

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE

G. FABRES

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE MER

Le contrôle naturel des populations de Lepidosaphes beckii NEW.  
(Diaspididae) en habitat ombragé.

Octobre 1971.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre de Nouméa

Laboratoire d'Entomologie et de lutte Biologique

G. FABRES

Le contrôle naturel des populations de Lepidosaphes beckii NEW.  
(Diaspididae) en habitat ombragé.

Octobre 1971.

## S O M M A I R E

|     |                                                       |    |
|-----|-------------------------------------------------------|----|
| I   | <u>Introduction</u> .....                             | 1  |
| II  | <u>Le milieu</u> .....                                | 2  |
| III | <u>Les facteurs abiotiques</u> .....                  | 3  |
|     | 1) <u>L'ombrage</u> .....                             | 3  |
|     | 2) <u>Les agrumes spontanés</u> .....                 | 6  |
| IV  | <u>Les facteurs biotiques</u> .....                   | 8  |
|     | 1) <u>Action prédatrice</u> .....                     | 9  |
|     | a) <u>Méthodes et techniques</u> .....                | 9  |
|     | b) <u>Résultats</u> .....                             | 10 |
|     | 2) <u>Action entomopathogène et parasitaire</u> ..... | 14 |
|     | a) <u>Action entomopathogène</u> .....                | 16 |
|     | b) <u>Action parasitaire</u> .....                    | 20 |
|     | <u>Aphytis n.sp.</u> .....                            | 20 |
|     | <u>Aspidiotiphagus lounsburyi</u> .....               | 23 |
| V   | <u>Conclusion</u> .....                               | 24 |
|     | Bibliographie.....                                    | 26 |
|     | Graphiques                                            |    |
|     | Planches de photos                                    |    |

## I Introduction

En Nouvelle-Calédonie, il y a des agrumes, mais pas d'agrumiculture. Les plantations de type industriel, caractéristiques de toute région agrumicole et garantes d'une production fruitière rationnelle et rentable, y sont quasi inexistantes. On peut noter malgré tout la présence de deux vergers d'agrumes l'un à l'Ecole d'Agriculture de Port Laguerre, l'autre dans l'île de Lifou ; encore ont-ils un caractère expérimental.

Le fond agrumicole néo-calédonien est en effet constitué presque exclusivement de plants distribués au sein des caféières, sous l'ombrage artificiellement créé pour la culture du café. Issus de graines dispersées au hasard, non greffés, non taillés, ces agrumes se développent dans un habitat écologiquement plus proche de la forêt originelle que du verger rationnel aux alignements géométriques.

En conséquence, les problèmes d'écologie -tout particulièrement ceux qui sont relatifs à la dynamique des populations d'insectes ravageurs d'agrumes- doivent-ils être abordés de façon originale compte tenu de l'aspect insolite des facteurs en présence à savoir : l'ombrage et le microclimat qui en résulte, le caractère "sauvage" des arbres fruitiers.

Déjà la comparaison rapide de l'état sanitaire des agrumes, en vergers d'une part, et sous ombrage d'autre part, permet de constater à l'évidence, dans ce dernier habitat, la faiblesse de l'action spoliatrice des populations de cochenilles. Sans vouloir anticiper à priori sur l'effet bénéfique des facteurs précédemment cités, on peut penser que ceux-ci jouent un rôle dans le contrôle des populations de coccides en augmentant la résistance du milieu face au potentiel biotique de l'insecte ravageur. Cette amplification du pouvoir de résistance du milieu peut être de deux ordres : - soit purement abiotique et dans ce cas, seuls des facteurs climatiques ou trophiques s'opposent directement au développement de la cochenille.

- soit biotique dans la mesure où les facteurs climatiques influencent indirectement le développement du ravageur en favorisant la présence et l'épanouissement de populations compétitives (parasites, prédateurs, entomopathogènes).

Nous tenterons, dans l'étude qui suit, d'analyser le phénomène et de démontrer le mécanisme de la régulation naturelle des populations de L. beckii au sein d'un tel habitat.

## II Le milieu

Nous l'avons vu, les agrumes se rencontrent essentiellement dans les caféières. Si nous devions tracer une carte de l'implantation des agrumes en Nouvelle-Calédonie, elle correspondrait assez exactement à celle des zones de culture du café. Dans ce cas, les centres de production sont répartis pour la plupart, sur la côte est : Hienghène, Poindimié, Ponérihouen, Canala. Sur la côte ouest, nous trouvons une zone importante à La Foa-Sarraméa et de petits centres dispersés surtout dans le nord de l'île.

Dans chaque exploitation les plants de café (Arabica et Robusta) sont protégés de l'insolation directe par une strate végétale dense faite de gros arbres à port étalé : Erythrina fusca Lour. ou "érythrine piquant" et Albizia lebbek Willd. ou "bois noir". Les plants d'agrumes sont dispersés entre les caféiers et sous l'ombrage des grands arbres.

Pour entreprendre l'étude des populations de L. beckii et tenter l'analyse des facteurs responsables de son contrôle en milieu ombragé, il nous a fallu trouver un tel type de biotope à proximité de Nouméa. En effet, une telle étude suppose des prélèvements fréquents et réguliers ainsi qu'une expérimentation sur place dont la mise en route et le contrôle nécessitent la présence sur les lieux plusieurs fois par semaine.

A défaut d'une caféière typique nous nous sommes adressés à une zone de forêt en bordure de ruisseau au lieu dit Yahoué (12km de Nouméa). La densité des agrumes y est aussi importante qu'en plantation de café et les divers éléments qui caractérisent ce type d'habitat s'y trouvent réunis : ombrage, microclimat, agrumes spontanés. (Photos 1, 2 et 3)

Essayons à présent de définir les caractéristiques écologiques d'un tel habitat en tentant chaque fois de comprendre dans quelle mesure les facteurs qui lui correspondent influent sur le développement de la cochenille et l'établissement de ses colonies. En d'autres termes, quels sont les facteurs abiotiques supports de la résistance du milieu.

### III Les facteurs abiotiques

Les éléments caractéristiques du biotope considéré sont relatifs à la présence d'arbres d'ombrage et au caractère sauvage des agrumes.

#### 1) L'ombrage

Il s'oppose à l'insolation directe des arbres et au mouvement des masses d'air. L'arrêt des radiations par la strate d'ombrage entraîne la diminution, au niveau du sol et des surfaces foliaires, des phénomènes d'évaporation et de transpiration. Il en résulte une augmentation de l'humidité relative, favorisée de plus par l'absence de mouvements de l'air ambiant. Nous n'en voulons pour preuve que l'aspect même des arbres dont le tronc et les feuilles sont largement recouverts de mousses et de lichens.

Nous avons entrepris une étude comparée de l'humidité relative en milieu découvert (Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa) et en habitat ombragé (Yahoué). Malheureusement, pour des raisons de non conformité du matériel utilisé (abri météorologique standard à l'ORSTOM, abri de fortune à Yahoué), les enregistrements obtenus ne peuvent être utilisés. Nous nous réservons de répéter l'expérimentation dans des conditions matérielles plus favorables.

L'arrêt des radiations solaires retentit également sur les valeurs thermiques du microclimat ambiant. Les températures moyennes, nocturnes et diurnes sont inférieures à celles enregistrées en milieu découvert. Les écarts des températures sont moindres.

La littérature nous apprend que des études ont été conduites en milieu ombragé de caféières ou de cacaoyères pour analyser l'influence de l'ombrage sur les facteurs thermiques et hygrométriques sur la physiologie des arbres cultivés "voir bibliographie". Il ressort :

- De ces études que "l'ombrage joue un rôle prépondérant dans la protection contre la dessiccation et l'élévation des températures de l'air" Burle (1961). Nous reproduisons ici à titre indicatif des résultats obtenus en Côte d'Ivoire par Posnette et Greenwood (1950).

Evaporation journalière moyenne en cm<sup>3</sup>

| Saison                                                                 | Ombrage naturel         |                          | Sans ombrage            |                          |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                                                                        | au-dessus des cacaoyers | au-dessous des cacaoyers | au-dessus des cacaoyers | au-dessous des cacaoyers |
| Humide.....                                                            | 3,2                     | 2,5                      | 5,1                     | 3,7                      |
| Sèche.....                                                             | 7,6                     | 6,4                      | 8,5                     | 7,6                      |
| d'après Posnette et Greenwood, 1950, dans J. Hort. Sci. vol. XXV n° 3. |                         |                          |                         |                          |

Température moyenne de l'air en °C  
(saison sèche)

|                           | 7H | 12H  | 17H |
|---------------------------|----|------|-----|
| Sous ombrage de bananiers |    |      |     |
| plantains.....            | 19 | 32   | 30  |
| Sans ombrage.....         | 19 | 33,5 | 32  |
| (Abengourou 1956)         |    |      |     |

- que le phénomène d'évapotranspiration est d'autant plus intense que le végétal est moins ombragé (Etude conduite par Lemee (1955) sur l'évaporation et la transpiration au niveau des feuilles de cacaoyers.
- que l'ombrage permet une meilleure retention de l'eau dans le sol.

L. beckii qui montre pour les zones humides une prédilection notée par tous les auteurs, ne saurait être directement affectée par les conditions microclimatiques d'un tel habitat (1). Les expériences d'infestations artificielles conduites dans ce même milieu ont montré que l'établissement d'une colonie de la diaspine n'est contrarié ni par les valeurs du degré hygrométrique ambiant, ni par les températures, relativement plus basses qu'en milieu découvert et qui peuvent freiner sensiblement son cycle biologique. Au contraire deux exemples de l'intervention des facteurs thermiques et hygrométriques en milieu découvert, nous convaincront de l'action bénéfique de l'ombrage sur le développement des populations du ravageur.

- Lors de l'étude que nous avons conduite en 1969 sur arbres de vergers (1) nous avons constaté l'existence d'un taux de mortalité élevé sur les feuilles exposées au soleil et en particulier à la surface supérieure de celles-ci. La mortalité est à notre sens directement en rapport ici avec les fortes températures de la surface supérieure des feuilles exposées aux radiations directes.
- Le caractère néfaste d'une trop forte sécheresse a pu être observé dans des biotopes découverts durant l'année 1969 (sécheresse). Les plants d'agrumes manifestaient alors des symptômes évidents de déficit hydrique. Les comptages effectués à la surface des feuilles révélaient une forte mortalité de tous les stades de développement. En particulier la totalité des oeufs amassés sous le bouclier des femelles étaient dans un état de dessiccation prononcée. Un phénomène identique a pu être obtenu au laboratoire avec des élevages exposés à une ambiance relativement sèche (10h sur 24 à 20°C et 60% H.R., 10h sur 24 à 25°C et 50% H.R.). La totalité des oeufs peut être ainsi détruite. Si les conditions hygrométriques redeviennent plus clémentes (optimum pour L. beckii :

.../...



79% H.R. et 25-27°C d'après Bodenheimer (1951) et si la femelle a survécu, la reprise de la ponte sera suivie d'un retour à un développement normal des oeufs. On obtient ainsi une stratification, en oeufs sains et oeufs avortés, révélatrice de variations brutales de l'hygrométrie. De telles figures peuvent être observées dans la nature en milieu découvert. Une chute brutale de l'hygrométrie telle que l'on peut en obtenir en milieu <sup>non</sup> ombragé peut donc conduire à la destruction partielle ou totale du potentiel vital de la diaspine.

En déduction de ces observations l'ombrage apparaît comme un facteur susceptible de favoriser le développement de L. beckii. Il assure une humidité optimale pendant une grande partie de l'année, minimise l'importance de la saison sèche, réfreine l'effet létal des fortes températures dû à l'insolation directe. Des données expérimentales seront fournies à cet effet lors du chapitre traitant de l'action prédatrice.

En contre-partie d'autres organismes, vivant dans le même habitat, peuvent eux-aussi être favorisés dans leur développement et s'opposer à celui des populations de la cochenille. Il en est ainsi des algues et lichens qui peuvent être considérés comme concurrents pour l'espace (bien que souvent les enchevêtrements mycéliens constituent des abris pour la fixation des larves mobiles). Il en est de même pour certains champignons entomopathogènes ou hyménoptères parasites qui s'attaquent directement à la cochenille.

## 2) Les agrumes spontanés

La résistance du milieu peut être également de nature trophique. La difficulté de développement du ravageur peut provenir d'une incompatibilité entre la nature chimique de la sève du végétal hôte et ses exigences biologiques : colonisation, développement, reproduction etc..., ceci confère à l'arbre une véritable immunité. La différence entre la nature chimique de la sève d'arbres de vergers ou de jardins et celle des arbres d'ombrage pourrait avoir deux origines.

- Les agrumes cultivés sont des variétés sélectionnées, groffées, faisant l'objet de pratiques culturales, alors que les agrumes des biotopes ombragés sont des plants sauvages, francs de pied, de variété indéterminée.

.../...

- La physiologie des deux types d'arbre peut être fondamentalement modifiée par la nature de l'ensoleillement. La différence d'habitat pourrait induire la présence dans la sève des arbres d'ombrage de substances létales pour la cochenille ou l'absence de molécules chimiques qui lui sont indispensables. (voir bibliographie concernant le phénomène de "pheno-immunité du végétal hôte").

Il est possible d'apporter une réponse à cette question par une expérimentation faisant intervenir des techniques d'analyse foliaire. Celle-ci, de longue haleine suppose la comparaison deux à deux des caractères qui différencient les types d'arbres en présence.

Plus grossièrement on peut se faire une idée rapide de la véracité de ces hypothèses. Il suffit de conduire des infestations artificielles sur les deux types d'arbres :

- Sur des plants d'agrumes identiques placés dans les deux types d'habitat (agrumes en pot de même provenance).
- Sur des arbres en place.

On constate alors que les colonies de L. beckii se développent, en milieu ombragé, de la même manière (si ce n'est mieux) qu'en milieu découvert à condition que les infestations soient protégées des prédateurs et parasites. L'observation peut être faite que ce soit pour les agrumes en pot ou pour les arbres en place. Par conséquent, sans vouloir nier l'influence de facteurs trophiques qui s'opposeraient à l'établissement des populations de la cochenille, on peut penser qu'ils sont secondaires et n'expliquent pas la présence d'un contrôle efficace du ravageur sous ombrage.

#### Conclusion

Les facteurs abiotiques caractéristiques des habitats couverts, loin de se montrer contraires à l'expansion de la cochenille, la favorisent en bien des cas. L'humidité ambiante maintenue en permanence à un haut degré assure à L. beckii des conditions hygrométriques idéales. L'ombrage en arrêtant les radiations directes source d'un

échauffement des surfaces foliaires exposées, élimine un important facteur de mortalité.

Il faut donc chercher ailleurs les agents de réduction et s'orienter vers la possibilité d'un contrôle de nature biotique. Nous en avons déjà un exemple dans les tentatives d'infestations artificielles en l'absence de protection contre les prédateurs et parasites.

Le chapitre qui suit fournira le détail de cette expérimentation mettant en lumière à la fois le peu d'influence néfaste des facteurs abiotiques et l'importance de l'activité parasitaire et prédatrice au dépend de la cochenille.

#### IV Les facteurs biotiques

L'idée de la prépondérance d'une action biotique au détriment de L. bekcii s'est peu à peu imposée. Elle est de plus renforcée par une constatation que l'on peut faire dès les premières observations et par les résultats de comptage.

- Observations : En élevage, hors de toute atteinte des prédateurs et parasites, les colonies de la diaspine sont de type grégaire. Les jeunes larves mobiles ne s'éloignent que très peu du bouclier femelle et viennent se fixer sur une surface restreinte (1cm carré) autour de celui-ci. Au cours des générations successives ce comportement conduira à une accumulation de boucliers sur une faible surface foliaire. La même constatation peut être faite dans des biotopes où la cochenille pullule et où, par conséquent, l'action d'agents biologiques de réduction se fait peu sentir.

En biotopes ombragés il est rare de retrouver un tel type d'infestation. On remarque au contraire, à la surface des feuilles et le long des nervures, des boucliers de tous les stades largement dispersés. Ce n'est que dans quelques cas précis, toujours les mêmes, que l'on peut retrouver la colonie de L. beccii dans sa répartition spatiale typique : lorsque celle-ci est abritée sous un cocon d'araignée, sous un feutrage mycélien, sous des algues ou lichens, à l'intérieur d'une feuille enroulée sur elle-même, dans des cavités du méristème foliaire déterminées par le développement d'une chenille mineuse.

.../...

Cette observation introduit immédiatement la notion de "refuge" et son corollaire : si un ravageur ne se trouve à l'état naturel que dans des zones refuges, c'est qu'il est soumis à l'action de prédateur (voir bibliographie sur la notion de refuge). On parvient ainsi à la quasi certitude, par analogie avec les cas déjà étudiés, d'une action prédatrice efficace susceptible de disperser les colonies ne laissant intactes que celles qui se développent dans une aire refuge.

- Comptages : Connaissant l'influence négligeable si ce n'est bénéfique des facteurs climatiques et de celle de l'immunité des plantes-hôtes, nous pouvions penser que la mortalité apparemment naturelle relevée par comptage des colonies se révélerait inférieure à celle de biotopes ensoleillés. Il n'en est rien car on trouve une mortalité globale de 51% à Yahoué en 1970-71 alors qu'elle était de 39% sur des arbres de la presqu'île de Nouméa en 1969 (1), année climatiquement plus sèche que 1970-71 (2). Ceci tendrait à prouver que parmi les stades comptés comme morts naturellement il en est qui ont été victimes d'une prédation ou de piqûres trophiques. Ceci n'est pas pour étonner car nous avons pu suivre sous la loupe bino-culaire le manège d'une larve de chrysope s'attaquant à un jeune stade nouvellement fixé. Celui-ci, après retrait du prédateur, ne révélait aucune trace de déchirure ou de morsure et pouvait être compatibilisé comme mort naturellement.

Parmi les indications d'une action biologique au détriment de L. beckii, il en est de plus explicites. Ainsi les trous de sortie de parasites endophages ou ectophages et les stades mycosés fixés au substrat. Il ne s'agira pas dans ce cas de faire la preuve de l'existence de tels agents mais bien d'étudier les modalités de leur action et de déterminer leur rôle dans la biocoenose parasitaire de la cochenille. Nous aborderons donc successivement l'étude des prédateurs, des entomopathogènes et des parasites.

#### 1) Action prédatrice

a) Méthodes et techniques. Pour vérifier l'hypothèse d'une action prédatrice efficace nous avons expérimenté sur des colonies

artificiellement implantées soit à l'abri de prédateurs soit à eux exposées. Cette expérimentation a été conduite à Yahoué dans l'un des biotopes choisis pour les prélèvements hebdomadaires (voir plus loin). Les plants d'agrumes en pot sont placés sous une protection de palmes de cocotiers destinées à éviter, <sup>pour</sup> les jeunes feuilles fraîchement colonisées, les chutes de pluie intempestives qui provoquent l'élimination des stades jeunes et compromettent <sup>tent</sup> le déroulement de l'infestation (photo 4).

Outre les agrumes en pot nous avons utilisé les arbres en place comme support végétal. Les infestations ont été protégées selon trois modes différents dont le dernier est comparable au refuge naturel dont nous avons vu des exemples précédemment.

- Protection de tout le plant ou de la branche par un sac de nylon.
- Protection de la seule feuille par un sachet de nylon.
- Protection de la colonie par une bande de papier maintenue à plat sur la feuille. Dans ce cas, c'est la bande servant à l'infestation qui a été maintenue après contrôle de la fixation des larves mobiles (1).

Une protection par insecticide (D.D.T.) a été tentée sans grand succès. Elle est à réitérer. Une fois mises en place, les infestations sont contrôlées toutes les semaines par un comptage des stades présents, pour la détermination du temps de génération et pour l'étude de la fécondité, selon des techniques que nous avons déjà utilisées (1).

b) Résultats. Nous les présentons groupés sous forme de tableaux assortis d'un bref commentaire.

**TABLERAU A : Infestation artificielle sur arbres en place.**

Protection de la feuille par un sachet de nylon.

Mise en place le 10 avril 1970. Dernier contrôle  
le 7 juillet 1970.

| Nombre de formes  | Avec protection | Sans protection |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| A l'origine       | 101             | 72              |
| Au contrôle final | 71              | 40              |
| Vivantes          | 34              | 0               |
| Mortes            | 34              | 16              |
| Parasitées        | 3               | 0               |
| Prédatées         | 0               | 24              |

Les pourcentages de pertes sont les suivants : Avec protection  
30%, sans protection 45%.

La colonie s'est normalement fixée et développée sur des  
arbres en place.

**TABLERAU B : Infestation artificielle sur agrumes en pot et  
sur arbres en place.**

Protection de l'infestation par une bande de  
papier.

Mise en place le 23 septembre 1970. Dernier  
contrôle le 18 janvier 1970.

| Nombre de formes  | Avec protection | Sans protection |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| A l'origine       | 200*            | 211             |
| Au contrôle final | 1395            | 219             |
|                   | * estimation    |                 |

Au départ, 200 jeunes stades répartis sur 9 feuilles dans chaque cas. Le temps de génération a largement été dépassé et le contrôle final s'effectue au niveau de la deuxième génération. Le résultat de l'action prédatrice prend ici beaucoup d'ampleur puisque celle-ci se répercute au niveau de la génération II par l'intermédiaire du nombre des femelles restant en vie pour assurer la ponte. Nous avons ici une identification sommaire du potentiel biotique de la chenille. La population du ravageur serait de type stationnaire.

TABLEAU C : Infestation artificielle sur agrumes mis en pot.  
Protection par cage de nylon. Une protection chimique (D.D.T.) a été apportée à l'un des plants au cours de cette expérience. Les résultats ne sont pas significatifs, du fait de nombreuses difficultés au cours de l'utilisation délicate de l'insecticide dans un but sélectif.

| Dates            | Avec protection | Sans protection |
|------------------|-----------------|-----------------|
| 27 octobre 1970  | 485 jeunes      | 453 jeunes      |
| 16 novembre 1970 | 497 stades      | 131 stades      |
| 18 janvier 1970  | 88 femelles     | 19 femelles*    |
|                  | * extrapolation |                 |

- Le rapport entre le nombre de jeunes fixés et le nombre de femelles obtenues est de 5 pour 1 avec protection et de 24 pour 1 sans protection. Ce rapport peut être comparé à celui obtenu au cours des mêmes expériences en milieu découvert (10 pour 1), puisque ces expériences ont été conduites en ayant soin dans chaque cas de limiter l'action des parasites et de prédateurs par l'emploi d'une cage de nylon. Remarquons à ce propos l'action bénéfique des conditions microclimatiques de l'ombrage. Nous pouvons également utiliser à titre comparatif les résultats de l'expérimentation conduite en milieu découvert pour chiffrer la fécondité de L. beekii. Une femelle donne environ 60 jeunes stades fixés. Si nous estimons à 50% le pourcentage des stades disparus du fait de l'action prédatrice (tableau A) on peut faire la déduction suivante : une femelle donne 60 jeunes. 50% arrivent à maturité soit 30 jeunes. Comme il faut à nouveau 24 jeunes pour l'obtention d'une femelle, (tableau C) la population est sensiblement stationnaire.

Cette remarque fut déjà faite plus haut à partir d'autres données et selon un processus déductif différent.

Les chiffres et déductions ci-dessus sont purement d'ordre indicatif et nous ne pouvons les tenir pour fondamentaux. Cependant une idée de l'action des prédateurs comme facteur de réduction se dessine et l'étude en ce sens demande à être poursuivie et approfondie.

- Les pourcentages de jeunes et de femelles se répartissent ainsi : Avec protection 8% de femelles et 92% de jeunes. Sans protection 23% de femelles et 77% de jeunes.

La protection assure l'existence d'une forte proportion de jeunes ce qui tendrait à démontrer que l'action prédatrice s'exerce surtout aux dépens des jeunes stades. La même observation peut être faite au cours de l'expérience suivante. Cette sélection du stade utilisé comme proie peut provoquer l'augmentation momentanée de la proportion des femelles dans la colonie et nous verrons plus loin que cela peut avoir un effet favorable sur l'intensification de l'action parasitaire. Elle provoque à coup sûr l'absence de gréganisme.

TABLEAU D : Expérience du 16 juillet 1970. Protection par sachet de nylon. Seules des femelles mûres sont mises en place.

| Dates           | Avec protection | Sans protection |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 16 juillet 1970 | 61 femelles     | 98 femelles     |
| 18 août 1970    | 49 femelles     | 45 femelles     |
|                 | 405 jeunes      | 125 jeunes      |

On observe la disparition totale de certaines femelles par décollement du bouclier de la surface de la feuille. 13% de ces femelles disparaissent en cas de protection. Sans protection ce nombre est de 54%.

Le rapport jeunes stades sur femelles est le suivant : avec protection 9,8, sans protection 3,4. On remarque à nouveau que l'action prédatrice s'exerce surtout au détriment des jeunes stades.

.../...



### Conclusion

Du fait des difficultés de travail, conséquences de l'éloignement de l'habitat étudié et des caractéristiques qui lui sont propres, les résultats obtenus sont fragmentaires et nécessitent la poursuite de l'expérimentation dans cette voie. Néanmoins quelques conclusions peuvent être tirées, qui concourent à présenter l'action prédatrice comme un fait certain et comme un facteur de réduction des populations de L. beckii sous ombrage.

Les agents responsables de cette action prédatrice n'ont pu être mis en évidence. Notons la présence du Coccinellidae Rhizobius pulchellus Muls., du Thysanoptère Aleurodothrips fasciapennis\* FRANK. Divers coléoptères et acariens ont été récoltés mais nous ignorons la nature exacte de leur action. Une étude systématique est entreprise en collaboration avec un acarologue\*\*.

Quels que soient les organismes concernés (prédateurs certains ou supposés), leur présence est toujours très discrète. La pluralité des organismes concernés associée à la discrétion de leur activité fait surtout à une action prédatrice occasionnelle, non spécifique.

### 2) Action entomopathogène et parasitaire

Nous groupons sous un même titre ces deux manifestations, au demeurant très dissemblables, mais dont l'étude s'appuie sur un matériel de base commun : les tables de vie. Ces données ont été obtenues selon une méthode que nous avons déjà définie dans un précédent rapport (1) mais dont les modalités ont été adaptées à l'habitat.

Sur la superficie ombragée, riche en agrumes spontanés, choisie à Yahoué, nous avons délimité quatre biotopes isolés, dans le but de diversifier l'échantillonnage. Chaque semaine et selon une rotation mensuelle, un biotope est choisi pour un prélèvement de 25 feuilles à raison de 5 feuilles par arbre. Seules, des feuilles de l'année précédente sont échantillonnées. Mensuellement nous obtenons donc un lot de 100 feuilles prélevé sur 20 arbres différents.

\* Déterminé par BOURNIER, A. Laboratoire de Zoologie E.N.S.A. Montpellier

\*\* Mme ATHIAS, C. Laboratoire de la faune du sol INRA Dijon.

Au laboratoire, la totalité des cochenilles est comptée. Les morts sont comptabilisés globalement. Le détail des différents stades évolutifs est opéré pour les vivants. Mention est faite également des formes parasitées et mycosées.

Cette pratique diffère de celle utilisée précédemment (1) en ce sens qu'elle élargit le champ d'investigation. Elle permet d'une part l'obtention des pourcentages relatifs des formes mortes, vivantes, parasitées, mycosées et des différents stades de développement. D'autre part une appréciation des variations de la densité des populations au cours du temps peut être obtenue. Elle est en ce sens analogue à celle mise en pratique au biotope Renard durant l'année 1969-70 (2).

La période durant laquelle nous avons fait nos observations et prélèvements, s'étend du mois de septembre 1969 au mois de mars 1971 c'est une période de transition au point de vue climatique et nous avons fait l'étude dans un précédent rapport (2). Nous ne revenons sur ce point que pour un bref rappel.

La figure 1 donne le détail de la pluviométrie durant la période qui nous intéresse. Une comparaison est opérée entre les saisons sèches et les saisons des pluies prises deux à deux. Après la sécheresse des années 1968- et 1969 on assiste à un retour aux conditions pluviométriques normales. Le mois d'avril 1971 est le premier mois réellement pluvieux et humide après une longue sécheresse. Les mois qui suivent confirment ce retour à de bonnes conditions pluviométriques. Bien que relativement déficitaire par rapport à la saison des pluies de 1971, cette période va avoir un retentissement notable sur la végétation et les populations d'insectes. Ce phénomène que nous avons pu suivre au biotope Renard est également visible à Yahoué. En effet, si des variations climatiques brèves peuvent être minimisées ou même annulées au niveau du microclimat ambiant par l'effet tampon de la strate d'ombrage, un déséquilibre pluviométrique de longue durée modifiera sensiblement les conditions hygrométriques de l'habitat ombragé et provoquera à son niveau des manifestations affectant la flore et la faune.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der Gegend von  
Münster (Westfalen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Die  
Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der  
Gegend von Münster (Westfalen) in der Tabelle 1.

(1) Die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der Gegend von  
Münster (Westfalen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Die  
Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der  
Gegend von Münster (Westfalen) in der Tabelle 1.

---

**\* Selon FERRON, P. Station de Recherches de Lutte Biologique  
et de Biocoenotique La Minière, Versailles.**

**et MULLER-KOGLER, E. Institut für biologische Schadlingsbekämpfung  
Darmstadt.**

1971

1972

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der Gegend von  
Münster (Westfalen) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Die  
Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen von Schilfrohr in der  
Gegend von Münster (Westfalen) in der Tabelle 1.

a) Action entomopathogène. Le retour à des précipitations abondantes et à une hygrométrie élevée nous a mis rapidement en présence d'un champignon qui se développe sur les colonies de L. beckii.

Les tentatives pour sa détermination n'ont pas encore abouti. Il s'agit sans doute d'une espèce appartenant soit au genre Ascher-sonia soit au genre Aegerita\*. Les espèces de ces genres sont entomopathogènes mais peuvent, en l'absence de l'hôte se comporter en saprophytes. Ce sont de ce fait d'excellents agents de lutte contre les insectes.

L'espèce qui nous concerne s'attaque préférentiellement aux jeunes stades de la cochenille. Dès leur fixation, les proies sont rapidement recouvertes d'un manchon mycelien qui s'oppose mécaniquement à son développement. De plus, les hyphes pénètrent le corps de l'hôte révélant ainsi le caractère entomopathogène de son action (photos 5 et 6).

Le mode de dispersion semble correspondre à l'extension du mycelium d'une feuille à l'autre en suivant les rameaux et les pétioles. Cette progression peut se faire au détriment de la cochenille puisque les colonies de celle-ci se développent sur tous les organes de l'arbre. Cependant, des taches myceliennes isolées au milieu de certaines feuilles laissent supposer une dispersion par spores. La répartition du champignon dans la fronde n'est pas homogène. Certaines feuilles d'un même rameau, sont toutes recouvertes par le mycelium. Pour celles-ci, le contrôle peut se faire à 100%. Mais de nombreux rameaux et feuilles restent indemnes. La pleine efficacité du champignon est donc soumise à ses potentialités de dispersion. On retrouve ici un problème fréquemment évoqué à propos de l'utilisation d'organismes pathogènes comme agents de lutte biologique.

Les graphiques que nous allons analyser permettent d'apprécier l'effet dépressif exercé par le champignon sur les colonies de L. beckii (figure 2, 3 et 4). Les courbes de la figure 2 résultent de l'exploitation des données relatives à la densité de la population. Les nombres fournis sont à rapporter à 100 feuilles

.../...

prélevées dans le mois. Une indication rapide de la succession des périodes sèches et humides est également portée. Nous assistons au déroulement de deux phénomènes à causalités différentes :

- La densité de population est au départ faible. Elle croît assez rapidement pour atteindre son maximum en avril-mai. Cette observation est valable aussi bien pour la totalité des stades répertoriés que pour les seules formes mortes vivantes et même parasitées. Durant la même période on voit apparaître des individus mycosés dont le nombre augmente selon un processus graduel (diagramme). La figure 3, dont les courbes sont constituées à partir de données relatives aux pourcentages des différents stades de la population va nous renseigner sur la nature de cette évolution temporelle.

D'octobre à avril on observe une augmentation du pourcentage des vivants et, corrélativement, une diminution du pourcentage des morts. Ces deux variations sont complémentaires, s'expliquent l'une par l'autre, et ne font intervenir ni action parasitaire ni action entomopathogène (courbes horizontales). Selon ce mécanisme la population arrive en avril au maximum de sa vitalité. Son expansion rapide s'explique par un retour à des conditions climatiques favorables après une longue période contraignante à cet effet. Aucun agent biologique ne vient s'opposer à cette expansion de type explosif. Nous avons du reste noté chez Renard un phénomène tout à fait analogue (2).

- Au-delà du mois d'avril les données du problème changent. Deux modifications interviennent : d'une part l'arrêt de la croissance numérique de la population et la stagnation à un niveau sensiblement constant jusqu'en février 1971, d'autre part l'intervention de l'agent entomopathogène dont les manifestations sont de plus en plus nombreuses.

La figure 2 met en lumière la relation qui existe entre ces deux événements. En effet si la densité totale est stationnaire, les densités des formes vivantes mortes et parasitées vont en décroissant; anachronisme qui ne s'explique que par la présence d'un nombre de plus en plus grand de formes mycosées.

De même que les données de la figure 3 ont mis en lumière le caractère purement abiotique de l'évolution de la population entre septembre et avril, elles vont nous renseigner sur la nature exacte du second phénomène. Contrairement à ce qui fut le cas précédemment, les variations des pourcentages de morts et de vivants ne s'expliquent plus l'une par l'autre. Les pourcentages de morts sont relativement stationnaires alors que les pourcentages de vivants décroissent. (Ainsi que les pourcentages de parasités). Dès le mois de mai, les pourcentages de formes mycosées sont en progression et c'est dans la généralisation de l'action mycelienne qu'il faut voir la cause de la stagnation des populations de L. beckii.

Remarques :

- Les pourcentages de morts montrent après le mois d'avril une légère croissance avant leur relative stabilité. Ceci s'explique soit par une intervention abiotique soit surtout par la manifestation d'agents prédateurs dont l'action ne peut être chiffrée puisque les stades atteints sont comptés comme morts naturellement.

- Les pourcentages de parasités manifestent une légère augmentation en mars et juillet. Cette recrudescence passagère de l'action parasitaire peut être responsable, associée à l'action entomopathogène, de la décroissance des pourcentages des vivants. Nous étudierons plus en détail ultérieurement le rôle des parasites.

Il va sans dire que l'amplification de l'activité mycelienne observée, responsable des modifications apportées à la dynamique des populations de la diaspine, est en rapport direct avec le retour à des conditions microclimatiques favorables. La possibilité que nous avons eue de voir se modifier l'équilibre des forces sous l'action du champignon procède de l'intervention de facteurs météorologiques exceptionnels en d'autres temps il nous aurait été possible de mettre en évidence un équilibre dynamique pré-établi et non de suivre avec autant de netteté l'intervention de l'agent réducteur.

Une fois l'action entomopathogène mise en évidence nous avons voulu l'analyser en détail et même la quantifier. Pour cela, nous avons comparé le pourcentage des formes mycosées et la densité des formes indemnes en ne tenant compte que de la proie, à savoir les jeunes stades (figure 4). La densité des jeunes stades croît rapidement pendant toute la période d'expansion de la population. Dès le mois de mai, alors qu'on assiste à la brusque augmentation du taux de mycose, la courbe de densité de la proie s'inverse montrant dans ses variations ultérieures un rapport direct avec les variations du pourcentage des stades mycosés. Nous aurions voulu voir dans les pourcentages obtenus une valeur précise de l'action mycélienne (taux réel de mycose). Malheureusement il faut compter avec une accumulation des formes mycosées sur les feuilles et l'impossibilité de différencier, comme pour le parasitisme, des actions entomopathogènes actuelles et passées. Par exemple les taux de mycose élevés obtenus durant les derniers mois de comptages (90 % janvier 1971) ne sont en aucune façon révélateurs de l'intensité d'action du champignon.

Selon des modèles théoriques très simples que nous avons tenté d'exploiter il serait sans doute possible de déterminer pour quelle valeur réelle du taux de mycose on obtient une inversion de la courbe des densités de la proie, telle qu'elle apparaît en avril 1970. Pour cela il faudrait avoir les valeurs relatives au potentiel biotique de la cochenille (temps de génération, fécondité, mortalité différentielle) et les confronter avec toute une gamme de valeurs relatives à l'action entomopathogène (taux de mycose différents mais constants, taux de mycose variables en fonction du temps etc...). Une telle entreprise nécessite l'obtention des valeurs du potentiel biotique -à laquelle nous pouvons parvenir expérimentalement- mais surtout un traitement de l'information auquel nous n'avons pas accès.

### Conclusion

La présence d'un organisme mycelien entomopathogène est directement en rapport avec les conditions climatiques de l'habitat. C'est là que réside l'action originale du milieu et c'est dans la présence d'un tel organisme qu'il faut voir en grande partie, la cause de la faible vitalité des populations

.../...

de L. beckii. Une telle affirmation s'est révélée exacte à Lifou où, grâce à un climat particulièrement favorable, un champignon se développe en verger et contrôle les populations de diaspires sur agrume durant toute la saison des pluies (3).

b) Action parasitaire. Dans l'inventaire des parasites obtenus sous ombrage, nous n'avons relevé aucun fait nouveau. En conséquence, si le contrôle parasitaire sous ombrage est plus efficace qu'en milieu découvert ce sera uniquement le résultat d'une plus grande ampleur de l'action de parasites communs aux deux habitats. Nous avons retrouvé à Yahoué Aspidiotiphagus lounsburyi B.P. ainsi qu'Aphytis n.sp. dont l'étude a fait l'objet d'un rapport (2). Nous nous limiterons donc à un domaine strictement comparatif, en essayant de déterminer dans quelle mesure le microclimat ambiant où la dynamique des populations hôtes modifient les caractéristiques de leur intervention.

#### A - Aphytis n.sp.

Dans un précédent rapport (1) nous avons évoqué pour cet Aphelinidae le rôle essentiel de la densité de l'hôte par comparaison avec celui des facteurs climatiques. Il s'agissait bien entendu d'une situation pour laquelle les conditions thermiques et hygrométriques n'avaient aucun caractère extrême (par excès ou par défaut). Dans le cas contraire (sécheresse excessive et prolongée), nous avons vu que les populations du parasite pouvaient être fortement réduites et se trouver dans l'incapacité d'intervenir rapidement en cas d'expansion de la population du ravageur. (2).

A Yahoué, l'effet tampon exercé sur les conditions climatiques a permis durant la même période, la permanence d'une activité parasitaire et l'existence d'une population d'Aphytis se développant au détriment d'une colonie de L. beckii de faible densité. (Voir le taux de parasitisme et la densité du parasite des mois de septembre à décembre 1969, Graphique 5 et 6b).



Voici donc un premier point à noter qui concerne l'amélioration de l'action parasitaire sous ombrage. Le second point est relatif au rapport entre la densité de l'hôte et le taux de parasitisme. La comparaison des courbes tracées à cet effet à partir des données obtenues chez Renard et à Yahoué (densité de l'hôte, densité du parasite, taux de parasitisme, proportion de l'hôte au sein de la colonie), montrent une grande similitude :

- rapport inverse entre densité de l'hôte et taux de parasitisme.
- évolution synchrone de ces deux mécanismes alors qu'ils sont alternés quand il s'agit du schéma classique d'une action parasitaire effective. Ces similitudes viennent nous confirmer dans l'idée déjà exprimée qu'Aphytis n.sp. présente une efficacité accrue en présence d'une densité faible de l'hôte et d'une répartition homogène de celui-ci. A cet effet les conditions de l'habitat ombragé seront plus favorables aux parasites et cela pour deux raisons : d'une part l'action temporisatrice du microclimat s'oppose à des variations considérables de la densité de l'hôte et rend l'équilibre hôte-parasite plus harmonieux. D'autre part des agents biologiques différents agissent parallèlement pour réduire la densité de la population et assurer une répartition clairsemée des stades parasités (action entomopathogène, action prédatrice). Remarquons à ce propos que le taux de parasitisme est plus élevé à Yahoué que chez Renard (22% contre 7% de moyenne), et rapprochons ce fait de la plus faible densité de l'hôte à Yahoué (échelle graphique de 0 à 180 à Yahoué contre 0 à 500 chez Renard).

Essayons à présent de chiffrer l'action d'Aphytis en tenant compte non pas du seul taux de parasitisme mais de la relation qui existe entre celui-ci et la densité hôte qui lui correspond à un moment donné. (Tableau ci-après).

| Habitat | Nombre de femelles mûres | Taux de parasitisme |
|---------|--------------------------|---------------------|
| YAHOUÉ  | de 50 à 70               | de 10% à 20%        |
|         | de 70 à 100              | de 5% à 10%         |
| RENARD  | de 50 à 100              | de 10% à 20%        |
|         | de 100 à 200             | de 3% à 5%          |
|         | 400                      | de 0 à 1%           |

Ces chiffres obtenus globalement de l'examen des graphiques nous confrontent avec plusieurs constatations.

- Le taux de parasitisme maximum avoisine 20%.

- Pour un même taux de parasitisme la densité des cochenilles est plus élevée dans le biotope Renard. Ceci tient à l'accumulation des boucliers de la cochenille en milieu découvert, fait que nous n'observons pas sous ombrage, conséquence de l'action d'autres facteurs biotiques. Nous sommes ainsi conduits à la notion de "densité réelle", densité des femelles réellement exposée aux parasites, par opposition de la notion de densité au sens général qui fait état de tous les stades à découvert ou masqués, présents par unité de feuilles.

- Le taux de parasitisme maximum correspond à une densité de 50 à 100 femelles sur 100 feuilles et à une densité réelle inférieure ici de 50 à 70 femelles sur 100 feuilles.

- L'augmentation de la densité de femelles aboutit à une dégradation du pouvoir réducteur du parasite.

Deux cas particuliers sont à signaler : chez Renard, un taux de parasitisme plus élevé a pu être obtenu en février-mars 1971 (28%), il correspond à la conjonction de facteurs d'ordre exceptionnel. Au moment du renouvellement du feuillage de l'agrume, les nouvelles feuilles fraîchement colonisées associent une faible densité du ravageur, une homogénéité de sa répartition (pas de chevauchement des différents boucliers) et une forte proportion du stade femelle au sein de la colonie (synchronisme). La colonie de L. beckii sur jeunes feuilles se trouve de plus en présence d'une population de parasites dont le développement s'effectue sur vieilles feuilles.

A Yahoué on note un taux de parasitisme de 27% en octobre 1969. Il correspond à une forte proportion du stade femelle dans la colonie. Ce phénomène ne se reproduira plus par la suite (graphique 6a) car il est dû à l'accumulation durant la période sèche, des stades femelles plus résistants.

### Conclusion

L'action parasitaire d'Aphytis n.sp. est favorisée en habitat ombragé par l'action directe et indirecte du microclimat ambiant.

Cette action aussi bien sous ombrage qu'en milieu découvert est limitée du fait sans doute, des potentialités biotiques du parasite (fécondité, temps de développement, recherche de l'hôte). Une efficacité maximale est obtenue en présence de populations-hôtes de faible densité et de répartition uniforme. L'utilisation d'Aphytis sp. apparaît en conséquence comme un processus d'appoint après que d'autres agents auront par leur activité, préparé des conditions optimales pour son intervention.

### B - Aspidiotiphagus lounsburyi B.P.

Cette espèce cosmopolite et polyphage a déjà fait l'objet d'une étude en milieu découvert (1), (2) et (4). Nous ne reviendrons donc pas sur les modalités de son action aux dépens de L. beckii. Disons simplement que son efficacité est accrue en milieu ombragé si l'on en croit les valeurs moyennes de son taux de parasitisme. On remarque aussi que la plus grande partie des stades parasités est constituée de mâles, ce qui fait douter de l'efficacité de l'Aphelinidae, plus encore qu'en milieu découvert.

| Pourcentage du<br>parasitisme | Mâles parasités | 2ème stades para-<br>sités | Globalement |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| YAHOUÉ                        | 62 %            | 11 %                       | 39 %        |
| CPS (1)                       | 44 %            | 16 %                       | 29 %        |

### Conclusion

L'intervention des parasites est du même type que celle observée en milieu découvert, mais elle est ici amplifiée. Pour A. lounsburyi cette amplification est directement en rapport avec les conditions climatiques. Pour Aphytis, elle est d'un autre ordre. Elle procède directement de la présence d'organismes entomopathogènes et prédateurs dont le développement au détriment des jeunes stades de la population va dans le sens d'une augmentation de l'efficacité du parasite. C'est un phénomène de synergie.

### V Conclusion

Nous nous sommes limités, aussi bien dans ce rapport que dans les précédents, à l'exposé des résultats obtenus au cours de l'étude de labiocoenose parasitaire de L. beckii.

Les conditions matérielles de cette étude n'ont pas favorisé la vision d'un équilibre général des interactions entre les organismes concernés. D'une part, les variations climatiques enregistrées au cours de ces études ont souvent revêtu un caractère exceptionnel. Avantage bien sûr, qui permet de mettre en évidence avec plus d'acuité les phénomènes biologiques, mais aussi inconvénient qui interdit les conclusions quant à un état d'équilibre dynamique au sein d'un climat d'une grande stabilité. D'autre part, les biotopes étudiés sont très divers: Le milieu découvert avec ses arbres clairsemés dont les conditions écologiques peuvent varier d'une station à l'autre: Le milieu ombragé beaucoup plus propice à une étude rationnelle mais très complexe de par sa nature même.

Malgré le caractère hétérogène des résultats obtenus, des idées directrices se dégagent qui orientent sans conteste les recherches à venir.

- Le parasite du genre Aphytis est une nouvelle espèce. Si elle n'a pas, semble-t-il dans les habitats étudiés, les potentialités biotiques qui lui assureraient un rôle privilégié dans le contrôle de L. beckii, son étude n'en reste pas moins indispensable. C'est en effet de la connaissance précise des qualités et des défauts de ce parasite que l'on déduira les règles de son utilisation dans les pays agrumicoles.

Aphytis étant un parasite indigène son étude s'intègre dans le domaine plus vaste de l'adaptation d'organismes entomophages endémiques à des hôtes introduits. Le genre Aphytis est du reste fort bien représenté dans l'arc mélanésien. Les exemples d'une telle adaptation sont nombreux (5) et (6) et susceptibles d'une étude dont les premiers résultats sont précisément ceux du complexe L. beckii - Aphytis n.sp.

- L'habitat ombragé a révélé la présence d'un champignon entomopathogène. La confrontation avec un problème nouveau, à savoir les relations entre ravageurs et entomopathogènes, ouvre un vaste champ d'investigations. Celles qui viennent à l'esprit, en matière de lutte biologique, sont relatives aux conditions écologiques indispensables au développement et à l'efficacité du champignon (caractéristiques écoclimatiques, conditions d'une bonne dispersion, rapport hôte-champignon etc...). Elles concernent directement les possibilités d'utilisation de l'agent mycelien et corrélativement l'adaptation des méthodes culturales propres à concilier une bonne physiologie de l'agrumes et une efficacité de l'organisme réducteur. (Une expérimentation à petite échelle est déjà entreprise à Lifou).
- Bien qu'encore très diffuse la question des organismes prédateurs actifs en milieu ombragé, est à considérer. Sans préjuger de la présence d'agents intéressants, nous pensons que la question mérite d'être éclaircie.

Il devient dès lors évident que la masse des données acquise au cours de nos études, mosaïque de renseignements apparemment hétérogènes, s'organise autour de pôles d'intérêt, centres de nos activités futures.

ELEMENTS DE BIBLIOGRAPHIE

Rapports

- (1) FABRES, G. 1970 Données biologiques et écologiques concernant Lepidosaphes beckii NEW. (Homoptère Diaspididae) et ses parasites, en Nouvelle-Calédonie, février 1970, Ronéo, 52 p., 9 figs., 5 pl. de photos.
- (2) FABRES, G. 1971 Lepidosaphes beckii NEW. (Homoptère Diaspididae) et le parasitisme d'Aphytis n.sp. (Hyménoptère Aphelinidae). Septembre 1971, Ronéo, 17 p., 13 figs., 1 pl. de photos.
- (3) FABRES, G. 1970 Données pour la lutte contre les cochenilles diaspines au verger d'agrumes d'Hapetra (LIFOU Iles Loyauté). Décembre 1970, Ronéo, 15 p., 3 figs., 2 pl. de photos.
- (4) FABRES, G. 1969 Analyse de quelques données concernant les cochenilles des agrumes et leurs parasites en Nouvelle-Calédonie. Décembre 1969, Ronéo, 11 p., 7 figs.
- (5) FABRES, G. 1969 Premiers éléments d'un inventaire faunistique des Chalcidiens parasites de cochenilles en Nouvelle-Calédonie. Ronéo, 3 p.
- (6) FABRES, G. 1971 Rapport d'une mission effectuée aux Nouvelles-Hébrides du 10 au 26 mai 1971. Ronéo, 9 p.

Publications concernant l'ombrage

- BURLE, L. 1961 Le cacaoyer tome I G.-P. Maisonneuve et Larose Paris.
- COSTE, R. 1969 Le caféier. Etudes Scientifiques I.F.C.C.
- LEMEZ, G. 1955 Influence de l'alimentation en eau et de l'ombrage sur l'économie hydrique et la photosynthèse du cacaoyer L'Agro. Trop. (5).

LEWEE, G. 1956 Recherches écophysiological sur le cacaoyer.  
Revue Générale de Botanique (63).

Publications concernant la notion de refuge

FLANDERS, S.E. 1944 Biological control of the potato mealybug. J.  
Econ. Entomol. 37 : 312.

FLANDERS, S.E. 1949 Using black scale as a "forsterhost". Calif.  
Citrag. 34 : 222-24.

FLANDERS, S.E. 1959 Biological control of Saissetia nigra Nietn. in  
California. J. Econ. Entomol. 52 : 596-600.

FLANDERS, S.E. et GRESSIT, J.L. 1958 The natural control of  
California red scale in China. Quart. Bul. Calif. State  
Dept. Agr. 49 : 23-33.

FLANDERS, S.E. et BADGLEY, M.E. 1963 Prey-predator interactions in  
Self balanced laboratory populations. Hilgardia 39 (8)  
145-83.

SMITH, H.S. 1939 Insect populations in relation to biological  
control Ecol. Monogr. 9 : 311-20.

TIMBERLAKE, P.H. 1913 Preliminary report on the parasites of  
Coccus hesperidum in California. J. Econ. Entomol. 6 :  
293-303.

Publications concernant la notion de phénoimmunité de l'hôte

EBELING, W. 1938 Host determined morphological variations in Lecanium  
corni Hilgardia 2 : 613-31.

FLANDERS, S.E. 1942 Abortive development in parasitic Hymenoptera  
induced by the food plant of the insect host. J. Econ.  
Entomol. 35 : 834-35.

- FLANDERS, S.E. 1970 Observations on host plant induced behavior of scale insects and their endoparasites. The Can. Ent. 102 (8) 913-26.
- GRAHAM, K. PREBBLE, M.L. 1953 Lecanium scale (Eulecanium coryli L.) and its parasite B. sericea in Br. Columbia Can. Ent. 85 : 153-81.
- PETERSON, L.O.T. 1960 Lecanium coryli L. (Homoptère Coccoïdea) in Saskatchewan. Can. Ent. 92 : 851-57.
- PRIESNER, H. 1938 A brief note on the relation between the physiological condition of plants and insect attack. Bull. Soc. Fovad. 1er Ent. 22 : 279-83.
- THIEM, H. 1932 Pleiosozontie als Arterhaltungsprinzip. Jenaische Z. Nature 67 : 488-92.
- THIEM, H. 1933 Beitrag zur parthenogenese und Phänologie der Geschlechter von Eulecanium corni Bouché (Coccidae) Z. Morph. Ockol. Tiere 27 : 294-324.
- THIEM, H. 1938 Ueber Bedingungen der Massenvermehrung von Insekten Arb. Physiol. angew Ent. Berl. 5 : 229-55.
- VOUKASSOVITCH, H. 1930 Sur certaines variations dans le comportement de la cochenille Lecanium corni L. C.r. Seanc. Soc. Biol. 104 : 1068-70.
- VOUKASSOVITCH, H. 1931 Sur la mortalité de la cochenille, Lecanium corni L. C.r. Seanc. Soc. Biol. 106 : 691-94.
- VOUKASSOVITCH, H. 1933 Sur une invasion de la cochenille Lecanium corni L. dans les prunelaies Yougoslaves. Congr. Int. Ent. Paris (1932) Vol. 5 : 671-91.
- WELSCH, J. 1937 Die Massenverbreitung der pflaumenschildlaus (Eulecanium corni Bouché) and Ursachen. Landw. Jbr 84 : 431-92.



Publications concernant les entomopathogènes

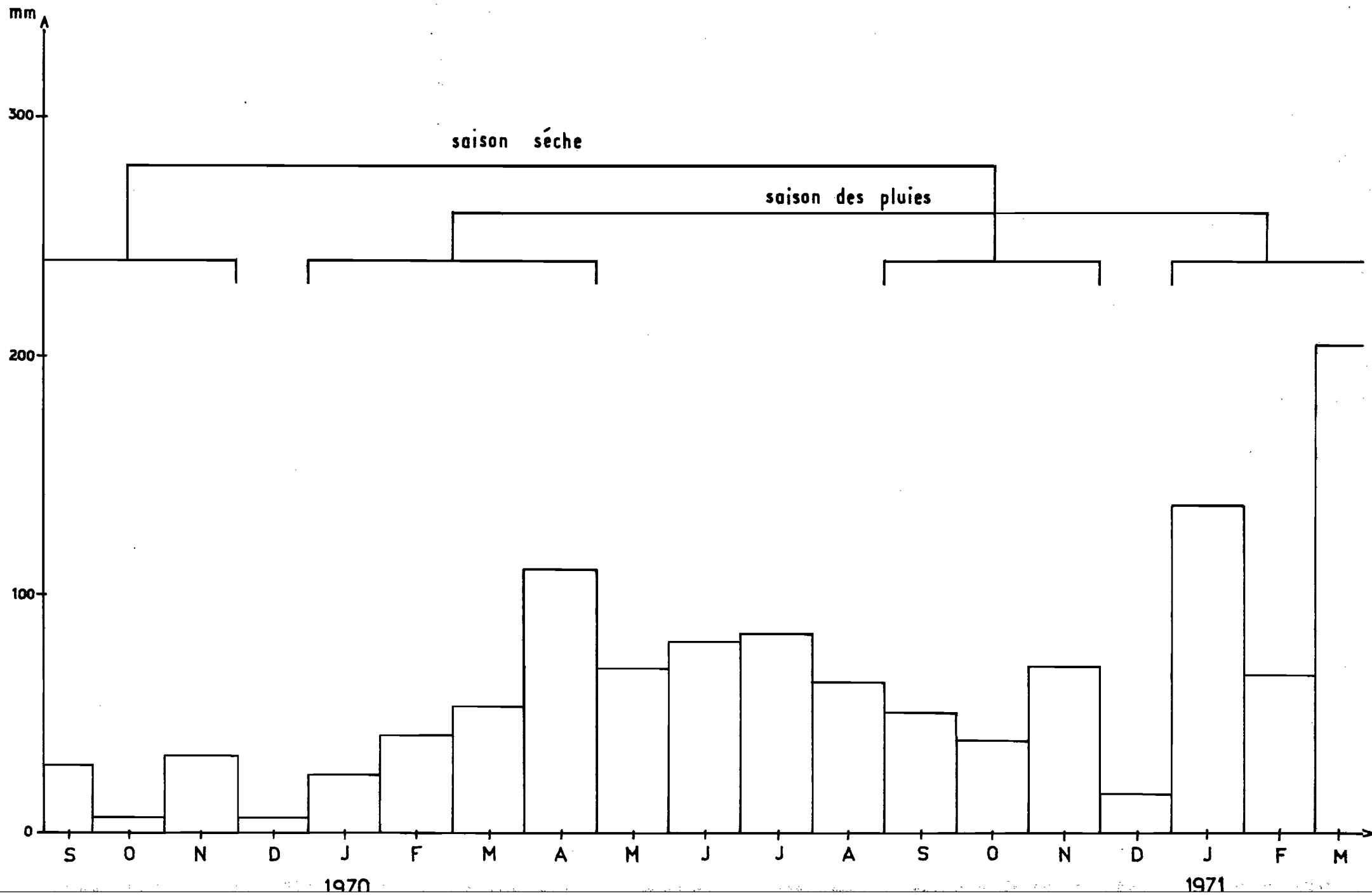
FERRON, P. 1967 Les champignons entomopathogènes. Ann. Epiphyties  
18 (3) 361-82. Mise au point bibliographique.

## GRAPHIQUE 1

### DONNEES CLIMATIQUES

Comparaison entre la pluviométrie de la période anormalement sèche (fin 1969 début 1970) et de la période normalement humide.

La pluviométrie moyenne mensuelle est exprimée en mm.



## GRAPHIQUE 2

### DENSITE DES POPULATIONS OBSERVEES

Comptages mensuels sur 100 feuilles dans 4 biotopes différents à raison de 25 feuilles par biotope

Croix (+ — +) : nombre de stades vivants (V), morts (M), parasités (P), et mycosés (m) pour 100 feuilles.

Point (. — .) : nombre de stades vivants pour 100 feuilles.

Ronds (o — o) : nombre de stades morts pour 100 feuilles

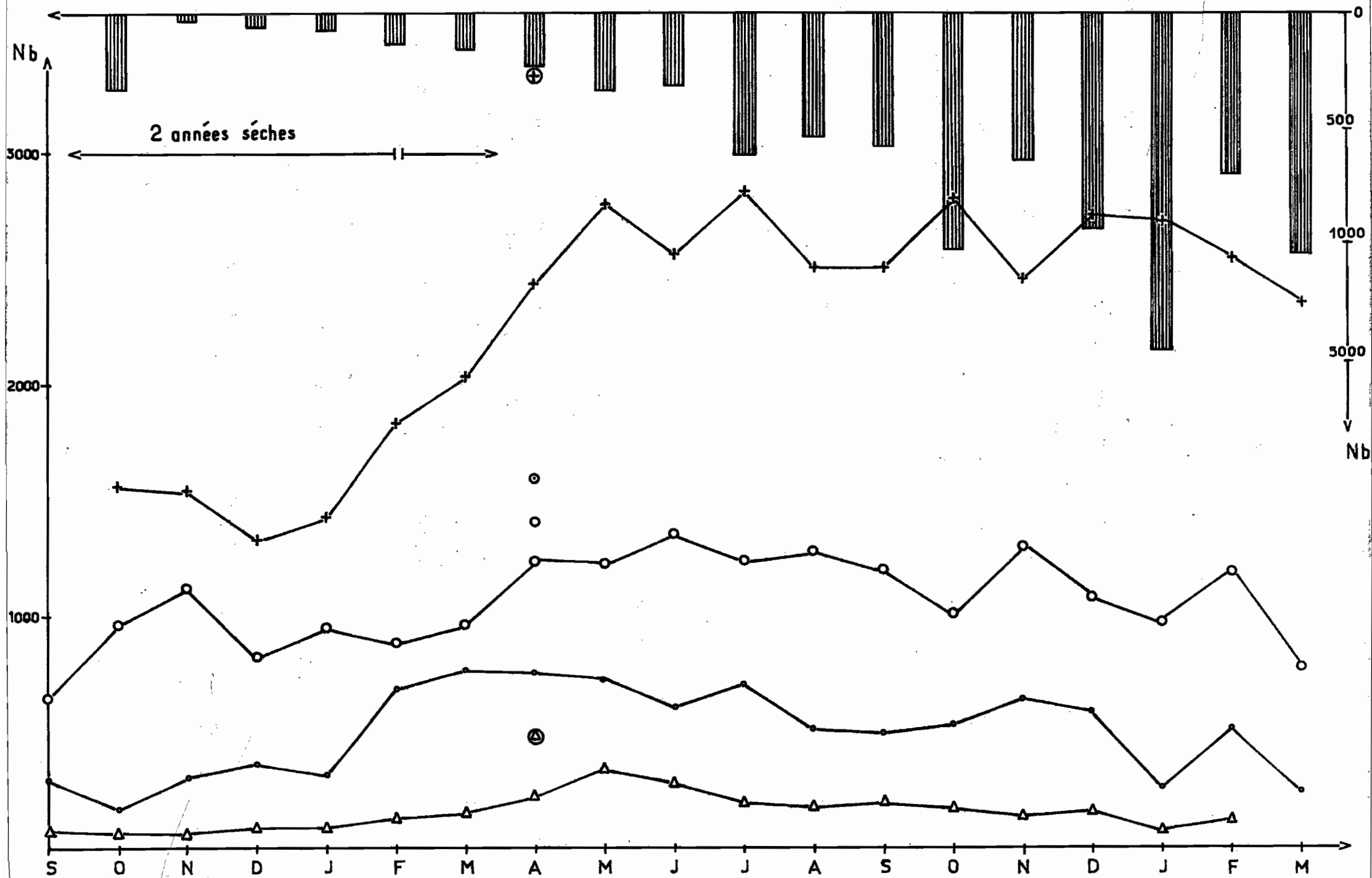
Triangles ( $\Delta$  —  $\Delta$ ) : nombre de stades parasités pour 100 feuilles.

Histogramme inversé (échelle à droite) : nombre de stades mycosés pour 100 feuilles

### Remarques :

Les valeurs portées en avril sur tous les éléments du graphique, sont des données corrigées. En effet le comptage des feuilles de l'un des quatre biotopes a fait apparaître un nombre excessif de cochenilles, dû à la présence fortuite de plusieurs refuges sur les feuilles prélevées. Le caractère aberrant du résultat a été corrigé en utilisant pour ce seul biotope la moyenne des données relatives aux mois de mars et mai. Les valeurs réelles sont indiquées différemment.

Sur les figures 4 et 5 nous avons fait figurer à la fois les valeurs réellement obtenues et les valeurs moyennes calculées, en donnant la préférence aux valeurs réelles puisqu'il s'agit ici d'actions entomopathogène et parasitaire directement en rapport avec le phénomène du refuge.



### GRAPHIQUE 3

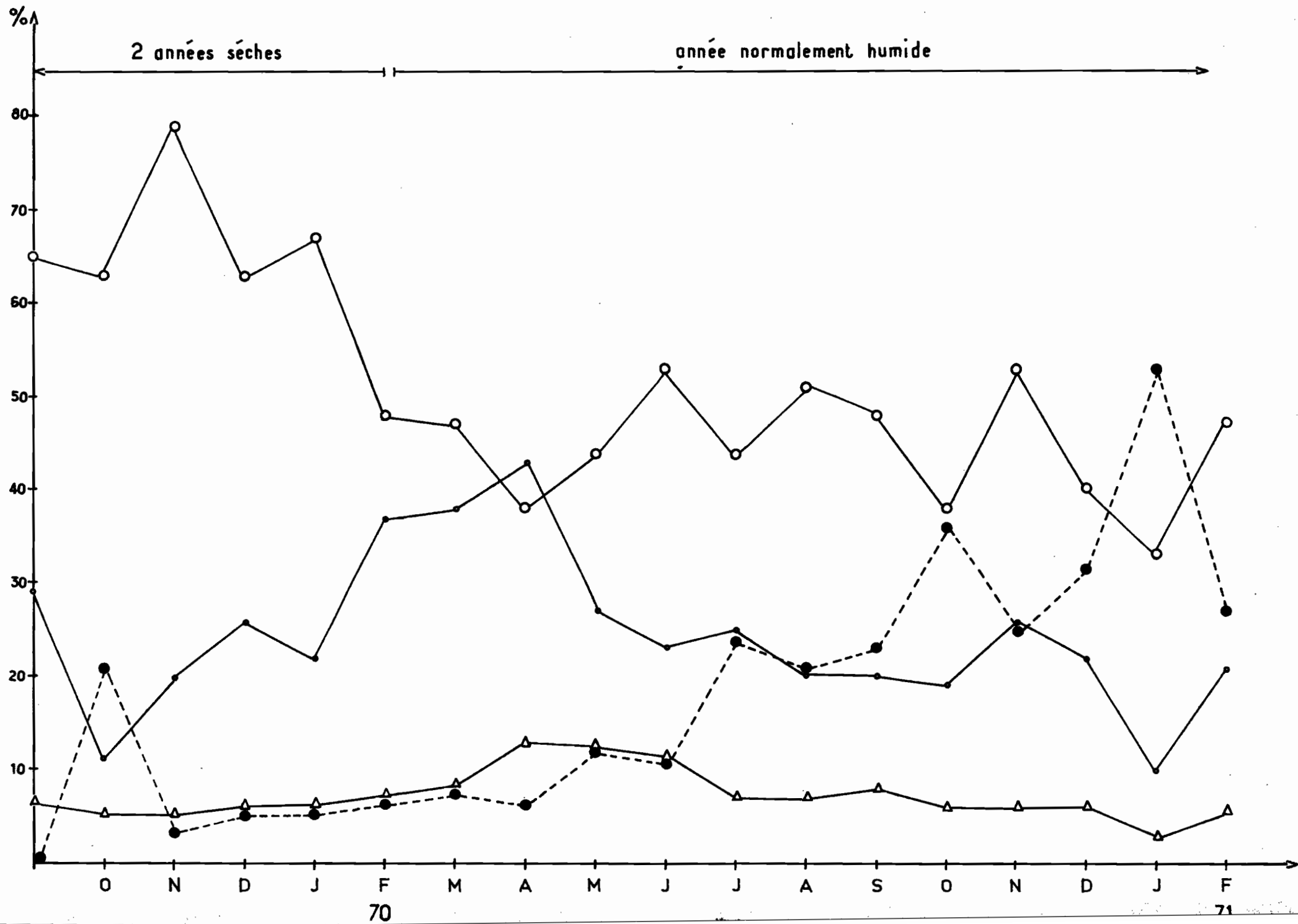
#### POURCENTAGES DES DIFFERENTES FORMES DANS LA COLONIE

Points (. — .) : pourcentage de vivants  $\frac{V}{V + M + P + m}$

Ronds (o — o) : pourcentage de morts  
vides  $\frac{M}{V + M + P + m}$

Triangles (Δ — Δ) : " de parasités  $\frac{P}{V + M + P + m}$

Ronds pleins (● — ●) : pourcentage de  
mycosés  $\frac{m}{V + M + P + m}$



#### GRAPHIQUE 4

##### EVALUATION DE L'ACTION ENTOMOPATHOGENE

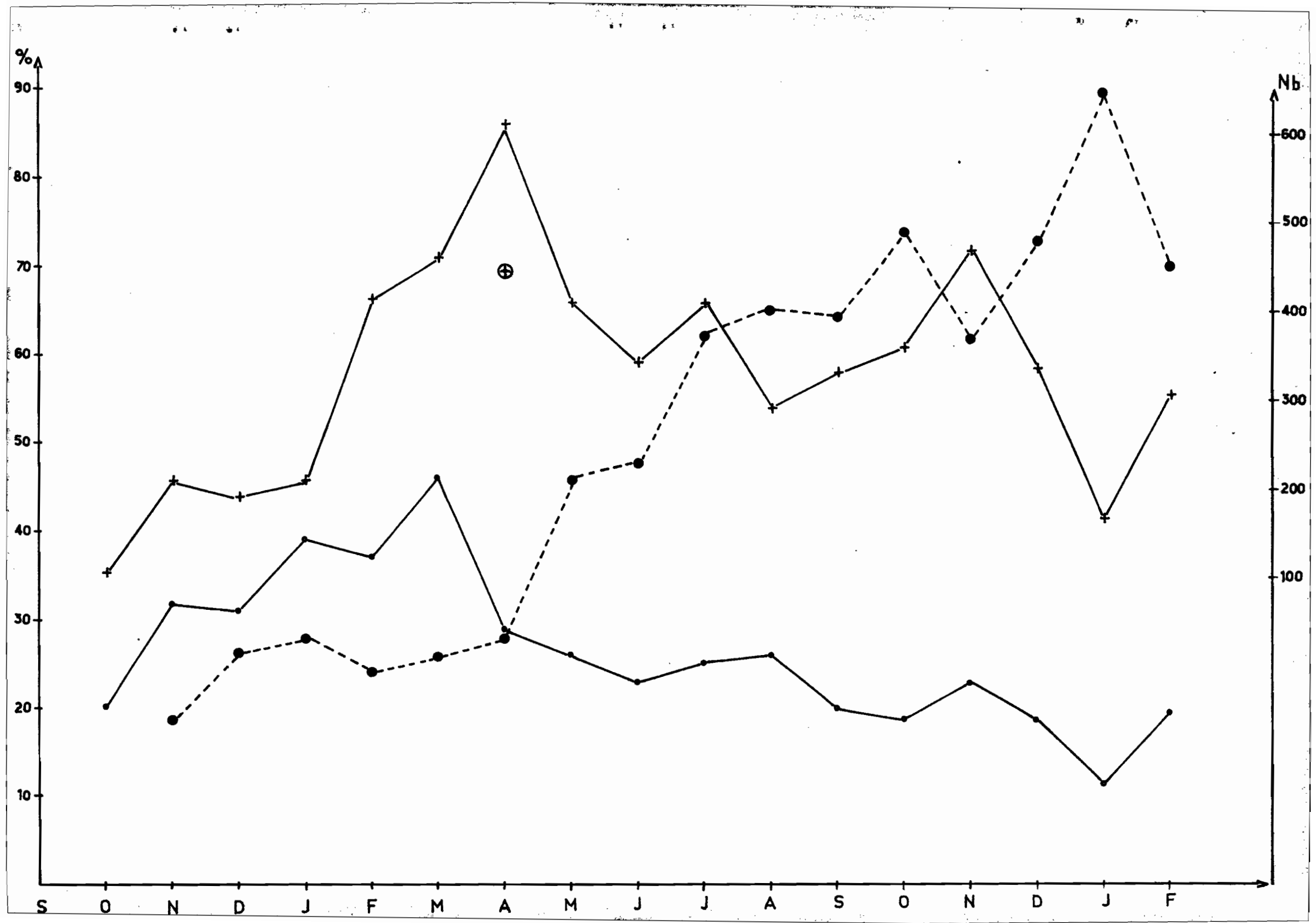
Points (. — .) : pourcentage de vivants (rappel)

Croix (+ — +) : densité des stades jeunes

Ronds (• — •) : pourcentage de mycose  
pleins 
$$\frac{m}{m + \text{nb de jeunes stades indemnes}}$$

Le figuré isolé du mois d'avril est relatif aux valeurs réelles obtenues par comptage.





## GRAPHIQUE 5

### LE PARASITISME D'APHYTIS

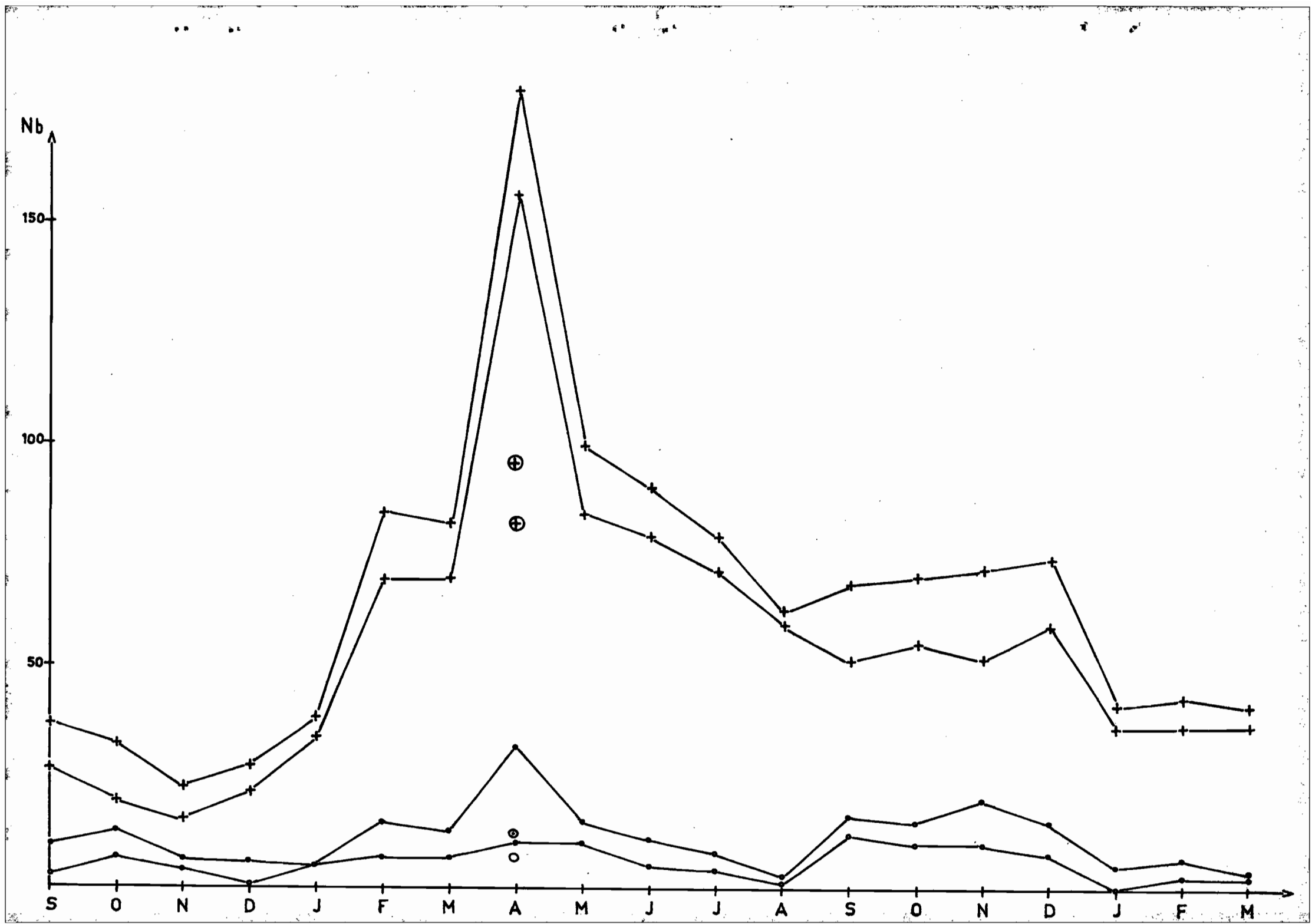
Croix (+ — +) : haut densité du stade hôte (comptage des  
cochenilles saines et parasitées)

bas densité du stade hôte (comptage des  
seules cochenilles saines)

Points (. — .) : haut densité des stades parasités (parasitisme total : parasitisme en progrès +  
trous de sortie)

bas densité des stades parasités (parasitisme en progrès)

Les figurés isolés du mois d'avril sont relatifs aux  
valeurs réelles obtenues par comptage.



## GRAPHIQUE 6

### LE PARASITISME D'APHYTIS

- a) Proportion des femelles au sein de la colonie :  
$$\frac{\text{nombre de femelles vivantes}}{\text{nombre de stades vivants}}$$

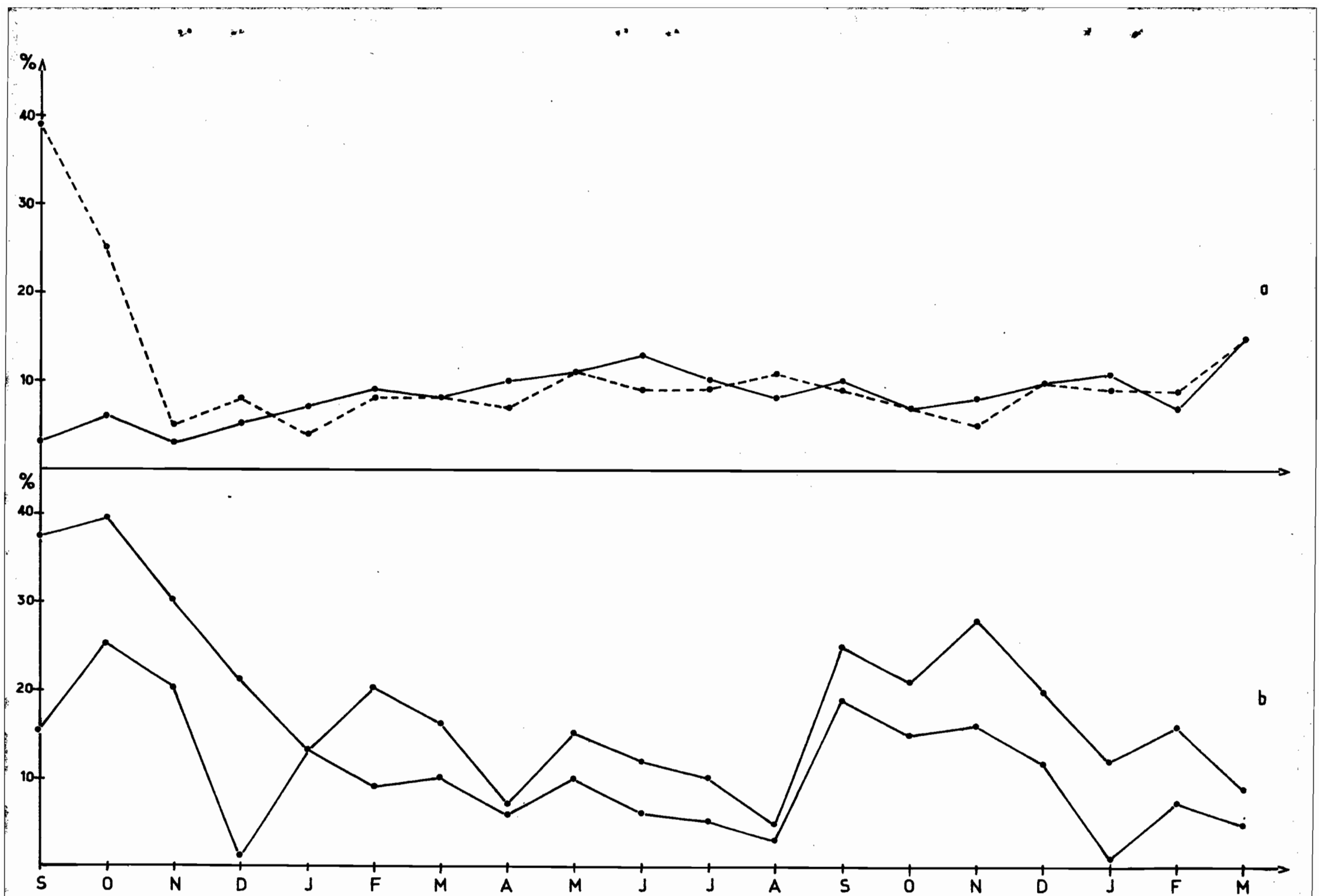
trait continu : femelles mûres

trait interrompu : femelles jeunes

- b) Pourcentage de parasitisme 
$$\frac{\text{nombre de femelles parasitées}}{\text{nb. de femelles parasitées} + \text{nb. de femelles saines}}$$

Haut : Parasitisme en progrès + trous de sortie

Bas : Parasitisme en progrès





1



2



3

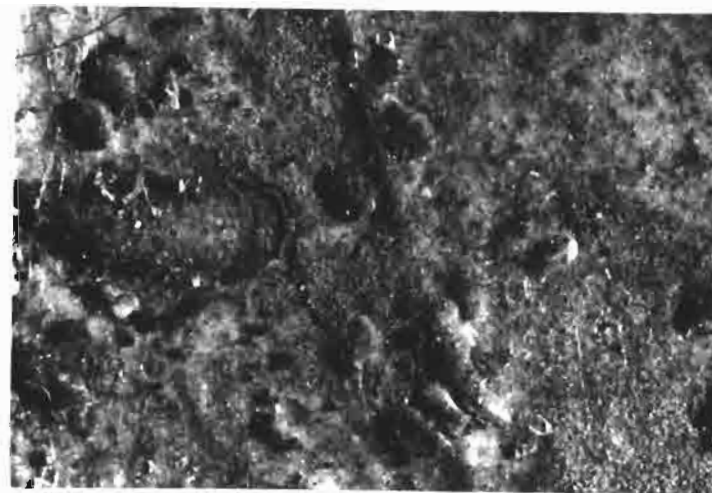
Planche I

Types de biotopes à YAHOUÉ (habitat ombragé)

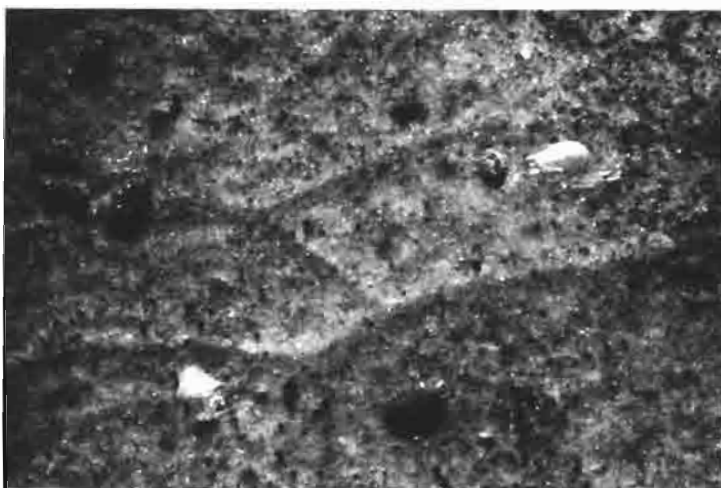
- 1) En bordure de chemin
- 2) En profondeur
- 3) Agrume en place avec piège coloré



1



2



3

### Planche II

- 1) Abri d'expérimentation avec agrumes en pot et cage de nylon
- 2) Jeunes stades fixés à proximité de la femelle et recouverts par le champignon.
- 3) Stades sains (blancs) et stades mycosés (sombres).