) : scutellum avec 2 paires de cils, morphologie des nervures alaires, thorax plus court que l'abdomen et éperon du tibia médian aussi long que le métatarse.

En utilisant les clés de détermination de FERRIERE (1961, 1965), nous avons pu constater que l'espèce présente à la Réunion est morphologiquement différente de E. berleseii, elle semble par contre assez proche d'Encarsia aspidioticola.

Ainsi, le nombre de paires de cils du mésoscutum (= 2), le nombre de cils sur la nervure marginale (= 8), la longueur du thorax par rapport à celle de l'abdomen, correspondent à la description d'E. aspidioticola. Ceci rejoint la détermination effectuée par BENASSY* qui, sur un échantillon provenant de la Réunion, a identifié E. aspidioticola.

Examinant un lot important d'individus DELVARE* et VIGGIANI* concluaient qu'il s'agissait de l'espèce E. diaspidicola.

Nos quelques observations doivent être considérées comme incomplètes en raison de l'effectif réduit des individus observés et du peu de documentation taxonomique dont nous disposons. Toutefois, les individus observés présentent les caractères morphologiques principaux du genre Encarsia et ne s'en détache que par la formule antennaire qui les apparentent alors au genre Prospaltella.

IV2. - EXPERIENCES PRELIMINAIRES SUR E. diaspidicola

IV2.1. - Objectif

Cette espèce ayant été très peu étudiée, il nous est apparu nécessaire d'effectuer certaines expériences préliminaires afin de mieux définir les conditions optimales pour son élevage et les expériences ultérieures.

Nous avons ainsi examiné l'influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte sur les taux de parasitisme et de mortalité et étudié le stade de l'hôte préférentiellement parasité.

IV2.2. - Matériels et méthodes

IV2.2.1. - Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte

Deux densités de parasite par rapport à l'effectif de la cochenille ont été comparées : 50 et 10 p100. Pour chacune des densités on a comparé quatre durées de contact avec l'hôte : 24 h, 6 h, 3 h et 1 h. L'effectif de la cochenille étant identique dans chacune des combinaisons (100 individus), on introduit donc selon les cas 50 ou 10 parasites dans les cages d'expérimentation.

L'effectif de 100 cochenilles est obtenu en éliminant sur la pomme de terre, les individus surnuméraires à l'aide d'un couteau. Les adultes de parasites sont introduits à l'aide d'un aspirateur, dans des boîtes de plastique (diamètre = 8 cm ; hauteur = 5 cm) aérées contenant un tubercule de pomme de terre contaminé par 100 cochenilles.

BENASSY* : INRA Antibes - Station de Zoologie et de lutte biologique
06560 VALBONNE, identifié en 1981

DELVARE*
VIGGIANI* : Laboratoire de faunistique, BP 5035 34032 MONTPELLIER CEDEX,
identifié en 1985

Au cours de l'essai préliminaire visant à rechercher le stade préférentiel de l'hôte qui était mené en parallèle à celui-ci, nous avons constaté que les larves de deuxième stade femelle présentaient le meilleur taux de parasitisme. C'est pour cette raison que nous avons utilisé le deuxième stade larvaire femelle pour chacune des combinaisons.

Cette expérience est menée dans une pièce climatisée où règne une température de 25°C et une hygrométrie voisine de 70 p100.

Pour apprécier l'influence des deux facteurs étudiés, trois critères ont été retenus : les taux de parasitisme et de mortalité de l'hôte exprimés en pourcentage et le nombre de larves/hôte.

Le taux de mortalité peut être un critère appréciable pour juger de l'influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte. En effet, celui-ci peut dépendre de la densité. Par exemple, à forte densité, le pourcentage de mortalité peut être élevé en raison notamment d'un nombre trop important de piqûres de ponte qui entraînerait, dans les premières heures, la mort précoce des individus.

De même, un nombre de larves/hôte trop important résultant de pontes excessives de la part des parasites en surnombre peut être préjudiciable pour le développement larvaire du parasite entraînant lui aussi une mortalité précoce de l'hôte. Même sans surcroît de mortalité, un nombre de larves/hôte supérieur à un indique que l'espèce n'exprime pas l'intégralité de son potentiel biotique puisque de toute manière une seule larve est susceptible de parvenir au terme de son développement à l'intérieur de l'hôte.

Des dissections effectuées quotidiennement à la loupe binoculaire permettent de relever le nombre d'individus parasités et dans chaque cas le nombre moyen de larves/hôte. Le taux de parasitisme est calculé en cumulant le nombre d'individus parasités relevés chaque jour sur le nombre total de dissections effectuées. Le taux de mortalité concerne les cochenilles déséchées et est mesuré en fin d'expérience.

IV2.2.2. - Stade préférentiel de l'hôte

Quatre stades de la cochenille sont proposés aux adultes d' *E. diaspidicola* :

- . la larve de premier stade = L₁
- . la larve de deuxième stade femelle = L₂ ♀
- . le stade jeune femelle adulte = J ♀ ad.
- . le stade pronymphe mâle = PN ♂

Compte tenu des résultats de l'essai précédent (cf. IV2.3.1.), la densité du parasite ainsi que la durée de contact avec l'hôte sont fixées pour chacun des stades comparés à 50 p100 et 6 h.

Pour chacun des 4 essais, on utilise un même effectif de 100 cochenilles/tubercule de pomme de terre. Les conditions de cette expérience (type de boîtes, pièce thermorégulée) sont identiques à celles de l'essai précédent (cf. IV2.2.1.).

Pour apprécier le stade préférentiel pour le parasite, les quatre critères suivants ont été retenus :

- . le taux de parasitisme (en p100)
- . le taux de mortalité de l'hôte (en p100)
- . le délai d'apparition de la momie (en jours)
- . la durée totale de développement pré-imaginal (en jours)

Des dissections effectuées quotidiennement à la loupe binoculaire permettent de relever le nombre d'individus parasités. le taux de parasitisme est calculé en cumulant le nombre d'individus parasités relevés chaque jour sur le nombre total de dissections effectuées.

Le taux de mortalité concerne les cochenilles desséchées et est mesuré en fin d'expérience.

La momie se reconnaît lorsque le tégument de l'individu parasité devient "craquant" et sa couleur passe du jaune pâle au brun.

Pour mesurer la durée totale de développement pré-imaginal, on se base sur le début d'émergence des adultes.

IV2.3. - Résultats et discussions

IV2.3.1. - Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte

D'une façon générale, on note que les taux de parasitisme et de mortalité de l'hôte diminuent avec ces deux variables (figures 4 et 5). Toutefois on observe des exceptions. Ainsi, à la densité de 50 p100 on observe des taux de parasitisme voisins pour des durées de contact de 6 h et 24 h (figure 4 A).

De même, à la densité de 10 p100, le taux de parasitisme pour une durée de contact de 3 h est supérieur à celui enregistré pour 6 h (figure 4 B).

Les résultats concernant le nombre de larves/hôte dans chacune des combinaisons sont présentés dans le tableau 3.

| Densité (p100) et durée de contact (H) | 50/24 | 50/6 | 50/3 | 50/1 | 10/24 | 10/6 | 10/3 | 10/1 |
|--|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Nombre moyen de larves/hôte | 1.51 | 2.21 | 1.34 | 1.06 | 1.08 | 1.04 | 1.07 | 1 |

Tableau 3 : INFLUENCE DE LA DENSITE DU PARASITE ET DE LA DUREE DE CONTACT AVEC L'HOTE SUR LE NOMBRE MOYEN DE LARVES/HOTE DANS LE CAS DU BINOME E. diaspidicola / P. pentagona

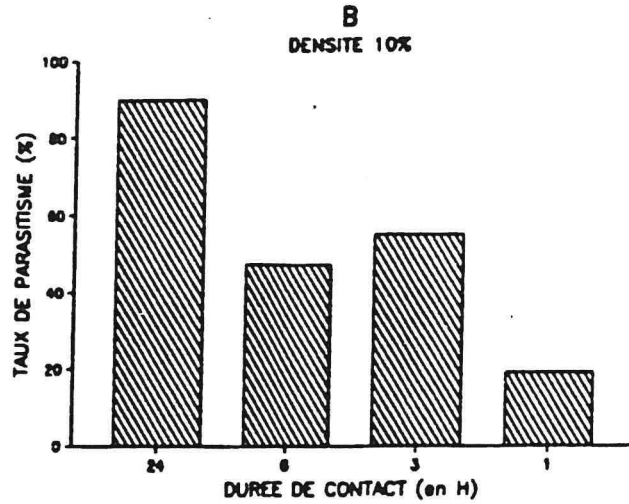
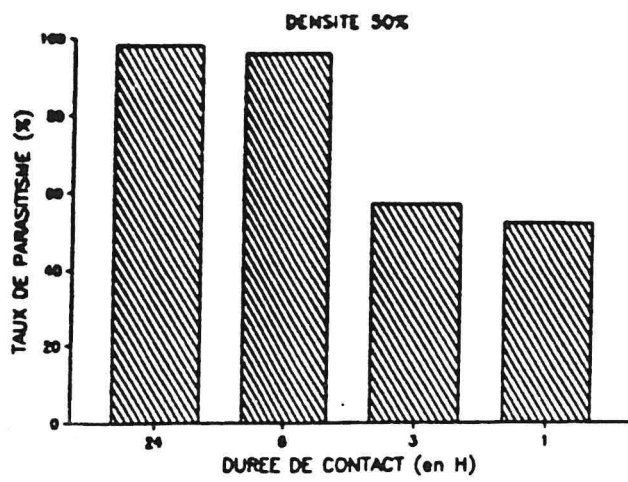


Figure 4 : Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte sur le taux de parasitisme dans le cas du binôme *E. diaspidicola*/*P. pentagona*

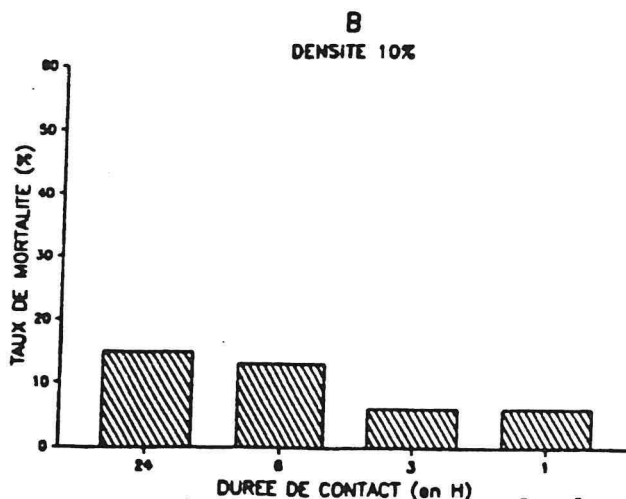
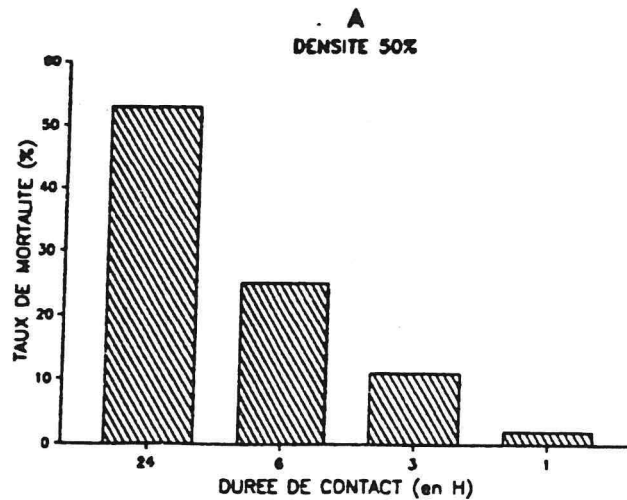


Figure 5 : Influence de la densité du parasite et de la durée de contact avec l'hôte sur le taux de mortalité, dans le cas du binôme *E. diaspidicola*/*P. pentagona*

Le nombre moyen de larves/hôte est généralement plus faible à la densité de 10 p100 qu'à celle de 50 p100. Il a tendance à diminuer avec la durée de contact pour une densité de 50 p100, phénomène qui n'apparaît pas pour une densité de 10 p100.

Les résultats de cette expérience, pris dans leur ensemble, indiquent donc des tendances générales de ce que l'on observe mais les taux de parasitisme et de mortalité obtenus ainsi que les nombres moyens de larves/hôte peuvent difficilement être considérés cas par cas en raison du manque de répétitions dans chacun de ces essais.

Le nombre moyen de larves/hôte relevé dans chaque combinaison d'essais est biaisé par le fait qu'en fin d'expérience, le nombre de larves/hôte est diminué. En effet, au cours du développement larvaire du parasite, on constate la "sélection" d'une seule larve ayant pour conséquence l'émergence d'un seul adulte.

Ces restrictions mentionnées et compte tenu de ces résultats, nous avons généralement retenu pour les essais suivants une densité de parasite correspondant à 50 p100 de la population de l'hôte et une durée de contact de 6 h qui permettent d'obtenir un taux de parasitisme voisin de 95 p100 avec une mortalité de 25 p100.

Une courte durée de contact entre l'hôte et le parasite permet un gain de temps appréciable dans la mise en place des protocoles expérimentaux. Cependant, la mortalité de l'hôte et le nombre de larves/hôte restent trop élevés dans ces conditions.

Les conditions optimales pour l'élevage d'*E. diaspidicola* correspondraient plutôt à une densité de parasite de 10 p100 et une durée de contact de 24 h qui permettent d'obtenir un taux de parasitisme voisin de 90 p100 avec une mortalité assez faible.

IV2.3.2. - Stade préférentiel de l'hôte

Les résultats sont présentés dans le tableau 4

| Critères retenus | Stades | | | |
|--|----------------|------------------|---------|------|
| | L ₁ | L ₂ ♂ | J ♂ ad. | PN ♂ |
| Taux de parasitisme (%) | 58 | 98 | 45 | - |
| Taux de mortalité (%) | 80 | 30 | 50 | ≠100 |
| Délai d'apparition de la momie (jours) | 11 | 11 | 11 | - |
| Durée totale du développement pré-imaginal (jours) | 21 | 22 | 21 | - |

Tableau 4 : STADE PREFERENTIEL DE L'HOTE DANS LE CAS DU BINOME
E. diaspidicola / *P. pentagona*

On enregistre une mortalité quasi-totale sur le stade pronymph mâle et très importante sur le stade L1. Les deux autres stades permettent un développement convenable du parasite ; la durée de celui-ci comme le délai d'apparition des momies ne semblent pas influencés par le stade de l'hôte. Toutefois, en considérant à la fois les taux de parasitisme et de mortalité, le stade L2 femelle se révèle être le stade préférentiel.

La forte mortalité enregistrée sur le stade L1 indique probablement qu'il s'agit d'un stade de l'hôte trop précoce pour le parasite. La forte densité utilisée (50 p100) a pu jouer un rôle en accentuant le phénomène ; toutefois son effet est peu marqué sur les deux stades de l'hôte les plus favorables (L2 ♀, J ♀ ad.). Il serait intéressant à cet égard d'effectuer sur les L1 un ⁺essai ⁺comparatif à plusieurs densités.

Le stade PN ♂ semble donc assez défavorable à *E. diaspidicola*. Par contre, celui-ci permet une ponte satisfaisante d'*A. chionaspidis* (BENASSY, 1961). Cette dernière espèce est au contraire inapte à parasiter les stades femelles de la cochenille en raison de sa capacité limitée de perforer le bouclier (BENASSY, 1961). Toutefois, dans la nature, *E. diaspidicola* peut être à l'origine d'un taux élevé de parasitisme sur mâles mais ceci est peu fréquent (GUYOT et QUILICI, 1987). Il est dommage que l'essai n'ait pas porté sur le stade L2 ♂. En effet, l'inaptitude d'*E. diaspidicola* à parasiter les mâles pourrait ne s'exercer que sur les stades mâles tardifs (pronymphes, nymphes) et non sur les jeunes stades mâles (L2 ♂).

Tous les stades femelles semblent convenables au développement d'*E. diaspidicola*. Ces résultats expliquent que dans les conditions naturelles, le parasitisme sur femelles soit dû pour sa plus grande part à cette espèce (GUYOT et QUILICI, 1987).

Pour l'espèce voisine, *E. berlesei*, le stade préférentiel de l'hôte a également été étudié par BENASSY (1958 a) avec toutefois des critères d'étude différents. Pour cet auteur, la critère pour juger du stade préférentiel était la capacité théorique de ponte dans le stade hôte. D'entrée, il a observé que la ponte était immédiate dans tous les stades femelles de la cochenille. Aussi, il a constaté une corrélation étroite entre le stade hôte attaqué et la capacité théorique de ponte du parasite. Celle-ci augmente en fonction du volume de la cochenille parasitée (BENASSY, 1958 a). Chez cette même espèce, le délai d'apparition de la momie est de 14 jours et la durée du développement pré-imaginal de 28 jours, à la température de 25-26°C.

Ainsi, les deux espèces *E. diaspidicola* et *E. berlesei* concentrent leur action sur les stades de la lignée femelle de l'hôte. Bien qu'ayant utilisé des critères différents pour juger du stade préférentiel de l'hôte, les deux espèces diffèrent quant au stade le plus attaqué qui est le L2 ♀ pour *E. diaspidicola*, la femelle adulte pour *E. berlesei*. Elles diffèrent aussi par la durée du développement qui apparaît plus courte chez *E. diaspidicola* (11 jours pour l'apparition de la momie, 21-22 jours pour la durée du développement pré-imaginal).

L'intérêt possible de l'introduction à la Réunion de l'espèce *E. berlesei* réside dans l'action complémentaire qu'elle peut apporter par rapport à *E. diaspidicola* en s'attaquant préférentiellement aux femelles adultes de *P. pentagona*. Toutefois, sa durée de développement plus longue que celle d'*E. diaspidicola* constitue semble-t-il une caractéristique biologique moins favorable.

IV3. - ETUDE DU DEVELOPPEMENT PRE-IMAGINAL A DIFFERENTES TEMPERATURES

IV3.1. Objectif

Nous nous sommes proposés d'étudier l'influence de différentes températures sur la durée du développement pré-imaginal des deux espèces parasites. Cette étude est complétée par une description morphologique des différents "stades" de développement des parasites.

IV3.2. - Matériels et méthodes

Les expériences sont menées, pour chacune des espèces, dans les conditions suivantes :

. En pièces climatisées

température moyenne ($T^{\circ}m$) = 20°C ou 25°C, H.R = 60-80 p100

. En étuve

→ $T_m = 30,9^{\circ}C$ pour *E. diaspidicola* }
→ $T_m = 29,5^{\circ}C$ pour *A. chionaspidis* } H.R. = 50 p100

Les parasites venant juste d'éclore sont mis en contact avec l'hôte dans des cages en "plexiglas" identiques à celles utilisées lors des élevages. On a utilisé une densité élevée de parasites ainsi qu'un grand nombre d'hôtes, leur durée de contact étant de 24 h.

Pour suivre l'évolution de la fréquence de chaque "stade" ou état repérable de développement, nous avons effectué, chaque fois que possible, 30 dissections quotidiennement. Pour simplifier la représentation graphique, seul le dernier jour correspondant à 100 p100 de "stade" oeuf est représenté. Les dissections sont effectuées dans une goutte de liquide de RINGER sous la loupe binoculaire. Les observations au microscope sont effectuées après montage et éclaircissage au liquide de FAURE (ANNEXE 1).

IV3.3. - Résultats et discussions

IV3.3.1. - *Arrhenophagus chionaspidis*

a) Description morphologique des "stades" de développement

Six "stades" repérables de développement pré-imaginal ont pu être déterminés : l'oeuf, deux types de jeunes larves (appelées L1 et L2) un stade larvaire plus âgé (L3), la prénymphe et la nymphe.

* **L'oeuf** mesure environ 80 μ et il est deux fois plus long que large (figure 6 a). il présente à l'une de ses extrémités un pédoncule relativement court par rapport à sa taille. on observe des granulations denses uniformément réparties dans tout son volume

* **Les jeunes larves**

La jeune larve L1 (PHOTO 14) d'une taille approximative de 160 μ présente une tête suivie d'un certain nombre de segments (11 ?). Elle possède à sa partie postérieure une "masse" qui souvent apparaît nettement plus colorée que les autres parties de la larve.

La jeune larve L2 (PHOTO 15) d'une taille supérieure à la L1 (de 200 à 300 μ) présente souvent un renflement au niveau ventral. La segmentation n'est pas toujours visible.

* **La larve âgée L3 (figure 6 b)**

De forme cônica, la L3 mesure de 0,3 à 0,4 mm. La partie céphalique est suivie de deux larges segments. La partie postérieure est formée de nombreux segments étroits. Très souvent, on remarque la présence d'un "panache" à l'extrémité de l'abdomen.

* **La prénymphe PN (PHOTO 16)**

La PN mesure approximativement 0,4 mm. La segmentation peu visible permet d'y distinguer une partie céphalique.

* **La nymphe N. (PHOTO 17)**

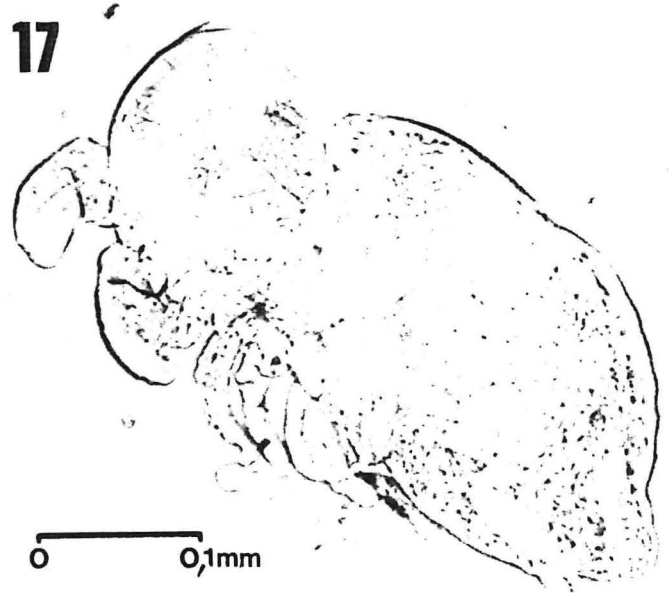
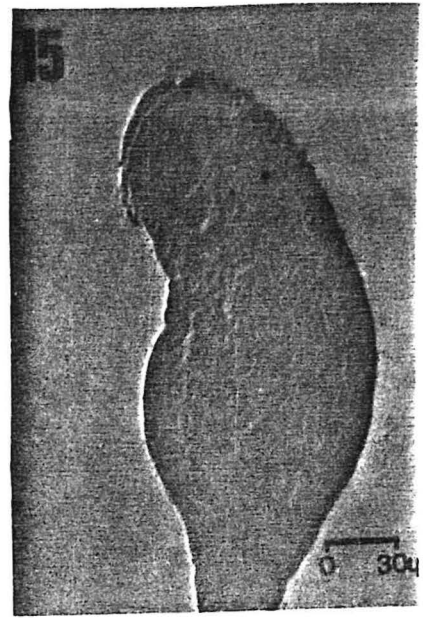
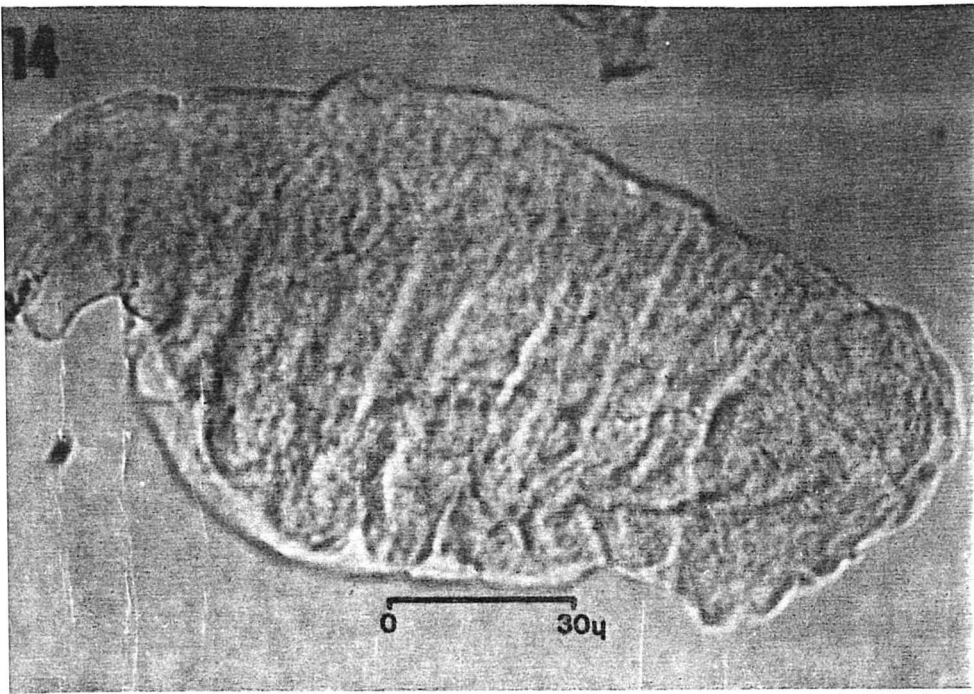
La présence d'appendices est révélatrice du stade nymphal.

La présence de la L3 est corrélée avec le début d'apparition de la momie. A ce stade de développement du parasite, la cochenille apparaît bombée, de forme ovoïde et fortement colorée en jaune.

Au cours du stade nymphal, on note que l'hôte acquiert un aspect général en "tonnelet". Les téguments de la momie sont brillants, fins et transparents. La nymphose semble corrélée avec l'apparition d'une tache rouge dans la partie postérieure de la momie. A ce stade, la momie mesure approximativement 0,6 mm.

Une étude morphologique précise des jeunes stades post-embryonnaires d'*A. chionaspidis* a été effectuée par BENASSY (1961). L'oeuf est du type encyrtiforme (CLAUSEN C.P., 1962). Il est en effet d'une forme ovoïde environ deux fois plus long que large et présente un pédoncule dans la partie antérieure. D'après BENASSY (1961), cette forme d'oeuf serait la conséquence d'une distension de l'oeuf ovarien observée lors de la ponte.

Ce même auteur observe jusqu'à trois stades larvaires successifs. La jeune larve, la larve mûre et la prénymphe. Ce qui ne diffère pas de nos observations. En effet, les deux états de développement L1 et L2 sont difficiles à différencier et ceux-ci pourraient constituer un seul stade qu'il conviendrait d'appeler larve jeune.



P. 14 à 17 : "Stades" repérables de développement d'*Arrhenophagus chionaspidis* AUR

- 14 : Larve jeune L1
- 15 : Larve jeune L2
- 16 : pré-nymph PN
- 17 : Nymph N.

fig 6a

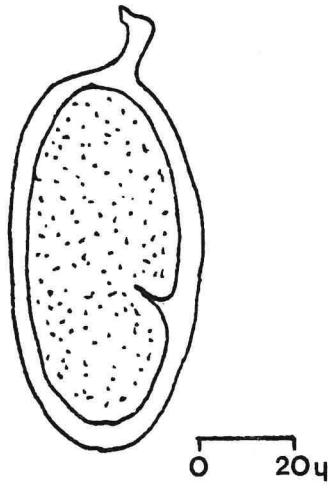


fig 6b

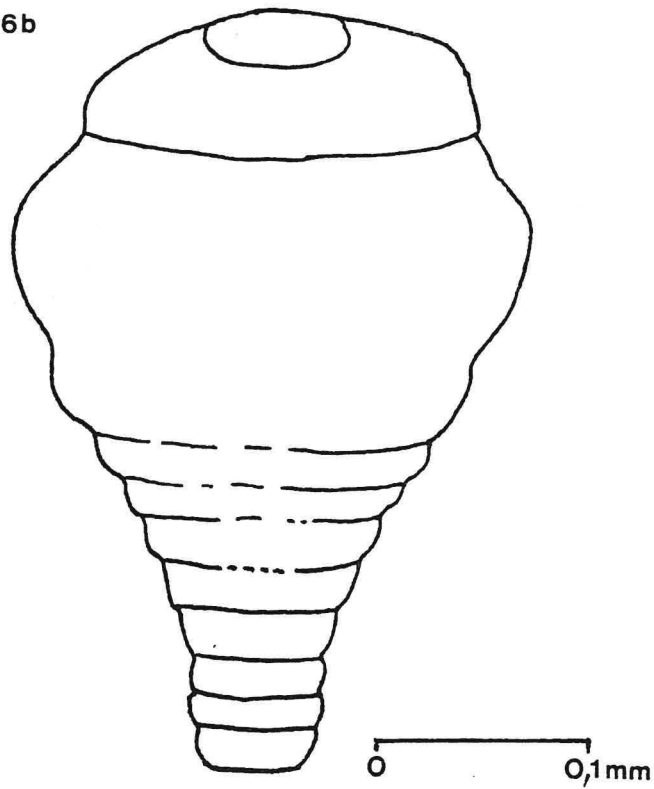


Figure 6 a, b : "Stades" repérables de développement d'Arrhenophagus chionaspidis AUR

6 a : Oeuf

6 b : Larve âgée L₃

Par contre, certaines observations morphologiques effectuées par BENASSY (1961) sur les stades larvaires nous ont échappé. Citons, la présence, dans la partie postérieure de la jeune larve, du chorion qui renferme trois grosses cellules arrondies assimilables au reste du trophamnios. Ultérieurement, celles-ci se résorbent progressivement durant le développement (BENASSY 1961). Cette structure pourrait correspondre à la "masse" que nous avons observé à la partie postérieure de la L1 et peut être au "panache" de la L3. Une autre hypothèse concernant ce "panache" serait qu'il corresponde aux trachées de l'hôte restées au contact de la larve lors de la dissection. Les observations effectuées sur la momie correspondent à celles de BENASSY (1961). La présence d'une tache rouge corrélée avec la nymphose peut servir de critère afin de repérer rapidement ce stade de développement du parasite. Elle correspond probablement aux excréta des stades larvaires précédents rejetés lors de la mue nymphale.

b) Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal

La durée du développement du parasite diminue entre 20 et 25°C, puis de façon nettement moins marquée entre 25 et 30°C (figure 7). Quelle que soit la température, la durée du "stade" prénympheal semble assez brève. Celle-ci s'échelonne sur 5 jours à 20°C, sur 2 à 25°C alors que ce "stade" n'est décelé, au cours des dissections, que pendant 1 jour à 30°C (figure 7).

En prenant pour critère l'émergence de 50 p100 des adultes, on constate que la durée de développement pré-imaginal est de 31, 12,5 et 12 jours respectivement à 20, 25 et 30°C.

Nos résultats diffèrent nettement de ceux de BENASSY (1961) qui a constaté un développement normal demandant 28 à 30 jours pour s'accomplir à la température de 25 à 27°C. Cependant, une telle différence dans la durée du développement d'A. chionaspidis peut s'expliquer par le fait que les conditions utilisées par BENASSY (1961) sont celles qui correspondent à la période la plus critique pour le développement du parasite dans les conditions naturelles : hygrométrie très basse, par exemple. De plus, l'hôte utilisé est différent puisque dans ce cas, il s'agit d'une autre diaspine Aulacaspis rosae. BOUCHÉ.

IV3.3.2. - Encarsia diaspidicola

a) Description morphologique des "stades" de développement

Chez cette espèce, quatre "stades" repérables de développement ont pu être observés : l'oeuf, un "stade" larve jeune (L1), un stade larve âgée (L2) et la nymphe.

* L'oeuf (figure 6 c), mesure approximativement 0,1 mm. Il présente la forme d'un ballon de "rugby" dont la partie antérieure est prolongée par un pédoncule cylindrique plus ou moins long. A l'intérieur de l'oeuf, on observe une intense granulation.

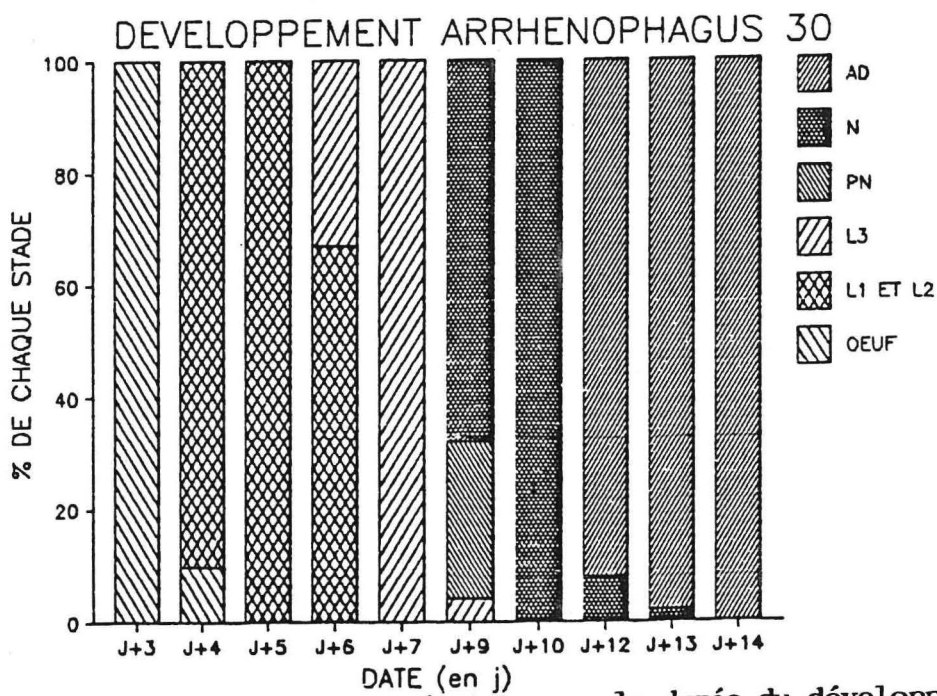
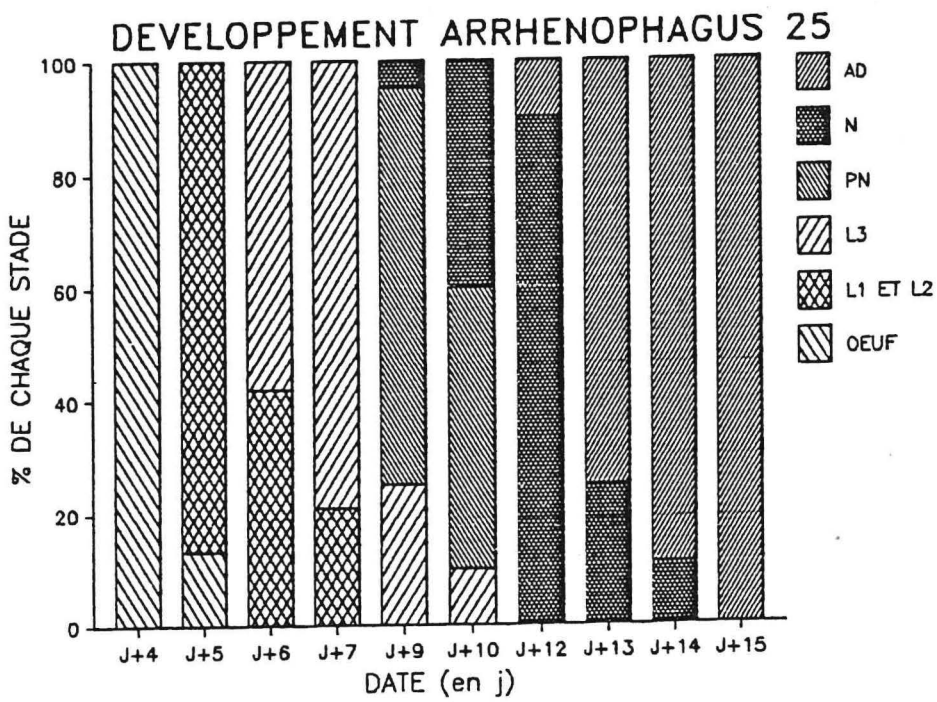
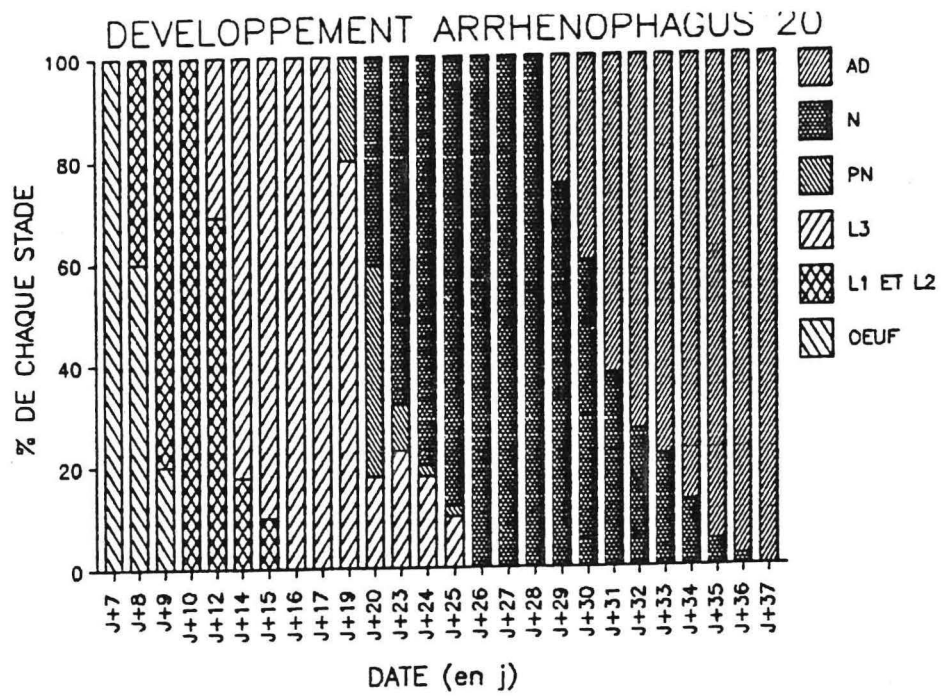


Figure 7 : Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal d'*A. chionaspidis*

* La larve jeune (L1) (PHOTO 18)

Elle mesure de 0,3 à 0,4 mm. Elle est sphérique avec une petite tête suivie de 13 segments peu différenciés. Elle présente une queue dans la partie la plus postérieure.

* La larve âgée (L2) (PHOTO 19)

Elle mesure de 0,7 à 0,8 mm et diffère peu de la larve jeune. Elle présente une petite tête suivie d'un certain nombre de segments (13 ?). Au contraire de la L1, elle présente une coloration brune qui correspondrait aux aliments accumulés dans le tube digestif.

* La nymphe (N) (PHOTO 20)

Sa taille est approximativement identique à celle de la L2. Au début du stade nymphal, les yeux sont colorés en rouge et le tégument apparaît blanc laiteux. Puis la nymphe acquiert progressivement une couleur noire.

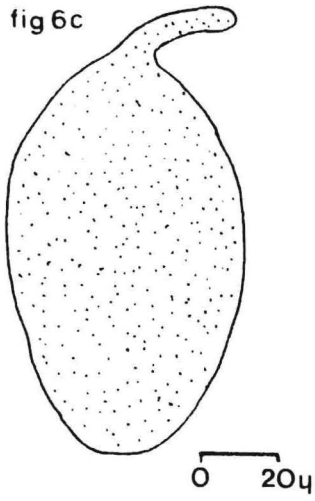
L'aspect typique de l'hôte parasité intervient aux alentours du 11ème jour et correspond au stade L2 du parasite. Cet aspect correspond à une déformation de l'hôte attaqué, une distension des téguments, la segmentation apparaît nettement et la couleur passe progressivement du jaune pâle au brun.

E. diaspidicola présente donc 4 "stades" de développement pré-imaginal, ce qui semble constant dans la famille des Aphelinidae. C'est le cas, par exemple, des genres Aphytis, Aspidiotiphagus, Coccophagus (FERRIERE, 1965). Comme tous les Aphelinidae, E. diaspidicola présente aussi la particularité d'un gonflement de l'oeuf dans l'hémolymphe de l'hôte au cours des quelques heures qui suivent la ponte. BENASSY (communication personnelle) a observé que lorsque les oeufs de cette espèce sont déposés dans l'hôte, ils gonflent immédiatement, doublent ou triplent de volume en prenant sensiblement la forme d'un "ballon de rugby" et à ce stade, ils peuvent très facilement être confondus avec les oeufs ovariens de la cochenille. L'oeuf est du type pédonculé comme c'est le cas chez les genres Aphytis ou Marietta (FERRIERE 1965).

La larve jeune (L1) semble identique à celle observée chez E. perniciosi (BENASSY et BIANCHI, 1960). Elle est du type caudée comme c'est le cas chez d'autres genres de la famille des Aphelinidae.

L'apparition de la larve âgée L2 corréliée à celle de la momie correspond environ à la moitié de la durée de l'évolution pré-imaginale c'est aussi le cas, d'ailleurs, chez deux autres espèces du genre Encarsia : E. perniciosi (BENASSY et BIANCHI, 1960) et E. berlesei (BENASSY 1958 a).

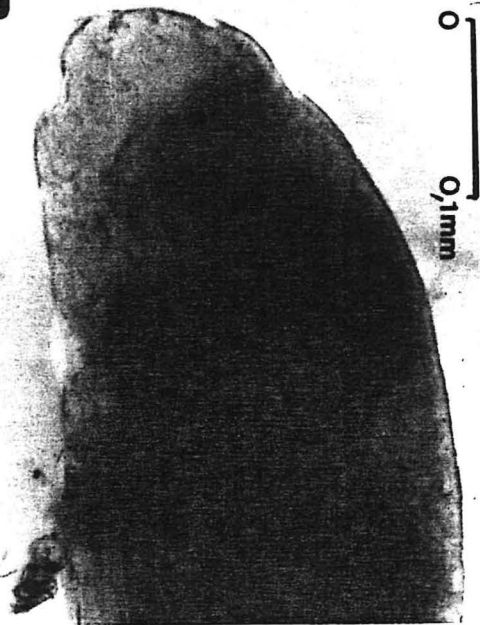
fig 6c



18



19



20

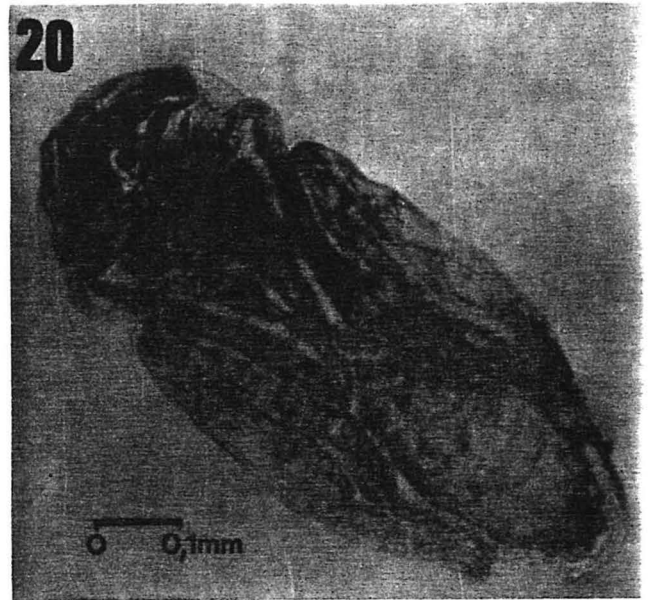


Figure 6 c et P. 18 à 20 : "Stades" repérables de développement.
d'*Encarsia diaspidicola* SILV.

Figure 6 c : Oeuf

18 : Larve jeune L1

19 : Larve âgée L2

20 : Nympe N.

b) Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal

On note une diminution de la durée du développement pré-imaginal entre 20 et 25°C mais non entre 25 et 30°C (Figure 8). A cette dernière température, on n'observe que très peu de sorties d'adultes.

Le début d'émergence des adultes intervient après 27, 22 et 23 jours respectivement à 20, 25 et 30° C. L'espèce E. diaspidicola semble avoir une durée de développement pré-imaginal plus courte que l'espèce voisine E. berlesei. Chez cette dernière, à la température de 25-26°C et H.R = 70 p100, il s'écoule 14 jours depuis la ponte jusqu'à la manifestation du parasitisme et le cycle total dure 28 jours (11 jours et 22 jours respectivement chez E. diaspidicola).

Dans ces conditions de température et d'hygrométrie optimales pour la multiplication du ravageur, une telle particularité peut être avantageuse pour l'efficacité parasitaire d'E. diaspidicola. L'émergence réduite enregistrée chez les imagos* peut être la conséquence d'une température trop élevée au cours de l'expérience. En effet, les moyennes des températures journalières pendant toute la durée de celle-ci a été de 30,9°C.

IV3.3.3. - Comparaison entre les deux espèces : E. diaspidicola et A. chionaspidis

Si l'on compare les deux espèces, A. chionaspidis présente une durée de développement plus courte aux températures de 25 et 30°C mais non à 20°C. On constate donc que l'augmentation de la durée de développement entre 25 et 20°C est nettement plus marquée chez cette espèce que chez E. diaspidicola. Ceci pourrait traduire une plus grande sensibilité d'A. chionaspidis aux températures fraîches.

Celle-ci pourrait expliquer en partie la forte diminution du taux de parasitisme par A. chionaspidis observée au cours de l'hiver austral, en verger de pêchers d'altitude (GUYOT et QUILICI 1987).

L'émergence réduite des imagos d'E. diaspidicola à la température de 30°C (en fait 30,9°C) peut être préjudiciable pour cette espèce au cours de l'été austral où l'on peut observer une telle température dans les zones de basse altitude ou sur le littoral. On pourrait ainsi expliquer les taux de parasitisme relativement faibles d'E. diaspidicola observés sur laurier-rose en zone basse (GUYOT et QUILICI 1987). Tout se passe donc comme si les deux extrêmes des températures étudiées affectaient les deux espèces ; l'une étant plutôt sensible aux températures basses, l'autre aux fortes températures.

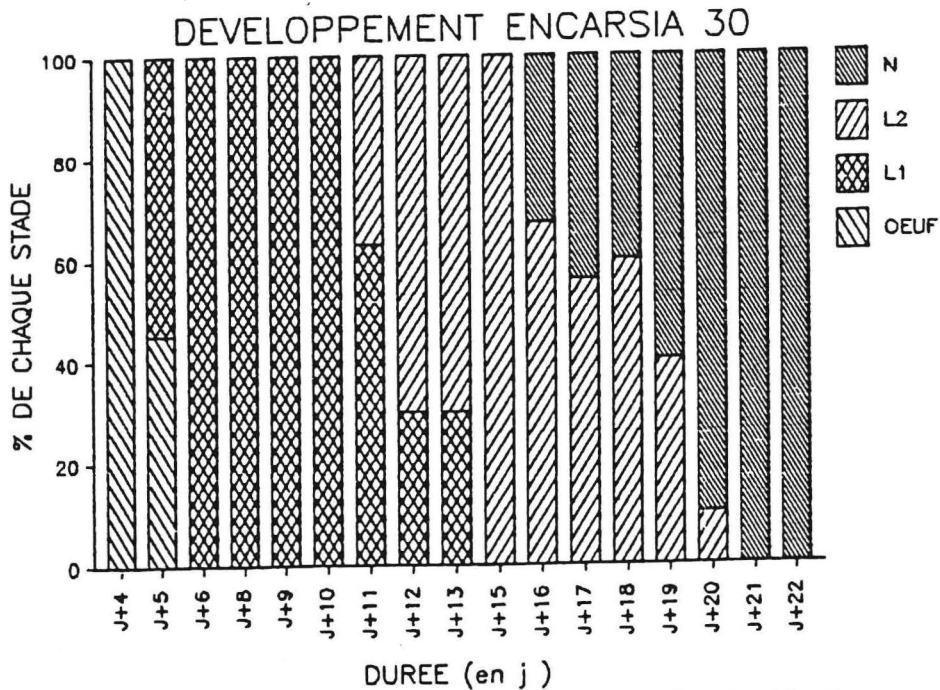
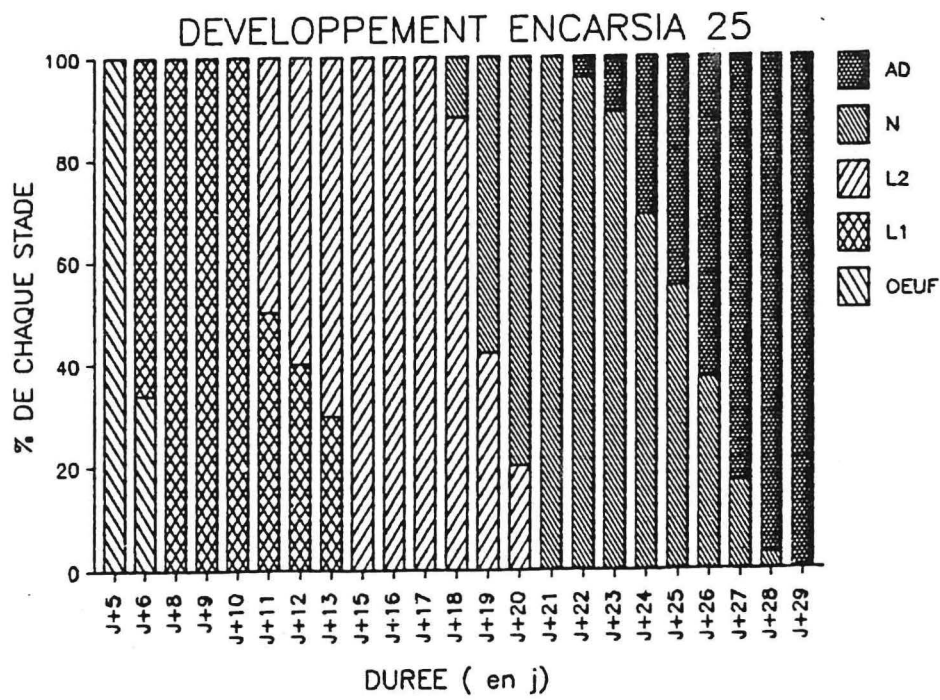
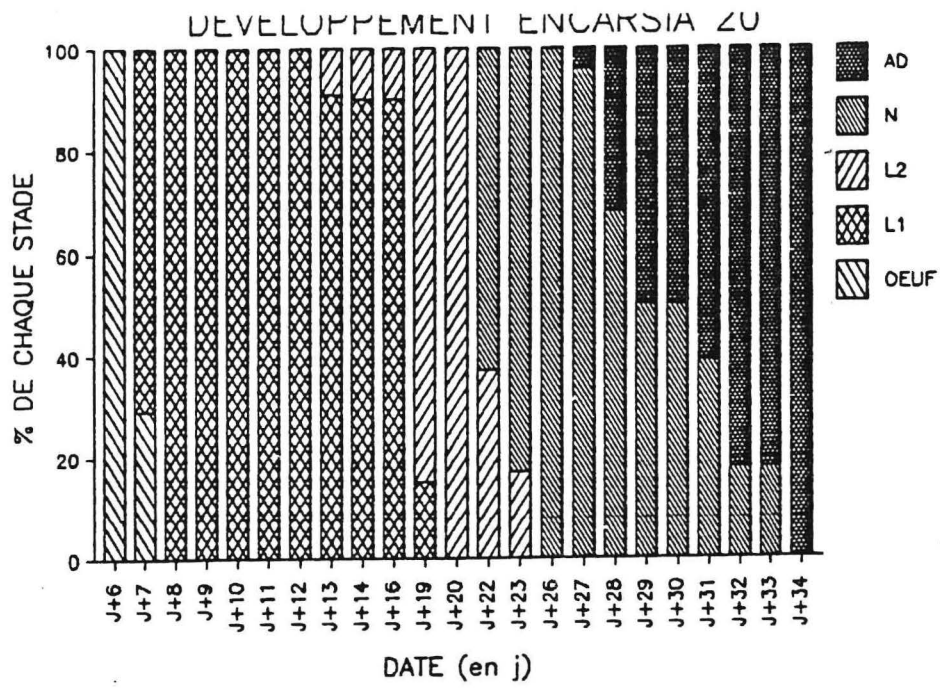


Figure 8 : Influence de la température sur la durée du développement pré-imaginal d'*E. diaspidicola*

IV4. - ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE L'ALIMENTATION SUR LA LONGEVITE DES ADULTES

IV4.1. - Objectif

Ce chapitre constitue la deuxième partie de l'étude de l'influence du facteur température sur les parasites, Les expériences ont été menées sur les imagos des deux parasites. Parallèlement un second facteur a été étudié. Il s'agit de l'influence d'une alimentation glucosée sur la longévité des imagos.

IV4.2. - Matériels et méthodes

Deux séries d'essais sont effectuées dans lesquelles sont comparées d'une part trois températures constantes (20, 25 et 30°C) et d'autre part deux thermopériodes d'amplitude différente : l'une avec 30°C le "jour", 20°C la "nuit" 12 h/12 h chacune et l'autre 27,5°C le "jour", 22,5°C la "nuit" 12 h/12 h également.

De plus, l'influence d'un apport d'alimentation glucosée (miel du commerce) est simultanément étudiée dans chacun des essais. L'expérience est menée sur des individus venant juste d'éclore et isolés dans des tubes à essais (diamètre = 1,8 cm, hauteur = 18 cm) obturés et serrés par un morceau de mousseline à mailles fines. La longévité des adultes est mesurée par le pourcentage de survie en fonction du temps (en jours).

IV4.3. - Résultats et discussions

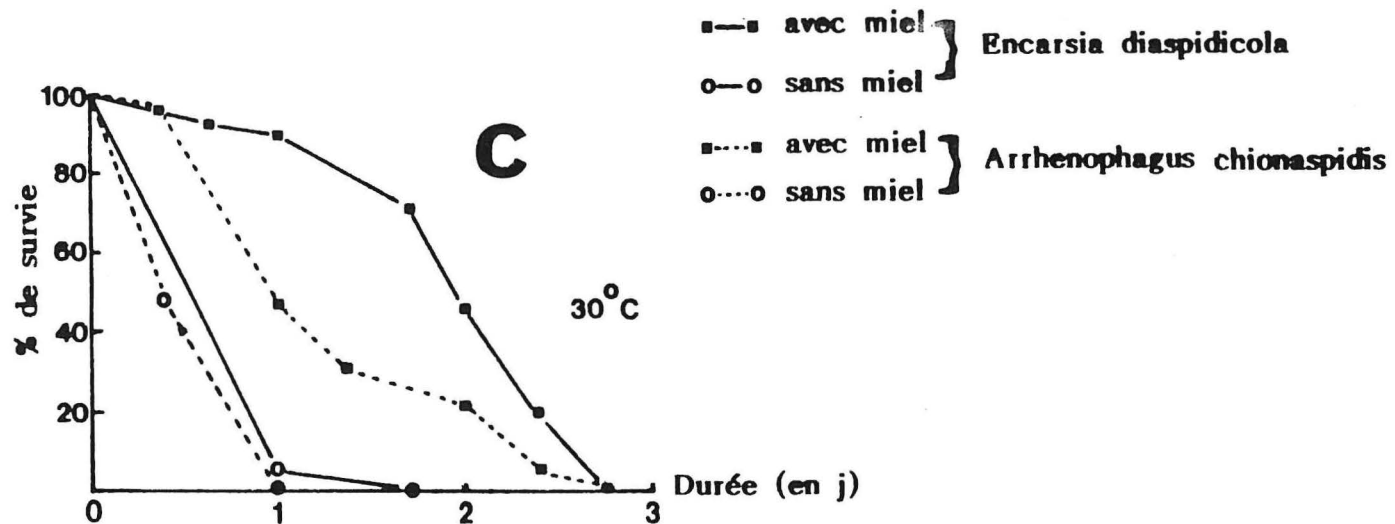
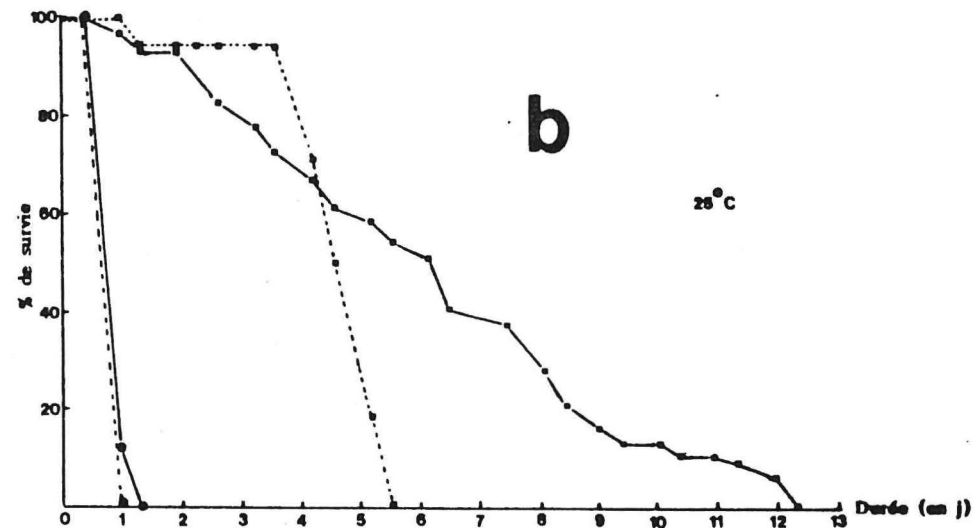
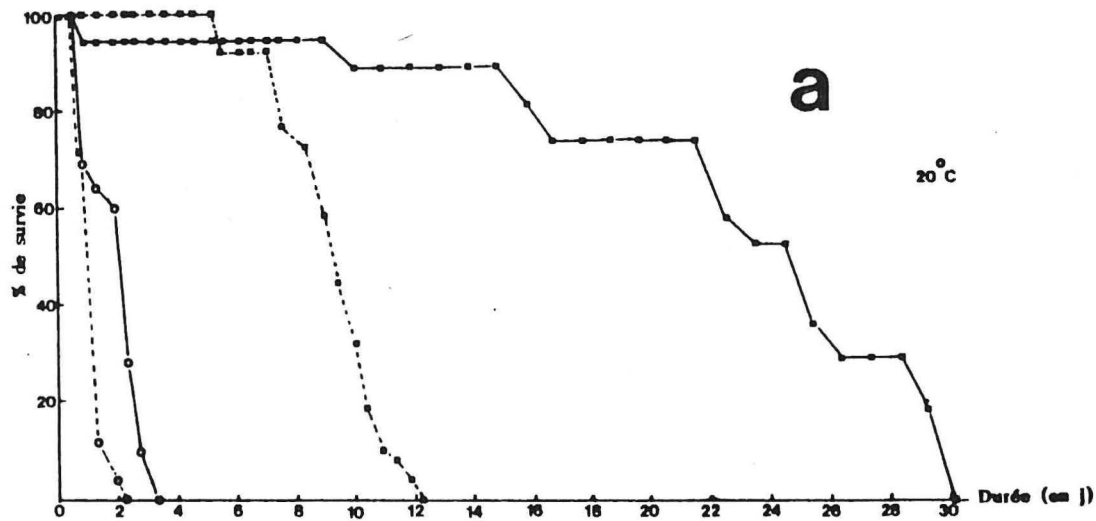
On constate que l'apport de miel prolonge fortement la survie des imagos des deux espèces, quelles que soient les conditions de température (figures 9 et 10). En l'absence d'alimentation, la survie des imagos des deux espèces n'excède rarement 2 jours excepté toutefois celle d'E. diaspidicola à la température constante de 20°C.

En conditions de température constantes, on observe que la longévité diminue avec l'augmentation de la température. Selon le critère de 50 p100 de survie, celle-ci est d'environ 25, 6 et 1 jour pour l'espèce E. diaspidicola et 10, 5 et 1 jour pour A. chionaspidis aux températures de 20, 25 et 30°C respectivement (figure 9, a b c). Dans ces conditions, les imagos d'E. diaspidicola montrent la longévité la plus importante. Celle-ci peut atteindre un maximum de 30 jours à 20°C (figure 9 a).

En conditions de thermopériode (figure 10), la longévité est plus grande lorsque l'amplitude thermique est faible. Ce phénomène est plus fortement marqué pour E. diaspidicola, que pour A. chionaspidis. Selon le critère de 50 p100 d'individus vivants, la première espèce voit sa survie prolongée d'environ 1 jour lorsque l'amplitude thermique passe de 10 à 5°C (figure 10 a et b).

A. chionaspidis présente une plus grande longévité qu'E. diaspidicola et ce, d'autant plus que l'amplitude thermique est importante : les longévités varient du simple au double avec une amplitude de 10°C (figure 10 a) alors que la différence est minime (1 jour) avec une amplitude de 5°C (figure 10 b).

le critère 2/100
sur des 90 à la
etc. de 25°C. ←



■—■ avec miel } *Encarsia diaspidicola*
 ○—○ sans miel }
 ■---■ avec miel } *Arrhenophagus chionaspidis*
 ○---○ sans miel }

Figure 9 : INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE L'ALIMENTATION SUR LA SURVIE DES IMAGOS D'*Encarsia diaspidicola* ET *Arrhenophagus chionaspidis*.

TEMPERATURES CONSTANTES : a : 20° C

b : 25° C

c : 30° C

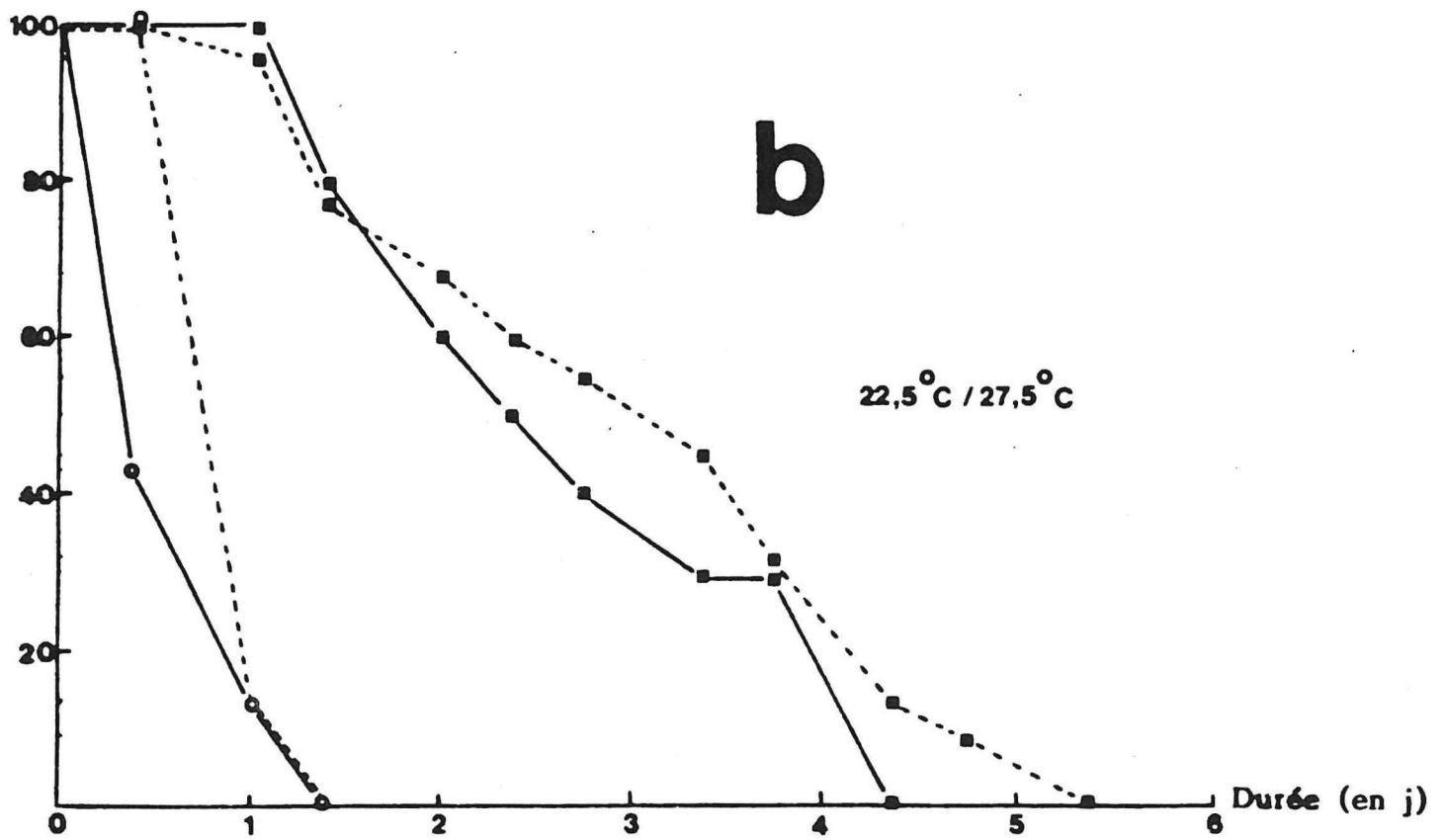
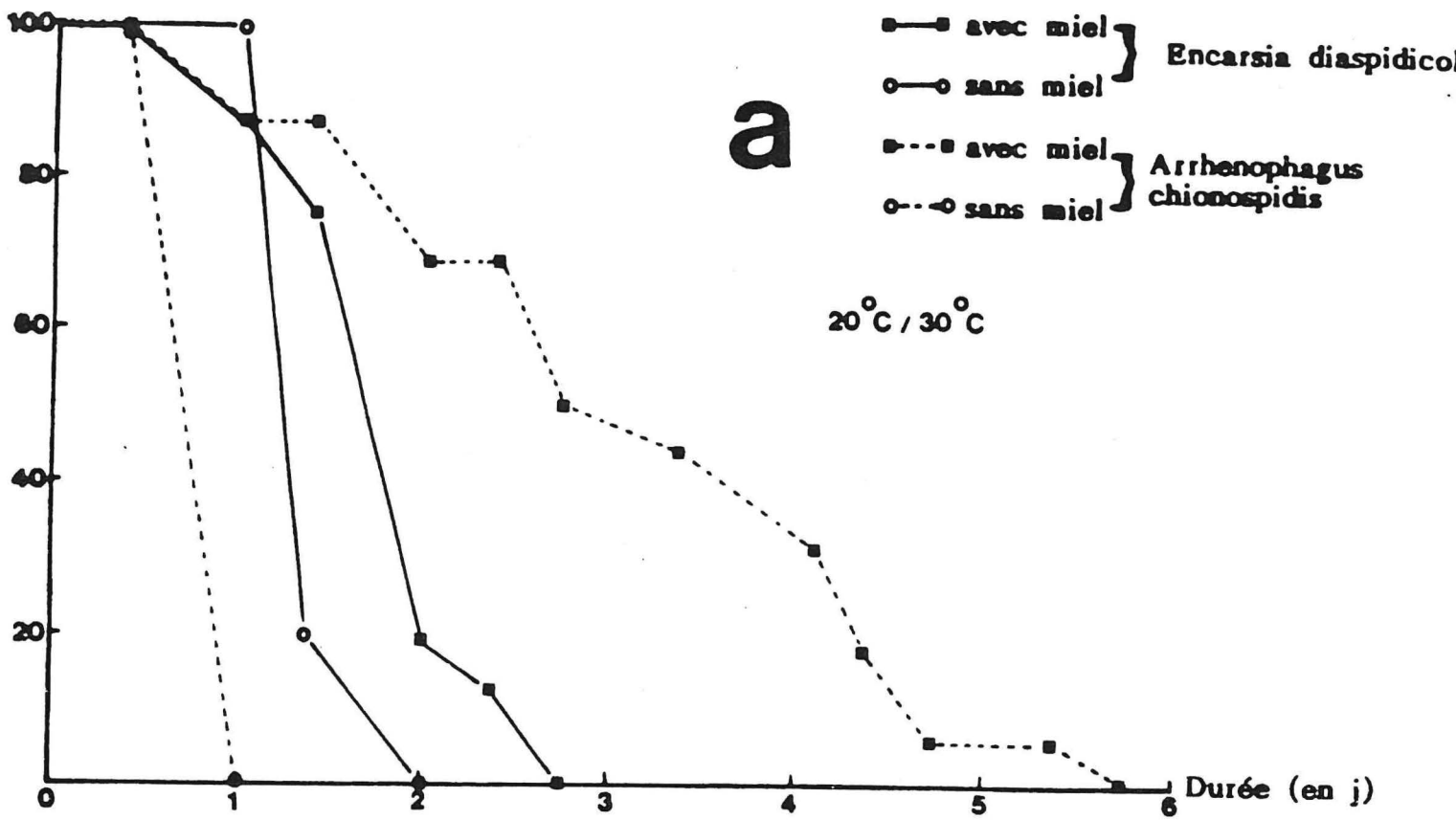


Figure 10: INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE L'ALIMENTATION SUR LA SURVIE DES IMAGOS D'*Encarsia Diaspidicola* ET *Arrhenophagus chionospidis* AVEC THERMOPERIODE.

a : 20° C / 30° C - 12 H / 12 H

b : 22,5 ° C / 27,5 ° C - 12 H / 12 H

L'espèce E. diaspidicola présente, avec l'apport de miel et à la température de 25°C, une longévité environ deux fois plus importante que E. berlesei d'après les résultats de BENASSY (1958 a) obtenus sous des conditions de température et d'hygrométrie analogues. Par contre, la longévité des adultes des deux espèces apparaît sensiblement égale en l'absence d'alimentation glucosée.

Cette meilleure longévité imaginaire complétée d'une plus courte durée de développement par rapport à E. berlesei constituent pour E. diaspidicola deux caractéristiques biologiques favorables. Cette remarque doit bien sûr être tempérée car elle est basée sur des travaux de laboratoire en conditions constantes de températures très différentes des conditions naturelles. D'ailleurs E. diaspidicola semble être défavorisée en présence d'une thermopériode. Au contraire, en conditions de thermopériode et sous une amplitude thermique élevée, la longévité de l'espèce A. chionaspidis est importante.

Cette relative tolérance à de forts écarts quotidiens de températures apparaît comme une caractéristique biologique intéressante d'A. chionaspidis favorisant son adaptation dans des zones d'altitude de l'île où de tels écarts sont importants.

V) - ETUDE DE TERRAIN : INFLUENCE DE DIVERS TRAITEMENTS SUR LA SURVIE DES AUXILIAIRES

V1. - OBJECTIF

On a cherché au cours de cette étude à comparer l'influence de divers traitements sur la survie de deux types d'auxiliaires de *P. pentagona*. D'une part un prédateur (*Chilocorus politus*: famille des *Coccinellidae*) et d'autre part les parasites *E. diaspidicola* et *A. chionaspidis*.

V2. - MATERIELS ET METHODES

. Parcelle d'expérimentation

L'essai a été mené en verger de pêchers (variété Earlibelle) à la station IRAT/IRFA de Petite-France (1250 m). On n'a retenu pour cet essai que des arbres dont les rameaux présentaient une forte attaque de cochenilles. Un plan général de la parcelle d'expérimentation est donné en ANNEXE 2.

. Modalités du traitement dans la parcelle expérimentale

Les traitements contre la cochenille ont été effectués le 11/03 par pulvérisation à l'aide d'un appareil portable à pression entretenue. A cette période, le débourrement des bourgeons floraux et végétatifs a déjà eu lieu. Chaque traitement concerne deux arbres. Les produits et les doses utilisées pour chacun des traitements sont donnés dans le tableau 5.

| Numéro du traitement | Matière active (= m.a) | Produit commercial | Dose % | g m.a/hl bouillie | | Formulation |
|----------------------|---|--------------------|--------|-------------------|---------|--------------------------|
| 1 | Huile de pétrole jaune à 4.7 % de dinitroorthocresol (DNOC) et 67 % d'huile | Seppic verger | 2 | Huile 1340 | DNOC 94 | Concentré émulsionnable |
| 2 | | | 2,5 | 1675 | 117,5 | |
| 3 | | | 3 | 2010 | 141 | |
| 4 | Huile de pétrole blanche à 83 % d'huile | Seppic été | 3 | 2490 | - | Concentré émulsionnable |
| 5 | Oléoparathion à 4.5 % de parathion et 63 % d'huile | | 1,5 | 945 | 67,5 | Emulsion de type huileux |
| 6 | | | 3 | 1890 | 135 | |
| 7 | TEMOIN NON TRAITÉ | | | | | |

Tableau 5 : TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TRAITEMENTS EFFECTUES

. Méthode de contrôle de l'influence sur les auxiliaires

Deux contrôles ont été effectués sur la parcelle d'expérimentation :

- un contrôle pré-traitement le 1/07
- un contrôle post-traitement le 19/08

* Contrôle sur le prédateur

Le prédateur est un coléoptère de la famille des Coccinellidae : *Chilocorus politus*. Nous l'avons retenu pour notre étude car cette espèce est la plus fréquente sur pêchers en haute altitude (GUYOT et QUILICI, 1987).

On effectue un comptage du nombre d'individus observés au cours d'une période d'une demi-heure (un quart d'heure pour chacun des arbres). On distingue les stades suivants : larves jeunes, larves âgées, nymphes et adultes. On note également le nombre de rameaux observés/arbre.

* Contrôle sur les parasites

Nous avons prélevé en verger pour chaque traitement deux fragments d'écorce (1 par arbre) de taille approximative 10 x 5 cm bien contaminés par la cochenille. Les plaies ainsi provoquées sont désinfectées au KANKERTOX. Sur chaque échantillon, on prélève si possible 50 momies de mâles parasités par *A. chionaspidis* et 50 momies de femelles parasitées par *E. diaspidicola*, soit au total 100 momies/arbre pour chacun des parasites.

Comme nous le verrons, ce total théorique a rarement pu être respecté. Chaque lot de 50 momies est placé dans une boîte plastique aérée maintenue à une température de 25°C pour une hygrométrie relative de 60-80 p100. Après un mois environ, le nombre de parasites éclos est relevé.

V3. - RESULTATS ET DISCUSSIONS

V3.1. - Prédateurs : *Chilocorus politus*

Les résultats sont donnés dans le tableau 6.

| Type de traitement | STADES DE DEVELOPPEMENT | | | Adultes morts au sol | Nombre de rameaux observés | |
|------------------------|-----------------------------|---------|---------|----------------------|----------------------------|----|
| | Larves jeunes et âgées | Nymphes | Adultes | | | |
| Huile jaune 2 % | Av. T. | 39 | 19 | 85 | - | 11 |
| | Ap. T. | 0 | 17 | 6 | 28 | 9 |
| | D = diminution effectif (%) | 100 | 10 | 93 | - | - |
| Huile jaune 2,5 % | Av. T. | 42 | 24 | 55 | - | 8 |
| | Ap. T. | 1 | 12 | 4 | 17 | 9 |
| | D | 98 | 50 | 93 | - | - |
| Huile jaune 3 % | Av. T. | 24 | 87 | 61 | - | 10 |
| | Ap. T. | 0 | 6 | 0 | 46 | 9 |
| | D | 100 | 93 | 100 | - | - |
| Huile blanche 3 % | Av. T. | 5 | 26 | 53 | - | 13 |
| | Ap. T. | 3 | 1 | 1 | 26 | 8 |
| | D | 40 | 96 | 98 | - | - |
| Oléoparathion 1,5 % | Av. T. | 7 | 42 | 23 | - | 10 |
| | Ap. T. | 0 | 1 | 0 | 17 | 10 |
| | D | 100 | 98 | 100 | - | - |
| Oléoparathion 3 % | Av. T. | 19 | 1 | 16 | - | 8 |
| | Ap. T. | 0 | 1 | 0 | 15 | 8 |
| | D | 100 | ? | 100 | - | - |
| Témoin | Av. T. | 21 | 17 | 14 | - | 6 |
| | Ap. T. | 0 | 2 | 6 | 7 | 5 |
| | D | 100 | 88 | 57 | - | - |

Tableau 6 : INFLUENCE DE DIVERS TRAITEMENTS SUR *Chilocorus politus*

Av. T. = avant traitement
Ap. T. = après traitement

Sur les stades larvaires, on note généralement une diminution importante de l'effectif. Toutefois, le traitement Huile blanche 3 % semble avoir très peu d'influence sur les larves jeunes et âgées mais cela demanderait à être confirmé en raison du nombre réduit de larves dans ce traitement. L'influence des divers traitements semble différente sur les nymphes. On enregistre une forte diminution avec les traitements huiles jaune et blanche 3 %, oléoparathions 1,5 et 3 (?). Celle-ci est beaucoup plus faible avec les traitements Huile jaune 2 et 2,5 %.

Sur le stade adulte, on constate généralement une baisse importante des effectifs dans les différents traitements. Souvent, celle-ci est corrélée avec un nombre important d'adultes morts retrouvés au pied des arbres. Sur ce stade, les traitements huiles jaune et blanche à 3 % ainsi que l'oléoparathion aux deux concentrations utilisées entraînent les plus fortes mortalités. Les huiles jaunes à 2 et 2,5 % semblent avoir moins d'influence sur les adultes de ce prédateur.

Sur l'ensemble des stades de développement, on constate une diminution de l'effectif dans le témoin ; celle-ci est de 100 % pour les larves jeunes et âgées.

Les baisses d'effectif enregistrées pour chacun des stades dans le cas du témoin indiquent que les baisses d'effectifs observées sur les arbres traités ne sont pas seulement imputables aux traitements chimiques contre la cochenille.

Deux hypothèses peuvent expliquer ces faits :

- Un traitement fongique au Cuprosan a été effectué peu après le contrôle pré-traitement. L'influence possible de ce traitement n'est pas à écarter.
- Bien que non traités, les arbres auraient reçu une certaine quantité de produits par le biais du vent. La présence d'adultes morts retrouvés au pied de ces arbres peut venir renforcer cette hypothèse ; toutefois les arbres choisis comme témoins étaient relativement isolés au sein du verger (cf. ANNEXE 2).

A la différence des stades mobiles, il nous a été difficile pour le stade nymphal de différencier les nymphes vivantes et mortes lors du comptage post-traitement. Par conséquent, il convient d'être prudent en analysant les résultats concernant ce stade.

•
Finalement, la diminution de l'effectif des adultes et le nombre d'adultes retrouvés morts au sol semblent être les critères les plus fiables pour juger de l'influence des traitements sur Chilocorus politus. Ainsi, les traitements aux huiles jaunes 2 et 2,5 % semblent un peu moins toxiques que les autres vis à vis des adultes.

V3.2. - Parasites : *Arrhenophagus chionaspidis* et *Encarsia diaspidicola*

Dans le tableau suivant (tableau 7), nous regroupons les momies par type de parasite.

| Traitements | A. CHIONASPIDIS | | | E. DIASPIDICOLA | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------|------------|--------------------------|--------------|------------|------|
| | Nombre de momies isolées | Nombre éclos | % éclosion | Nombre de momies isolées | Nombre éclos | % éclosion | |
| Huile jaune 2 % | Av. T. | 62 | 8 | 12.9 | 22 | 0 | 0 |
| | Ap. T. | 14 | 1 | 7.1 | 14 | 4 | 28.5 |
| Huile jaune 2,5 % | Av. T. | 100 | 7 | 7.0 | 8 | 0 | 0 |
| | Ap. T. | 31 | 1 | 3.2 | 12 | 4 | 33.3 |
| Huile jaune 3 % | Av. T. | 100 | 5 | 5.0 | 20 | 2 | 10 |
| | Ap. T. | 19 | 4 | 21.0 | 8 | 0 | 0 |
| Huile blanche 3 % | Av. T. | 79 | 10 | 12.6 | 7 | 0 | 0 |
| | Ap. T. | 3 | 0 | 0 | 7 | 3 | 42.8 |
| Oléoparathion 1,5 % | Av. T. | 50 | 3 | 6.0 | 12 | 1 | 8.3 |
| | Ap. T. | 9 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Oléoparathion 3 % | Av. T. | 74 | 14 | 18.9 | 38 | 2 | 5.2 |
| | Ap. T. | 17 | 1 | 5.8 | 8 | 0 | 0 |
| Témoin | Av. T. | 100 | 27 | 27 | 15 | 0 | 0 |
| | Ap. T. | 11 | 7 | 63.6 | 6 | 2 | 33.3 |

**Tableau 7 : INFLUENCE DE DIVERS TRAITEMENTS SUR LES PARASITES
A. chionaspidis et *E. diaspidicola***

Av.T. = Avant traitement
Ap.T. = Après traitement

En règle générale, on constate un faible pourcentage d'éclosion des parasites avant et après traitement. On observe généralement un certain nombre d'éclosions pour les deux parasites avec les traitements aux huiles jaunes. Avec ces mêmes traitements et en comparant les pourcentages d'éclosion avec ceux du témoin on constate que l'espèce *E. diaspidicola* semble moins sensible qu'*A. chionaspidis* (tout au moins aux concentrations d'huile jaune à 2 et 2,5 %).

Le traitement à l'huile blanche 3 % semble avoir peu d'influence sur l'espèce E. diaspidicola (pourcentage d'éclosion supérieur au témoin) mais l'effectif trop réduit des momies isolées dans chacune des deux espèces concernant ce traitement rend hasardeux l'interprétation de ces résultats.

Il en est de même pour les traitements aux oléoparathions ou la petite taille des échantillons rend difficile l'analyse des résultats. Toutefois, on constate une influence très marquée des oléoparathions aux deux concentrations utilisées et ce, sur les deux parasites. On observe une absence générale d'éclosion sauf dans le cas d'A. chionaspidis avec le traitement oléoparathion à 3 %.

Bien qu'ayant prélevé des échantillons d'écorce très attaqués, nous avons rencontré certaines difficultés pour isoler le nombre de momies mâles et femelles que nous nous étions fixés. La plupart des momies étaient déjà écloses et celles où le parasite était visible apparaissaient souvent comme desséchées. Les dissections de certaines d'entre-elles révélaient des individus morts et secs. L'isolement de telles momies explique vraisemblablement les faibles pourcentages d'éclosion observés.

Les conditions expérimentales -humidité ; manipulation des momies au moment de l'isolement- peuvent aussi expliquer les faibles pourcentages d'éclosion observés. Il serait intéressant de comparer l'influence d'un facteur comme l'humidité sur le taux d'éclosion des parasites car celui-ci semble jouer un rôle important sur ceux-ci (BENASSY, 1958 a, 1961).

Le nombre réduit de momies "viabiles" isolées des échantillons récoltés dans des conditions naturelles peut s'expliquer par une forte mortalité naturelle à cette période de l'année dans ces conditions d'altitude -1 250 m- (intervention du froid pendant l'hiver austral ?).

Tous ces résultats sont donc à mettre au conditionnel. L'isolement d'un nombre plus important de momies mâles et femelles pourrait confirmer (ou infirmer) ces différents essais.

Toutefois, des remarques intéressantes peuvent se dégager de ces différents essais. Si l'on compare ces résultats avec ceux de GUYOT et QUILICI (1987), on constate dans les deux cas une influence très marquée des traitements aux oléoparathions sur les deux parasites. Ces auteurs ont constaté une mortalité complète chez les deux parasites avec l'oléoparathion utilisée à 1 %.

D'autre part, il ne semble pas apparaître de différences importantes du point de vue de l'influence des différents traitements entre philocorus politus et les deux parasites. On constate généralement une certaine tolérance des auxiliaires aux huiles jaunes et par contre une influence très marquée des oléoparathions. En ce qui concerne le traitement à l'huile blanche, les résultats sont beaucoup plus variables. Celui-ci semble peu influencer les stades larvaires de philocorus politus ainsi que l'espèce parasite E. diaspidicola.

Il serait intéressant d'étudier une gamme plus importante de températures constantes et de thermopériodes afin de déterminer les limites inférieures et supérieures des températures que peuvent tolérer les deux parasites. L'absence d'émergence des imagos d'E. diaspidicola observée à 30°C nous laisse penser que cette température est probablement voisine du seuil thermique supérieur de l'espèce. Aussi, l'étude de l'influence d'autres facteurs climatiques comme l'humidité sur le développement des parasites pourrait compléter le facteur température et ce d'autant plus que l'humidité semble jouer un rôle important dans la régulation des populations des espèces E. diaspidicola et A. chionaspidis (BENASSY 1958 a, 1961).

Pour les deux espèces, la présence d'une alimentation glucosée (miel) prolonge sensiblement la longévité des imagos.

D'après ces quelques résultats sur la biologie d'E. diaspidicola et A. chionaspidis, il apparaît une certaine complémentarité des deux espèces pour limiter les pullulations de la cochenille du mûrier à la Réunion : (i), l'ensemble des stades de développement du ravageur est parasité ; les stades mâles par A. chionaspidis (BENASSY, 1961), les stades femelles par E. diaspidicola ; (ii), les températures basses et fortes ne semblent pas affecter simultanément les deux espèces ; (iii), la relative résistance d'A. chionaspidis à des écarts élevés de température.

Nos résultats permettent d'apporter certains éléments de réponse sur l'opportunité d'introduire à la Réunion d'autres espèces parasites de P. pentagona.

L'espèce E. berlesei, en parasitant préférentiellement le stade femelle adulte de la cochenille peut renforcer l'action parasitaire d'E. diaspidicola qui semble s'attaquer plutôt au deuxième stade larvaire femelle. Toutefois, E. berlesei semble défavorisée par une plus longue durée de développement pré-imaginal et une plus courte longévité des imagos par rapport à E. diaspidicola dans des conditions identiques de température et d'humidité. Mais, il est cependant trop tôt pour juger de l'opportunité d'introduire ce parasite à la Réunion. L'étude d'autres caractéristiques biologiques d'E. diaspidicola et A. chionaspidis devraient permettre de juger de cette opportunité.

En ce qui concerne l'influence sur les auxiliaires des divers traitements chimiques effectués contre la cochenille, il nous apparaît illusoire de s'orienter vers la lutte biologique en verger de pêchers soumis à un traitement aux oléoparathions. L'influence de ce produit semble très marquée sur les auxiliaires étudiés. Les traitements aux huiles jaunes et blanches semblent un peu moins toxiques pour le prédateur Chilocorus politus et les deux parasites qui ont fait l'objet de notre étude de laboratoire.

Cependant, les effectifs des auxiliaires souvent réduits sur lesquels ont été basés ces résultats ont rendu difficile toutes interprétations. D'autres essais avec des effectifs plus importants pourraient confirmer ces résultats.

Il nous semble nécessaire de continuer de s'orienter vers l'étude biologique des parasites de P. ~~Pentagona~~ à la Réunion en analysant d'autres composantes biologiques qui viendraient compléter celles déjà étudiées.

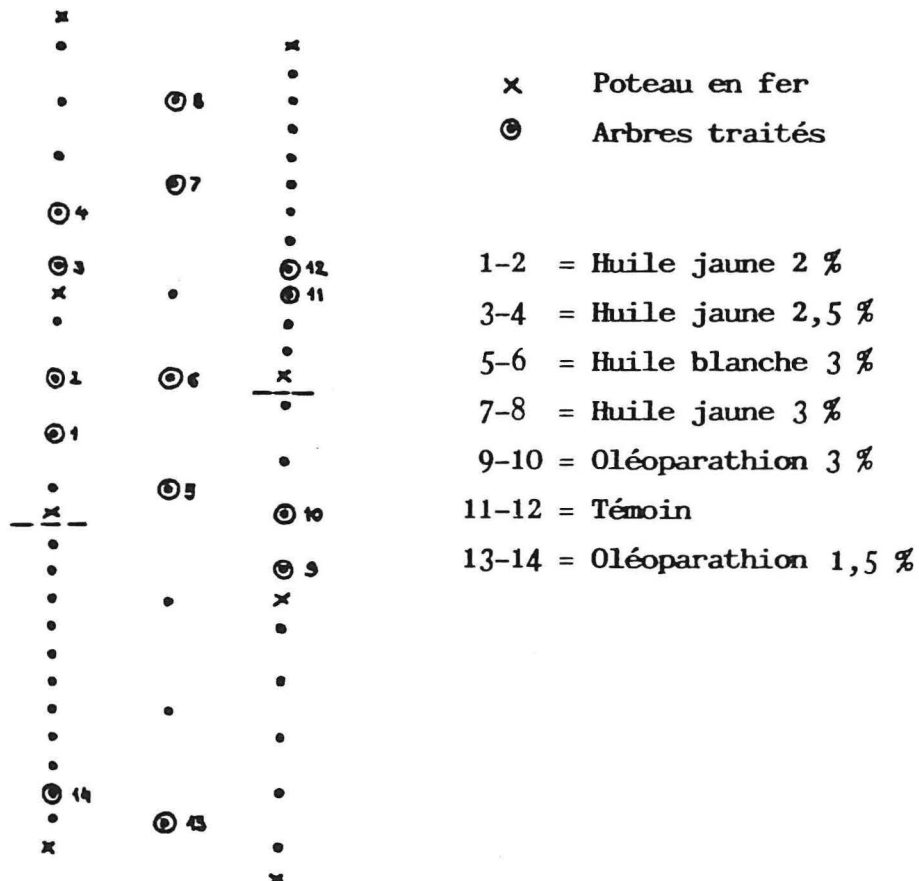
ANNEXES

ANNEXE 1 : LIQUIDE DE FAURE (d'après POINAR et THOMAS 1984)

| | |
|---------------------------------|-------|
| . Gomme arabique | 12 g |
| . Chloralhydrate | 20 g |
| . Acide acétique | 5 ml |
| . Glucose dosé à 50 % (Vol/Vol) | 5 ml |
| . Eau | 35 ml |

ANNEXE 2 : ESSAI SUR L'INFLUENCE DE DIFFERENTS TRAITEMENTS SUR LES AUXILIAIRES

PLAN DE LA PARCELLE D'EXPERIMENTATION
STATION IRAT/IRFA DE PETITE FRANCE (1250 m)



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNECKE D.P. et PRINSLOO G.L., 1974

On some new and described species of *arrhenophagine Encyrtidae*
(Hymenoptera)
J. Ent. Soc. Sth. Afr. 37 (1) 35-47

. APPERT J., 1967

Notes techniques sur les insectes nuisibles aux cultures Malagasy
Agr. Trop. n° Sp. 2, 5 et 9.

. AUBERT A., FAIVRE-AMIOT A., LUISETTI J., 1982

Travaux de Sélection Sanitaire engagés à la Réunion sur diverses
rosacées fruitières de faible exigence en froid.
Fruits, 37 (2), 87-96

. BALACHOWSKI A.S., 1954

Les cochenilles paléartiques de la tribu des *Diaspidini*
Mém. Sc. de l'Institut Pasteur, PARIS 236-240

. BENASSY C., 1957

Influence du facteur "exposition" sur la répartition des micro-
hyménoptères parasites de *Coccidae-Diaspididae*
Entomophaga, 2, 4, 283-291

. BENASSY C., 1958 a

Etude bio-écologique de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG et de son
parasite spécifique *Prospaltella berlesei* HOWARD en France

Annales des épiphyties, 4, 425-496

. BENASSY C., 1958 b

Prospaltella berlesei HOW (Hym. Aphelinidae) et son efficacité
pratique en France vis à vis de *Pseudaulacaspis pentagona* TARG
(Hom. Diaspidinae)

Entomophaga, 3, 1, 67-70

. BENASSY C., 1961

Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques
sur la limitation des pullulations de cochenilles diaspines.
Thèse d'Université, Sciences naturelles, Faculté des Sciences de
l'Université de Paris 165 p.

- . BENASSY C. et BIANCHI H., 1960
 Sur l'écologie de *Prospaltella perniciosi* TOWER (Hym. Aphelinidae)
 parasite spécifique importé de *Quadraspidiotus perniciosus* COMST
 (Hom. diaspidinae)
 Entomophaga, 5, 2, 165-181

- . BENETT F. D., 1956
 Some parasites and predators of *Pseudaulacaspis pentagona* (TARG)
 in Trinidad, B.W.I.
 Can. Ent., 88, (12) 704-705

- . BIANCHI H. et MILAIRE H., 1963
 Action de divers produits insecticides en application estivale faite
 sur pêchers contre la cochenille du mûrier (*Pseudaulacaspis pentagona* TARG)
 Phytatrie - Phytopharmacie, 12, 41-44

- . BOBB H.L., WEIDHASS J.A., PONTON L.F., 1973
 White peach Scale : life history and control studies
 J. Ec. Ent. 66, (6) 1290-1292

- . BRENIERE J. et DUBOIS J., 1965
 Catalogue des insectes nuisibles aux cultures malgaches (2ème partie)
 IRAM, DOC n° 43

- . BRIDIER B., 1985
 Quel avenir pour le géranium et le développement agricole des
 Hauts de la Réunion ?
 Agr. Trop., 40, 4, 342-357

- . CHABOUSSOU F. et RAMADIER P., 1959
 Essais de traitements de pré -débourrement et de printemps sur
 pêcher vis à vis de la cochenille du mûrier (*Pseudaulacaspis*
pentagona TARG)
 Revue de Zoologie agricole et appliquée, 7, 9, 1-11

- . CIRAD-REUNION, 1985
 Bilan de la recherche-système dans les Hauts de l'Ouest de la
 Réunion - Saint-Denis, 365 p.

- . CLAUSEN C.P., 1962
 Entomophagous insects
 HAFNER Ed. NEW-YORK 688 p.

- . DE BACH P. et SCHLINGER E. I., 1964
 Biological Control of Insects Pests and Weeds
 CHAPMAN et HALL Ed. LONDON 844 p.

- . FERRIERE CH., 1961
 Notes sur les espèces paléarctiques du genre *Prospaltella* ASHMEAD
 (*Hym. Aphelinidae*)
 Bulletin de la Société entomologique Suisse, 34, (3) 253-263)

- . FERRIERE CH., 1965
Hymenoptera Aphelinidae d'Europe et du Bassin Méditerranéen
 MASSON Ed. PARIS 240 p.

- . GUYOT J. et QUILICI S., 1987
 Etude bio-écologique de la cochenille diaspine *Pseudaulacaspis*
pentagona et de ses ennemis naturels à la Réunion
 Fruits, 42, 10 (à paraître)

- . IRAT-REUNION, 1985
 Notes sur les principales cultures des Hauts sous le vent
 Equipe Système GERDAT-CIRAD, 69 p.

- . IRFA-REUNION, 1985
 Rapport Annuel, 125 p.

- . KIROGLU H. et BENASSY C., 1970
 Essai de mise au point d'un programme de lutte intégrée en vergers
 de pêchers : note sur la répercussion en laboratoire des traitements
 sur "*Prospaltella belersei*" HOW., parasite de "*Pseudaulacaspis*
pentagona" TARG
 Revue de Zoologie Agricole et de Pathologie végétale, 2-3- 45-53

- . KUTTERT L.C., 1967
 Observations on the biology bionomics and control of white
 Peach Scale *Pseudaulacaspis pentagona* TARG
 Proc. Flo. State. Hort. Soc., 80, 376-381

- . POINAR G. D. et THOMAS G. M., 1984
 Laboratory Guide to insect pathogens and parasites
 PLENUM Ed. NEW-YORK LONDON 392 p.

- . RISBEC J., 1960
 - Les parasites des insectes d'importance économique en Afrique Tropicale et à Madagascar
 - Agr. Trop., 6, 624-656

- . ROSEN D. et DE BACH P., 1979
 - Species of *Aphytis* of the world (Hymenoptera : *Aphelinidae*)
 - JERUSALEM, Israël Universities Press. 801 p.

- . SCHVESTER D., MILAIRE H., GIREAU R., 1955
 - Essais de traitements d'hiver sur pêcher contre la cochenille du mûrier : *Pseudaulacaspis pentagona* TARG
 - Annales des épiphyties, 3, 407-419

- . SIMMONDS F.J., 1958
 - The Oleander scale, *Pseudaulacaspis pentagona* TARG
 - (Homoptera *Coccidae*) in Bermuda
 - Bull. Dep. Agr. Bermuda, 31, 44 p.

- . STIMMEL J.F., 1982
 - Seasonal history of the white peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (TARG-TOZZ) (Homoptera : *Diaspididae*)
 - in Northeastern Pennsylvania
 - Proc. Ent. Soc. Wash., 84, (1), 128-133

- . VAN DUYN J. et MURPHEY M., 1971
 - Life history and control of white peach scale *Pseudaulacaspis pentagona* (Homoptera : *Coccidae*)
 - Florida entomologist, 54 (1), 91-95

- . VASSEUR R. et BIANCHI H., 1953
 - Sur l'efficacité de produits insecticides divers utilisés contre les cochenilles diaspidines des arbres fruitiers en traitements d'hiver.
 - Annales des épiphyties, 1, 1-14

- . YONCE C.E. et JACKLIN S. W., 1974
 - Life history of the white peach scale in Central Georgia
 - J. Georgia. Ent. Soc., 9, (4) 213-216

SUD COPIE

37 bis, avenue de la Justice

34000 MONTPELLIER

Tél : 67-41-23-63