

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE

G. FABRES

Dynamique des populations de *Lenidosaphes beckii* Newm.  
dans des habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarreméa

I - Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.  
Appréciation de l'influence directe des facteurs  
climatiques sur la physiologie de la cochenille.

Nouméa, Février 1975.

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

Généralités sur les peuplements d'agrumes en Nouvelle-Calédonie

Généralités sur les habitats ombragés

Généralités sur les preferenda écologiques de *L. beckii*

I Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.  
Appréciation de l'influence directe des facteurs  
climatiques sur la physiologie de *L. beckii*.

I - Description du milieu

Délimitation de la zone choisie pour l'étude

Considérations générales sur les conditions climatiques de cette zone

Choix des habitats

1. l'habitat ombragé
2. l'habitat découvert

II - Etude des facteurs microclimatiques

Considérations générales

1. l'appareillage utilisé
2. les méthodes

Les facteurs température et hygrométrie

1. installation et protocole
2. les enregistrements
3. exploitation des résultats
  - a) mise en évidence et appréciation quantitative des facteurs de  
différenciation des deux habitats
  - b) analyse de l'influence de ces facteurs sur le développement de la  
cochenille

.../...

#### 4. Interprétation

##### a) facteurs de différenciation des deux habitats

température  
.....

hygrométrie  
.....

combinaison de ces deux facteurs  
.....

##### b) influence de ces facteurs

température  
.....

hygrométrie  
.....

combinaison de ces deux facteurs  
.....

#### Les facteurs annexes : temps d'humidification, insolation, ventilation

##### 1. installation et protocole

##### 2. les enregistrements

###### a) enregistrements hebdomadaires

###### b) enregistrements ponctuels

##### 3. l'exploitation des courbes

###### a) enregistrements ponctuels

###### b) enregistrements hebdomadaires

##### 4. l'interprétation

###### a) les relevés ponctuels

###### b) les relevés hebdomadaires

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans des habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

I - Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.  
Appréciation de l'influence directe des facteurs  
climatiques sur la physiologie de la cochenille.

---

G. FABRES

Généralités sur les peuplements d'agrumes en Nouvelle-Calédonie

Le fond agrumicole néocalédonien est constitué presque exclusivement de plants dispersés au sein des caféières sous l'ombrage artificiel créé pour la culture du café.

On estime globalement à 200 000 le nombre de plants d'agrumes du territoire, 90% de ceux-ci sont sous caféières. Le reste est représenté par des arbres de village et de case ou des jardins d'agrumes souvent peu homogènes : Port Laguerre, verger Zéoula à Lifou, verger Bernut à La Foa-Sarraméa.

Les zones "d'agrumiculture" se confondent donc avec celles de la caféiculture et occupent, sur la côte ouest les plaines de La Foa-Sarraméa et de Koné-Pouembout et, sur la côte est, les bandes côtières de Hienghène, Poindimié, Ponérihouen, Canala.

Les agrumes de caféières sont francs de pied, non taillés et ne font l'objet d'aucune pratique culturale. Ils sont disséminés sous le couvert de grands arbres d'ombrage : *Erythrina fusca* Lour. et *Albizia lebbek* Willd. Ils représentent eux-mêmes une strate intermédiaire d'ombrage des plants de café Arabica et Robusta. Les principales variétés rencontrées sont les mandariniers : *Citrus reticulata* Blanco, les orangers : *Citrus sinensis* Osbeck et les limettiers : *Citrus aurantifolia* Swinzie.

Toute étude d'écologie relative à la dynamique des populations d'insectes inféodées aux agrumes en Nouvelle-Calédonie, devra s'organiser autour de ces peuplements sous ombrage. La connaissance précise des facteurs micro-climatiques en présence est alors indispensable.

.../...

Les analyses bioclimatologiques entreprises devront faire référence le plus souvent possible aux caractéristiques des habitats découverts (vergers d'agrumes) et être conduites sous la forme d'une étude comparative entre habitats ombragés et habitats découverts.

---

Travaux consultés : BARRAU, J. Liste préliminaire des plantes cultivées de Nouvelle-Calédonie. Document CPS n° 6.

COCHEREAU, P. 1974. Dynamique des populations d'un papillon piqueur de fruits Othreis fullonia Clerck en Nouvelle-Calédonie : "la flore et la faune : description botanique des biotopes de La Foa" p. 116-132. Multigraphié.

FABRES, G. 1971. Le contrôle naturel des populations de Lepidosaphes beckii Newm. en habitat ombragé. Multigraphié.

PRALORAN, J.C. 1971. La production fruitière en Nouvelle-Calédonie. IFAC, rapport de mission. Multigraphié.

---

### Généralités sur les habitats ombragés

De nombreux travaux ont déjà été conduits en milieux ombragés de caféières et de cacaoyères pour apprécier l'influence de l'ombrage sur la physiologie des plantes cultivées. Les études ont la plupart du temps porté sur la mesure des facteurs température, hygrométrie, insolation et sont empreintes du caractère comparatif que nous avons évoqué plus haut. Les résultats obtenus s'accordent à dégager les caractéristiques suivantes :

- l'ombrage joue un rôle prépondérant contre la dessiccation et l'élévation de la température de l'air.
- les phénomènes d'évapotranspiration sont d'autant plus intenses que le végétal est moins ombragé.
- l'ombrage permet une meilleure rétention de l'eau dans le sol.

Ces facteurs du microclimat, dont les caractéristiques font l'originalité des habitats ombragés par rapport aux habitats découverts,

interviennent sur la biologie des insectes qui se développent dans ces milieux et sur la dynamique de leur population. Leur intervention se manifeste soit directement (environnement thermique et hygrométrique) soit indirectement en modifiant la physiologie de la plante-hôte (environnement trophique), ou en influençant le développement des espèces parasites, prédatrices et entomopathogènes.

---

Travaux consultés : BURLE, L. 1961. Le cacaoyer tome I, Maisonneuve et Larose, Paris.

COSTE, R. 1969. Le caféier. Etudes Scientifiques IFCC.

TERCINIER, G. 1963. Le problème de l'établissement de plantations régulières d'arbres fruitiers et spécialement d'agrumes en Nouvelle-Calédonie. Multigraphié.

RIPLEY, E.A. 1965. A preliminary description of shade climates in coffee. Proc. 3rd Spec. Mtg Appl. Met. E. Afr. Maguga.

SCHRODER, R. 1954. Recherches microclimatologiques concernant les caféières sous ombrage. Kaffee v. Tee Markt 4 (21).

PROJECTO "C81", 1964. Etude sur le microclimat dans les caféières ensoleillées et ombragées. Informe de Labores ISIC Santa Tecla.

---

#### Généralités sur les preferenda écologiques de *L. beckii*

*L. beckii* montre pour les zones humides, une prédilection notée par tous les auteurs. L'habitat ombragé tel qu'il a été jusqu'ici caractérisé ne saurait, en conséquence, s'opposer de façon directe au développement des populations de la cochenille.

En Nouvelle-Calédonie, les expériences d'infestations artificielles conduites parallèlement en habitats ombragés et découverts ont montré :

- que la cochenille s'établissait parfaitement en habitat ombragé et y développait ses populations selon des modalités analogues à celles observées dans les élevages les mieux conduits (faible taux de mortalité) (Fabres, 1970, p. 27).
- en milieu découvert on peut enregistrer un taux de mortalité beaucoup plus élevé sur la surface supérieure des feuilles. D'autre part des observations faites durant la période sèche de 1971 ont montré que la dessiccation des oeufs sous les boucliers femelles était beaucoup plus importante en habitat découvert qu'en habitat ombragé (Fabres, 1971, p. 5).
- les sondages périodiques opérés durant des phases de non pullulation montrent également que les populations de L. beckii sont bien représentées en habitats ombragés et qu'elles y sont numériquement plus importantes qu'en milieu découvert.

Tableau I, périodes du 22-7 au 22.9.69 et du 29.1.73 au 22.5.75.

Par contre, diverses observations viennent apporter des arguments contraires à l'affirmation précédente :

- En première analyse, les vergers et jardins d'agrumes apparaissent manifestement beaucoup plus affectés par la diaspine que ne le sont les peuplements de caféières (encroûtements très fréquents sur les feuilles et les branches).
  - En période de pullulation, les habitats découverts sont le siège d'un développement incontrôlé de la cochenille avec colonisation spectaculaire de la totalité des arbres du verger. Dans le même temps les peuplements sous caféières sont relativement indemnes.
- Tableau I, période du 26.7.70 au 1.3.71. Voir aussi Fabres 1971 a et b.

Tableau I

. Nombre de femelles mûres, vivantes, ( ♀ III V), mortes (♀ III M) et parasitées (♀ III P) dans différents biotopes et à différentes époques. Chiffres rapportés à un prélèvement de 100 feuilles.

P = Parasitisme d'Aphytis cochereaui.

| Biotopes               | Période     | Date    | ♀ III V | ♀ III M | ♀ III P | Nombre de prélèvements |
|------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
| Yahoué (ombragé)       | hors        | 22.7.69 | 34      | 25      | 6       | 65                     |
| Renard (découvert)     | pullulation | 22.9.69 | 11      | 27      | 1       | 39                     |
| Yahoué (ombragé)       | pullulation | 26.7.70 | 50      | 405     | 1       | 456                    |
| Renard (découvert)     |             | 1.3.71  | 665     | 135     | 96      | 896                    |
| Sarraméa (ombragé)     | hors        | 29.1.73 | 96      | 70      | 23      | 189                    |
| Sarraméa (découvert)   | pullulation | 22.5.73 | 45      | 39      | 5       | 89                     |
| Port Laguerre (verger) | hors        | 29.1.73 | 22      | 147     | 3       | 172                    |
|                        | pullulation | 22.5.73 |         |         |         |                        |
| Sarraméa (ombragé)     | hors        | 2.4.75  | 0       | 0       | 0       | 0                      |
| Sarraméa (découvert)   | pullulation | 16.5.75 | 0       | 0       | 0       | 0                      |

#### Commentaire au tableau

En période de pullulation, le nombre de cochenilles vivantes est plus élevé en habitat découvert qu'en habitat ombragé ; le nombre des cochenilles mortes est plus élevé en habitat ombragé qu'en habitat découvert ; le nombre des cochenilles parasitées par A. cochereaui est plus élevé en habitat découvert qu'en habitat ombragé. Hors des périodes de pullulations ce schéma est totalement inversé.

Les ensembles Yahoué-Renard et Sarraméa ombragé-découvert ne sont pas comparables entre eux.

Conclusion : Nous nous trouvons confrontés à un paradoxe dont l'explication passe nécessairement par l'étude approfondie de tous les facteurs pouvant intervenir sur les populations de L. beckii dans les deux types d'habitat. L'étude que nous nous proposons d'entreprendre devra explorer minutieusement les domaines suivants :

.../...



- Appréciation des facteurs microclimatiques des deux types d'habitat et étude de leur influence directe sur L. beckii.
- Etude de l'influence de ces facteurs sur la physiologie de la plante-hôte et de l'effet des éventuelles modifications physiologiques sur la dynamique des populations de L. beckii.
- Etude de l'influence de ces facteurs sur la biocoenose de L. beckii (parasites, prédateurs et entomopathogènes) et du rôle de ces agents biotiques sur les populations de la cochenille.

---

Travaux consultés : BENASSY, C. & BIANCHI, H., 1967. Note sur la faune des diaspines agrumicoles du littoral Sud-est de la France. Ann. Soc. Ent. Fr. 3 (1) p. 247-56.

BODENHEIMER, F.S., 1951. Citrus entomology. W. JUNK La Haye 663 p.

BUMGARDNER, R.J., 1958. Purple scale in orange country. Sunkist Pest Control Circ. 246.

EBELING, W., 1959. Sub tropical fruit pests. Univ. Calif. Div. Agr. Sci. Publ. p. 200-203.

FABRES, G., 1970. Données biologiques et écologiques concernant Lepidosaphes beckii et ses parasites en Nouvelle-Calédonie. Multigraphié.

FABRES, G., 1971a. Le contrôle naturel des populations de L. beckii en habitat ombragé. Multigraphié.

FABRES, G., 1971b. Lepidosaphes beckii Newm. et le parasitisme d'Aphytis cochereaui. Multigraphié.

QUAYLE, H.J., 1912. The purple scale L. beckii. Univ. Calif. Pub. Bull. 226.

SMIRNOFF, W.A., 1951. Aperçu sur le développement de quelques cochenilles parasites des agrumes au Maroc. Serv. Def. Veget. n° 1.

SUMMERVILLE, W.A.T.<sup>1934</sup> Queensland citrus scale insects and their control. Queensland. Agric. Journ. p. 450-485.

SIMANTON, W.A., 1960. The reduced status of purple scale as a citrus pest. Florida. St. Hort. 73 p. 64-69.

---

I - Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.  
Appréciation de l'influence directe des facteurs  
climatiques sur la physiologie de L. beckii.

Nous avons vu précédemment les raisons qui motivent une étude bioclimatologique fine des habitats ombragés et découverts. Pour la mener à bien nous nous sommes particulièrement attachés aux choix des habitats et aux méthodes à mettre en oeuvre compte tenu de l'appareillage à notre disposition.

I - Description du milieu

Délimitation de la zone choisie pour l'étude

Les caféières les plus proches de Nouméa se trouvent à 130km de là, dans la plaine de La Foa et les vallées des rivières Fonwari, Farino et Sarraméa, au pied du plateau de Dogny. Les plantations de café (carte I) sont installées en bordure de rivière au pied des contreforts montagneux. Une description des différents biotopes de cette région a été faite par Cochereau (1974a).

Considérations générales sur les conditions climatiques de cette zone

Les études de climatologie menées à l'échelle du territoire de la Nouvelle-Calédonie (MONIOD, 1966) affectent un caractère trop général pour nous permettre de caractériser la zone que nous avons ci-dessus définie. Les seuls enregistrements réguliers effectués par le Service de Météorologie Nationale et pouvant intéresser le secteur de notre étude sont ceux des stations de La Foa (plaine côtière) et du Col d'Amieu (430m sur la ligne de crêtes). Elles sont également de peu d'utilité pour la définition d'un microclimat de fond de vallée (voir COCHEREAU, 1974b). Pour l'étude entreprise, nous ne ferons mention que des seuls enregistrements de nos stations.

.../...

### Choix des habitats

Les caféières européennes qui sont exploitées dans la plaine de La Foa n'abritent que peu d'agrumes. Nous avons dû choisir une caféière appartenant à une tribu indigène installée le long de la rivière Sarraméa (carte II).

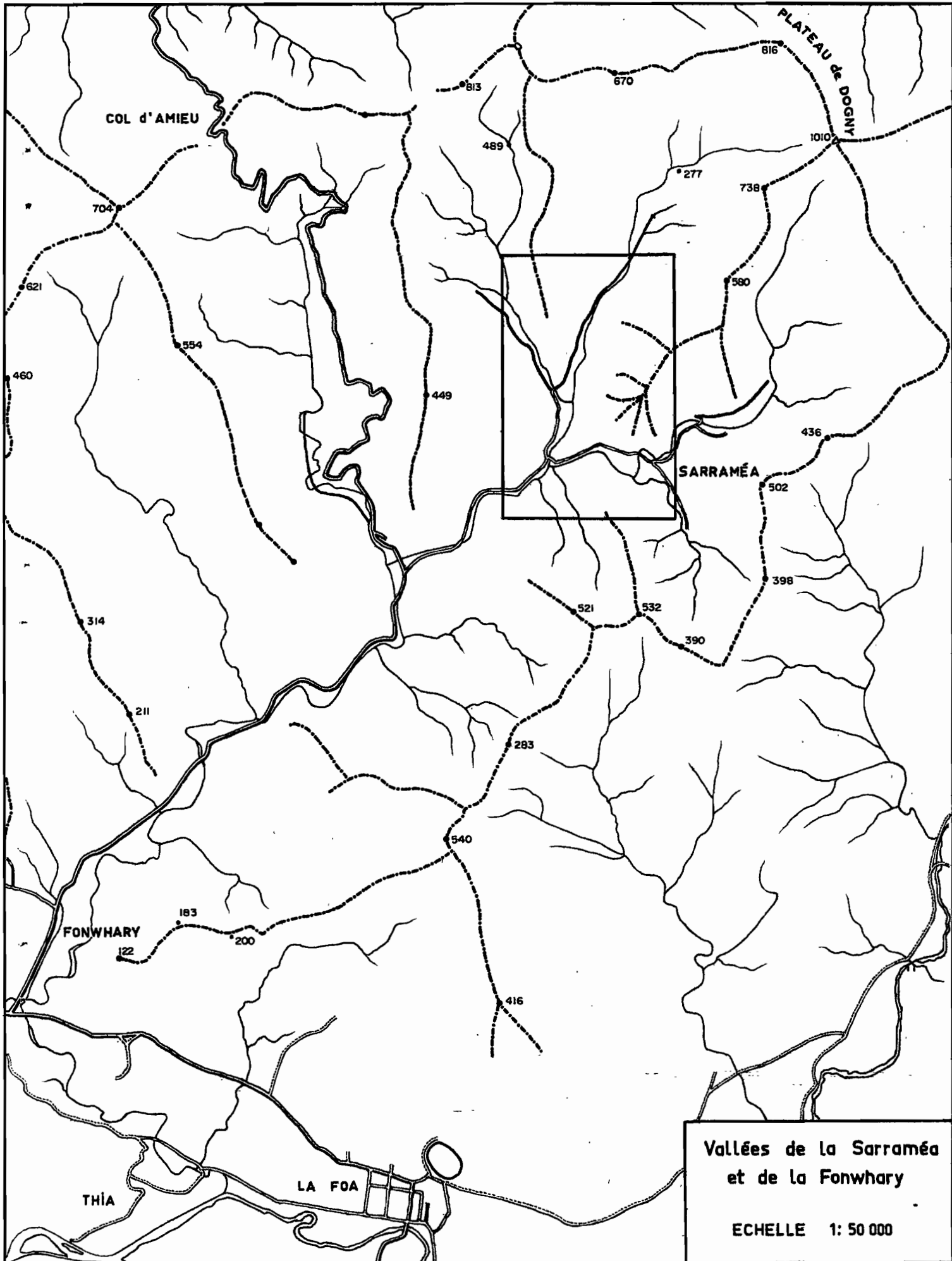
Outre la présence d'un fort peuplement d'agrumes dans la plantation de café, il nous fallait trouver deux parcelles, l'une ombragée, l'autre à découvert remplissant les conditions suivantes : proches l'une de l'autre et appartenant à un même macro-habitat ; sol homogène ; peuplement d'agrumes homogène.

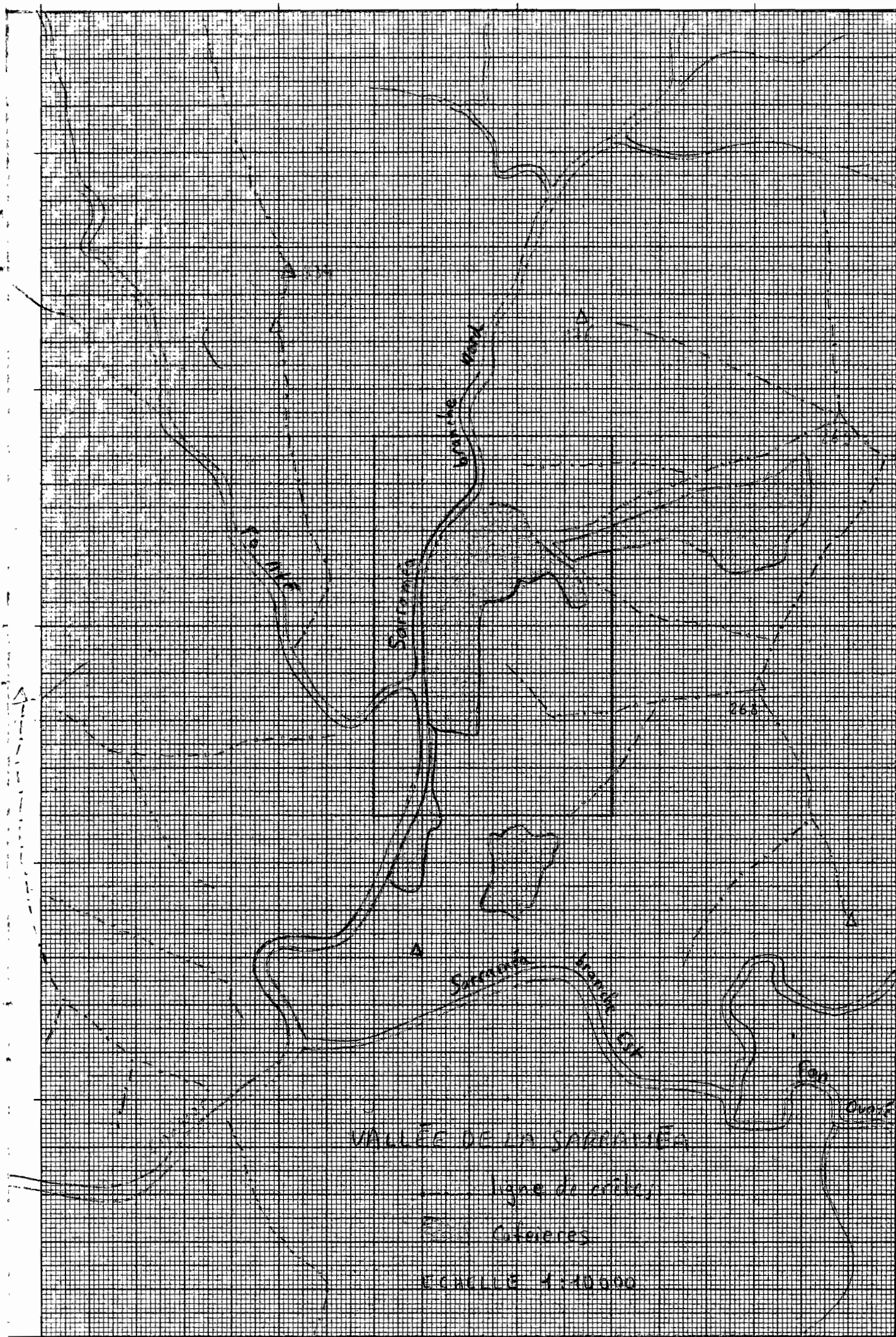
Ces conditions se sont trouvées réunies pour une caféière de 7ha environ, dite "Séquestres japonais" (voir diagramme). L'ensemble constituait au départ une unité parfaitement homogène. Actuellement, à la suite d'une expérimentation conduite par l'IFCC, on y trouve deux types d'habitats : Sur une parcelle de 1ha, les plants de café ont été recepés et les arbres d'ombrage détruits ; cette parcelle constituera pour notre étude "l'habitat découvert".

Sur 3ha. environnants, nous avons localisé les agrumes d'expérience et de comptage en nombre égal à ceux de la zone recepée ; cette parcelle constituera pour notre étude "l'habitat ombragé" (carte III).

### Description des habitats

1. l'habitat ombragé : Une première strate végétale est constituée par le peuplement des caféiers (Coffea robusta). Leurs frondaisons sont excessivement touffues du fait de l'abandon de la taille et s'enchevêtrent pour former une masse feuillue continue entre 1 et 2 mètres du sol. Très au-dessus 8 à 10 mètres, on trouve le feuillage des bois noirs (Albizia lebbok) dont le port en parasol assure la jonction des frondaisons et procure un ombrage homogène à toute la plantation. La strate intermédiaire est représentée par les agrumes. Leur peuplement est très dispersé et peu régulier. Orangers et mandariniers se mêlent. Le sol est exclusivement occupé par les jeunes plants de caféiers. Les bordures de la caféière sont occupées par les plantes dominantes suivantes : Solanum torvum (Solanées) = aubergine sauvage, Lantana camara (Verbenacées),





# VALLEÉ DE LA SAGUENAYE

l'anne de crêpe,

# Cofeieres

ENCLOSURE 1-10500



HABITAT OMBRAGE

□ HABRI MÉTÉO

• PLANTS D'AGRUMES

HABITAT DÉCOUVERT

▣ HABRI MÉTÉO

○ PLANTS D'AGRUMES

CAFFIÈRE  
HABITAT OMBRAGE

BRANCHE NORD

SARRAMCA

ZONE D'  
OMBRAGE  
DE  
VIRGULIS  
AVEC  
CITRONNIERS

CAFFIÈRE  
HABITAT  
DÉCOUVERT

"SEQUESTRES JAPONAIS"

CAFFIÈRES

Echelle 1: 3000

Sida acutifolia (Malvacées) = herbe à balais, Rubus moluccensis (Rosacées).

Les caractéristiques climatiques originales qui président au développement des agrumes et des insectes qui leur sont inféodés, sont essentiellement le fait de l'ombrage des bois noirs et de la masse compacte des caféiers.

. l'habitat découvert : les caféiers qui constituent la première strate végétale du précédent habitat, ont été ici recépés et sont réduits à des mognons et à quelques rejets.

Leur développement va s'accroître au cours de l'étude (de 1972 à 1974) mais les plants de café de l'habitat découvert n'atteindront jamais l'exubérance de végétation de ceux de l'habitat ombragé. Les arbres d'ombrage ont été abattus ou tués sur place et il n'en subsiste que des troncs dressés et dépouillés. Les agrumes sont demeurés tels quels et présentent les mêmes caractéristiques de dispersion que précédemment. Ils semblent posséder un feuillage plus épais et plus homogène. Le sol est recouvert d'une végétation artificielle à base de Siratro associé à des herbes spontanées : Phaseolus atropurpureus (Papilionacées) = Siratro, Stachytarpha jamaicensis (Verbenacées) = herbe bleue, Ageratum conyzoides (composées) = Baume, Desmanthus virgatus (papilionacées) = sensitive.

Si les peuplements d'agrumes originels ont été laissés en place au moment des expérimentations dans la caféière, les autres constitutants végétaux ont été profondément remaniés. L'absence totale des arbres d'ombrage et le recépage des caféiers ont bouleversé les conditions écologiques du milieu ombragé originel lui assurant la configuration d'un verger classique.

Nous avons ainsi les conditions idéales d'une étude comparative entre les deux types d'habitat ; l'un ombragé et typique de "l'agrumiculture" néocalédonienne, l'autre découvert, proche des conditions classiques de l'agrumiculture de verger.

.../...

## II - Etude des facteurs microclimatiques

### Considérations générales

. 1° appareillage utilisé : Il comprend des appareils en double exemplaire et utilisés simultanément dans les deux habitats.

- Abris météorologiques type "marine" (fabrication locale)
- Thermographes et hygrographes panoramiques (Richard)
- Thermomètres à maxima, thermomètres à minima, thermomètres de précision (Cerf)
- Pyranomètres thermoélectriques linéaires (INRA) n° A104 =  $24,2 \pm 0,1$  mV/cal. cm<sup>2</sup> mn<sup>1</sup> n° A105 =  $23,4 \pm 0,3$

Il comprend également des appareils de réglage, d'enregistrement ou d'utilisation alternée entre les deux habitats.

- Psychrométr : "Assuman" (Poitevin Duault) contrôle de l'hygrométrie
- Enregistreur galvanométrique FPD 120/2c/1e (Izart) enregistrement des pyranomètres thermoélectriques
- Enregistreur d'humectation de "Woelfle" Fuess (Seuri) utilisation alternative dans les deux habitats
- Millivoltimètre potentiomètre manuel ESPM (Meci) utilisation alternative avec thermocouples dans les deux habitats
- Anémomètre (Richard) utilisé alternativement dans les deux habitats.

2. Les méthodes : Les sondages opérés ont pour objet la connaissance précise des principaux facteurs du microclimat et la comparaison des valeurs obtenues dans les deux types d'habitat. Le caractère comparatif de l'étude fait qu'une grande importance doit être attachée à l'obtention d'enregistrements comparables.

Par contre une certaine liberté peut être autorisée vis à vis du caractère absolu des valeurs obtenus.

Chaque facteur est mesuré simultanément dans les deux types d'habitat ou fait l'objet de mesures alternées très nombreuses. Une attention particulière doit être portée à la précision et à la fiabilité des appareils utilisés. Des protocoles expérimentaux particuliers doivent être mis en oeuvre pour assurer la compensation des imprécisions inhérentes à la nature des appareils.

.../...



# FICHE DE CONTRÔLE POUR THERMOGRAPHIE ET HYGROGRAPHIE

Poste..... Date.....Heure.....

## Température

Enregistreur n°..... Marque.....  
Relevé : Enregistré..... Thermomètre.....Différence.....  
Thermomètres : Maxima..... Minima.....Différence.....  
Enregistrement : Maxima..... Minima.....Différence.....  

Ecart

d'amplitude

  
Opérations effectuées et remarques.....  
.....

## Hygrométrie

Enregistreur n°..... Marque.....  
Humidité enregistrée : avant mouillage..... après mouillage..... Différence.....  
Humidité au psychomètre..... Valeur de référence 100 Différence.....  
Opérations effectuées et remarques..... Ecart :  
..... d'amplitude :

Poste..... Date..... Heure.....

## Température

Enregistreur n°..... Marque.....  
Relevé : enregistré..... Thermomètre..... Différence.....  
Thermomètres : Maxima..... Minima..... Différence.....  
Enregistrement : Maxima..... Minima..... Différence.....  
Opérations effectuées et remarques..... Ecart :  
..... d'amplitude :

## Hygrométrie

Enregistreur n°..... Marque.....  
Humidité enregistrée : avant mouillage..... après mouillage.... Différence.....  
Humidité au psychomètre..... Valeur de référence 100 Différence.....  
Opérations effectuées et remarques.....Ecart :  
.....d'amplitude :

Poste  
Température max..... mini.....  
M. max.....M.mini.....  
Moyenne  
Hygrométrie max..... mini.....  
M.max.....M.mini.....  
Moyenne

Poste  
Temparature max..... mini.....  
M. max.....M.mini.....  
Moyenne  
Hygrométrie max..... mini.....  
M.max.....M.mini.....  
Moyenne

## Les facteurs température et hygrométrie

1. Installation et protocole : Les enregistrements thermohygrométriques ont été faits en continu pendant deux années consécutives. Un abri météorologique est placé dans chacun des habitats. Chacun d'eux contient un thermographe, un hygrographe, un thermomètre pour lecture instantanée, un thermomètre maxima et un thermomètre minima. Les évaporimètres de piche (hebdomadaires) ne nous ont jamais été fournis par le STEFCE d'Avignon auquel nous en avons fait la demande.

Les appareils sont contrôlés chaque semaine au moment du changement de la bande d'enregistrement. Le contrôle porte sur l'amplitude et sur l'étalonnage. Les trois thermomètres sont utilisés pour le réglage du thermographe ; l'hygrographe est réglé par comparaison avec les données du psychomètre et la valeur maximale obtenue par mouillage des cheveux (voir feuille de réglage). Ce contrôle hebdomadaire permet un réglage des appareils et une éventuelle correction des enregistrements de la semaine précédente.

2. Les enregistrements : Les feuilles sont changées toutes les semaines. Au cours de l'opération on procède à l'échange des appareils entre les deux types d'habitat. Aussi chaque appareil fonctionne alternativement en habitat "ombragé" et "découvert". Ce principe a pour but la compensation des défauts inhérents à chaque appareil. Bien évidemment, l'exploitation des relevés et le calcul des moyennes fera intervenir les données obtenues pendant 15 jours.

3. L'exploitation des résultats : L'ensemble des chiffres obtenus va permettre une étude comparative des caractéristiques thermiques et hygrométriques de deux habitats. L'exploitation des données se fera selon deux directions d'analyse :

- a) mise en évidence et appréciation quantitative des facteurs de différenciation des deux habitats.

Pour chaque quinzaine on calculera :

- la moyenne des maxima thermiques et hygrométriques (courbes A)
- l'amplitude de la variation des minima thermiques et hygrométriques (courbes B).

.../...

Ces chiffres seront portés sur un graphique pour obtenir une courbe chronologique (fig. 1 et 2). Dans le cas présent, la période concernée va de juillet 73 à décembre 74.

L'étude de ces courbes permettra la comparaison des deux types d'habitat en ce qui concerne les valeurs thermiques et hygrométriques extrêmes, l'amplitude de leurs variations, leurs fluctuations saisonnières, et l'analyse des potentialités d'intervention de ces facteurs dans le cadre du développement de L. beckii.

b) analyse de l'influence de ces facteurs sur le développement de la cochenille.

Nous nous sommes attachés à déterminer le temps pendant lequel la population de la cochenille a été soumise à une gamme de températures ou d'hygrométries donnée, au cours des 24 heures représentatives de la quinzaine étudiée. Nous avons procédé de même pour chaque quinzaine pendant toute la durée de l'étude. Ces données, associées à la connaissance que nous avons des preferences de la diaspine, devraient permettre de caractériser un habitat donné à une certaine période de l'année, comme étant propice ou non au bon développement du ravageur. Les méthodes graphiques suivantes ont été adoptées :

- Les relevés sont dépouillés tous les quinze jours. Les valeurs de la température et de l'hygrométrie sont relevées toutes les deux heures et une moyenne en est faite. Chaque valeur ainsi obtenue est portée sur un graphique de façon à obtenir une courbe des variations nyctémérales de la moyenne des températures et des hygrométries (fig. 345 et 6).

Quatre courbes sont portées sur chaque graphique : les fluctuations en 24 heures de la température et de l'hygrométrie des habitats ombragés et découverts. L'échelle horaire portée en abscisse est commune ; les échelles de température et d'hygrométrie sont telles qu'il y a correspondance entre 25° et 76%, 27° et 79%, ces valeurs étant optimales pour le développement de L. beckii (BODEHNEIMER, F.S., 1951 The citrus mussel scale in Citrus entomology p301 W. JUNK La Haye). Cette représentation graphique permet de constater que les courbes de température et d'hygrométrie s'interpénètrent plus ou moins selon la date de l'enregistrement. Une interpénétration ample est révélatrice, d'une période chaude et sèche ; une interpénétration nulle traduit une tendance à la baisse de la température et à l'élévation de l'hygrométrie.

.../...

Nous avons tracé sur un même graphique les surfaces d'interpénétration (tout au long de l'étude et dans les deux habitats) en les faisant figurer par rapport à la zone climatiquement optimale pour la cochenille (fig. 7) et représentée par deux droites horizontales.

Ce schéma permet de visualiser globalement les fluctuations thermiques et hygrométriques et de les situer par rapport aux préférences de la cochenille.

- Cette représentation graphique permet de plus de déterminer le temps pendant lequel les populations de L. beckii ont été soumises à une gamme donnée de températures ou d'hygrométries. Ce temps est exprimé en nombre d'heures sur les 24 heures du nyctémère moyen caractéristique de la quinzaine étudiée. Ces valeurs obtenues graphiquement (fig. 8) sont reportées sur un autre graphique dont les caractéristiques sont les suivantes :

- . Courbe chronologique - temps en abscisse - période de juillet 73 à décembre 74.

- . De chaque côté d'un axe horizontal on a porté les valeurs du rapport entre le temps passé en habitat ombragé et celui écoulé en habitat découvert pour la température ou l'hygrométrie donnée (courbe A).

- . De chaque côté d'un second axe horizontal on a porté les valeurs absolues de la différence entre le temps passé en habitat ombragé et celui écoulé en habitat découvert pour la température ou l'hygrométrie donnée (courbe B).

Dans ces deux derniers cas, la valeur obtenue a été portée soit du côté "habitat ombragé" soit du côté "habitat découvert" selon que l'excédent de temps concernait l'un ou l'autre de ces deux habitats.

Cette méthode permet d'identifier visuellement l'habitat qui s'est montré à une période donnée et pour des caractéristiques climatiques données, le plus propice au développement de la cochenille et de quantifier cette information (fig. 9 à 16).

#### 4 . L'interprétation

##### a) mise en évidence et appréciation quantitative des facteurs de différenciation des deux habitats.

Température (fig. 1) On retrouve sur les courbes A les fluctuations thermiques, saisonnières du climat néocalédonien : saison chaude de novembre à avril ; saison fraîche de mai à octobre.

.../...

- Les courbes qui traduisent les variations chronologiques de la moyenne des maxima et des minima dans les deux types d'habitat montrent que la moyenne thermique des maxima en habitat découvert est presque toujours supérieure à celle des maxima en habitat ombragé. Pour ce qui est des minima, la différence est beaucoup moins nette et l'on peut estimer que les moyennes sont quasi identiques. On peut déjà en conclure que pendant la nuit (minima), et en toute saison, les conditions thermiques moyennes extrêmes sont identiques dans les deux habitats. Par contre, dans la journée (maxima) les conditions moyennes extrêmes de la température font que l'habitat découvert est beaucoup plus chaud que l'habitat ombragé. Des différences de 2° sont couramment enregistrées. Elles sont de 4° en avril et en juillet 1974.

Déjà l'étude du phénomène moyen qu'est la fluctuation des moyennes thermiques permet de mettre en évidence un effet tampon qui se manifeste au bénéfice de l'habitat ombragé. Cet effet est encore plus manifeste si l'on se réfère aux valeurs absolues des maxima et des minima et si on les compare d'un habitat à l'autre (histogramme B).

- Au cours d'une année climatologique, deux périodes se succèdent : de décembre à juin, les amplitudes thermiques absolues fluctuent entre 7° et 12°5, dans l'habitat découvert, et entre 5° et 9° dans l'habitat ombragé ; de juillet à décembre, elles sont régulièrement plus fortes et évoluent de 9°5 à 14° dans l'habitat découvert et de 8°5 à 13° dans l'habitat ombragé. Ces deux périodes correspondent respectivement à la saison chaude et à la saison fraîche. On peut de plus constater qu'aux fortes températures correspondent les plus faibles amplitudes (décembre 1973) et inversement (août 1973 et juillet 1974) (fig. 1B).

- Un autre phénomène se juxtapose à ce dernier : pendant la saison chaude, la différence entre les amplitudes thermiques des deux habitats est beaucoup plus élevée que pendant la saison fraîche (saison chaude, 12 relevés, somme 50° moyenne 4°1 ; saison fraîche, 12 relevés, somme 23°5 moyenne 1°8). L'effet tampon opéré par l'ombrage apparaît beaucoup plus sensible pendant la saison chaude que pendant la saison fraîche (fig. 1B).

### Conclusion

Les deux habitats, ombragés et découverts sont soumis aux conditions thermiques générales du macroclimat, à savoir la succession d'une saison chaude et d'une saison fraîche.

Au cours de la saison chaude, les températures moyennes nocturnes sont sensiblement les mêmes dans les deux habitats (moyenne des minima). Par contre, pendant la journée, les températures extrêmes sont beaucoup plus fortes en habitat découvert qu'en habitat ombragé (moyenne des maxima). Ce fait est révélateur de l'effet tampon exercé par l'ombrage au cours de la journée. On constate de plus que pendant la saison chaude, les amplitudes thermiques sont relativement plus faibles mais la différence entre les amplitudes thermiques des deux types d'habitats y est la plus marquée.

Au cours de la saison fraîche, les températures moyennes nocturnes sont sensiblement les mêmes d'un habitat à l'autre (moyenne des minima). Pendant la journée, les températures moyennes enregistrées dans l'habitat découvert sont supérieures ou égales à celles de l'habitat ombragé, fait analogue à celui observé pendant la saison chaude, mais ici moins marqué. Les amplitudes thermiques des deux habitats sont plus élevées qu'en saison chaude mais, contrairement à ce que l'on enregistre en cette dernière saison, la différence entre les amplitudes observées dans les deux habitats est moindre. Ce schéma général sera évoqué ultérieurement lorsque seront abordés les questions relatives aux *preferenda* de L. beckii.

Hygrométrie relative (fig. 2). Classiquement la saison des pluies s'étend de décembre à avril et la saison sèche couvre les mois de septembre à novembre. Les enregistrements obtenus en 73 et 74 recoupent grossièrement cette donnée générale mais il faut tenir compte du fait qu'il s'agit d'hygrométrie relative et non de pluviométrie. Nous définirons plutôt ici une période à forte hygrométrie (de décembre à juin) et une période à hygrométrie plus faible (de juillet à novembre). Notons qu'il n'y a pas correspondance étroite entre saison chaude et saison humide pas plus qu'il n'y en a entre saison fraîche et saison sèche.

- Les courbes qui traduisent les variations chronologiques de la moyenne des maxima et des minima dans les deux types d'habitat (courbes A) montrent que la moyenne des maxima est tout à fait comparable

en habitat ombragé et découvert. Chaque nuit et en toute saison, une hygrométrie proche de la saturation s'installe dans les deux habitats. Par contre les minima hygrométriques (enregistrements diurnes) montrent que l'habitat ombragé est nettement plus humide que l'habitat découvert principalement dans la période de décembre à juin. (17,5% de différence en avril 1974). Les amplitudes hygrométriques seront en conséquences plus fortes en milieu découvert (courbes B) et généraliseront à l'hygrométrie l'effet tampon déjà observé pour la température.

- De même que précédemment, nous pouvons remarquer que les amplitudes hygrométriques des enregistrements dans les deux types d'habitat, sont plus fortes en période de faible hygrométrie et relativement plus faibles en période de forte hygrométrie. De 15% à 30% en habitat ombragé et de 25% à 40% en habitat découvert, pendant la période de forte hygrométrie (décembre à juin 1974) ; de 30% à 45% en habitat ombragé et de 30% à 50% en habitat découvert pendant la période de faible hygrométrie (de juillet à novembre 1974). De même, aux plus fortes hygrométries correspondent les plus faibles amplitudes (décembre 73 et juin 74) et inversement (août 73 et 74). Au contraire, à des amplitudes fortes correspondent des écarts faibles entre habitats ombragés et habitats découverts alors que les écarts sont plus forts lorsque les amplitudes sont faibles. De décembre à juin 1974, on peut calculer une moyenne de 8,7% sur 12 relevés ; de juillet à novembre 1974, une moyenne de 5% sur 10 relevés (fig. 2B).

### Conclusion

Quelque soit l'habitat, les hygrométries sont identiques durant la nuit. Pendant la journée et quelque soit la saison, elles sont par contre plus fortes en habitat ombragé qu'en habitat découvert avec une accentuation de ce phénomène au cours d'une période allant de décembre à juin (période de forte hygrométrie). Durant cette dernière période, les amplitudes hygrométriques sont relativement plus faibles que pendant la période de juillet à décembre (faibles hygrométries). Dans le même temps, la différence entre les amplitudes relevées dans les deux types d'habitat prend des valeurs fortes lorsque les amplitudes sont faibles et des valeurs faibles lorsque les amplitudes sont fortes.



L'étude simultanée des deux séries de courbes montre une grande analogie entre les caractéristiques thermiques et hygrométriques ainsi définies. Il faut noter que pour l'évolution de la température et de l'hygrométrie au cours de l'année, il n'y a pas exacte correspondance entre les hautes et basses températures et les hautes et basses hygrométries comme on pourrait le croire après examen rapide de l'allure générale des courbes A. Par contre, pour ce qui touche aux amplitudes on peut définir deux périodes au cours de l'année : de décembre à juin les amplitudes sont faibles dans les deux habitats mais les différences entre ces amplitudes sont fortes ; de juillet à novembre les amplitudes sont beaucoup plus fortes avec des différences relatives faibles. La première période recouvre la saison chaude et le début de la saison fraîche, l'hygrométrie y est uniformément élevée. La seconde période recouvre la fin de la saison fraîche, l'élévation de température du début de la saison chaude et l'hygrométrie y est relativement basse.

Si l'on postule que l'amortissement des amplitudes est un phénomène favorable au développement de la cochenille (phénomène généralement propice aux organismes vivants), on peut dès à présent avancer que l'habitat ombragé est plus favorable que l'habitat découvert. Parmi les différentes périodes climatiques de l'année, la plus propice serait celle pendant laquelle les amplitudes sont relativement les plus basses : Il s'agit de la période allant de décembre à juin, celle qui correspond au maximum de l'hygrométrie relative et qui couvre la fin de la saison chaude et le début de la saison fraîche.

#### Récapitulation synoptique

| Facteur étudié          | Habitat favorable<br>ombragé | Habitat favorable<br>découvert | Période de l'année                     |
|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| amplitude de thermique  | +                            | ///                            | toute l'année                          |
| amplitude hygrométrique | +                            | ///                            | Période plus favorable : décembre-juin |

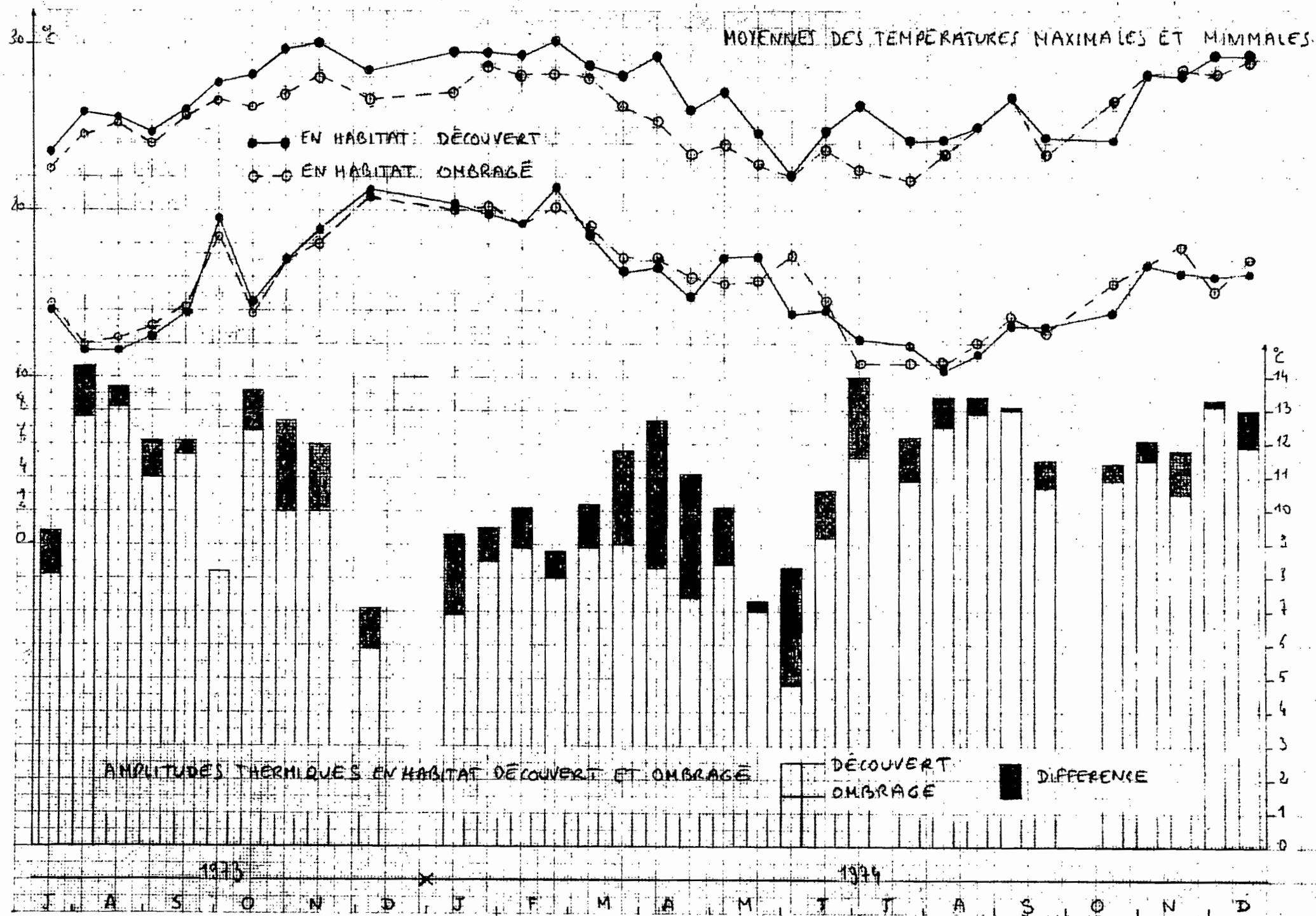
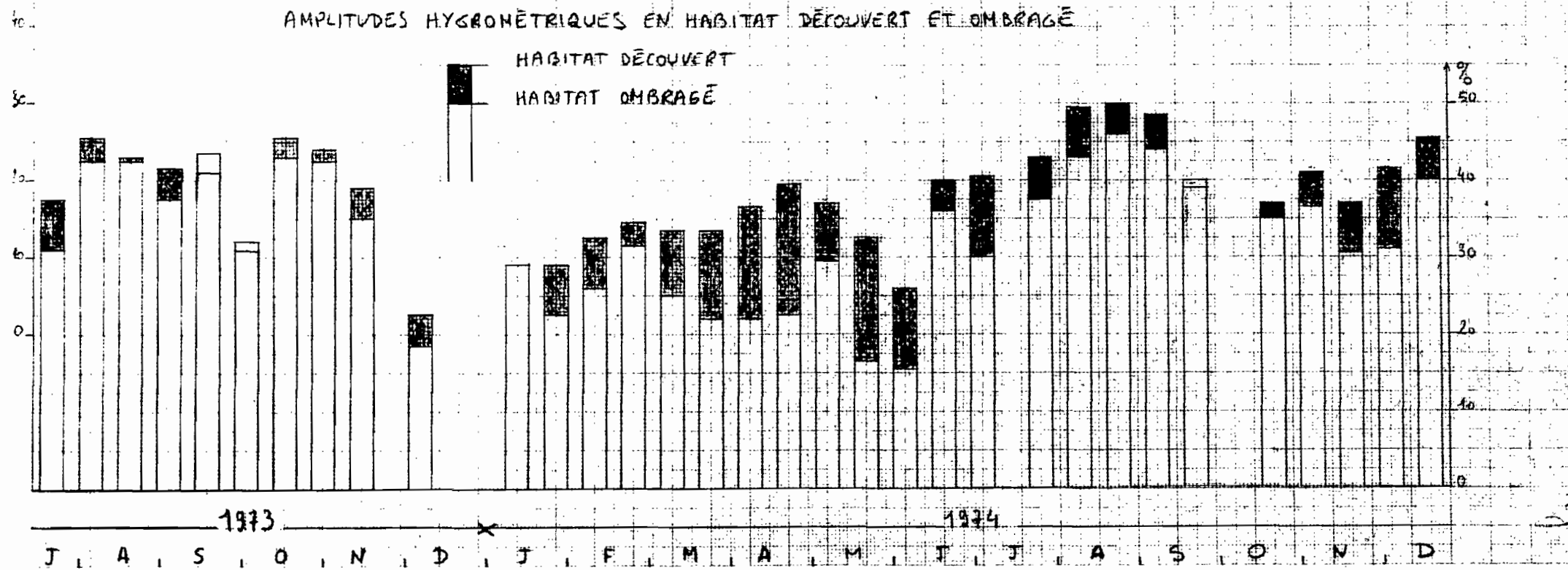
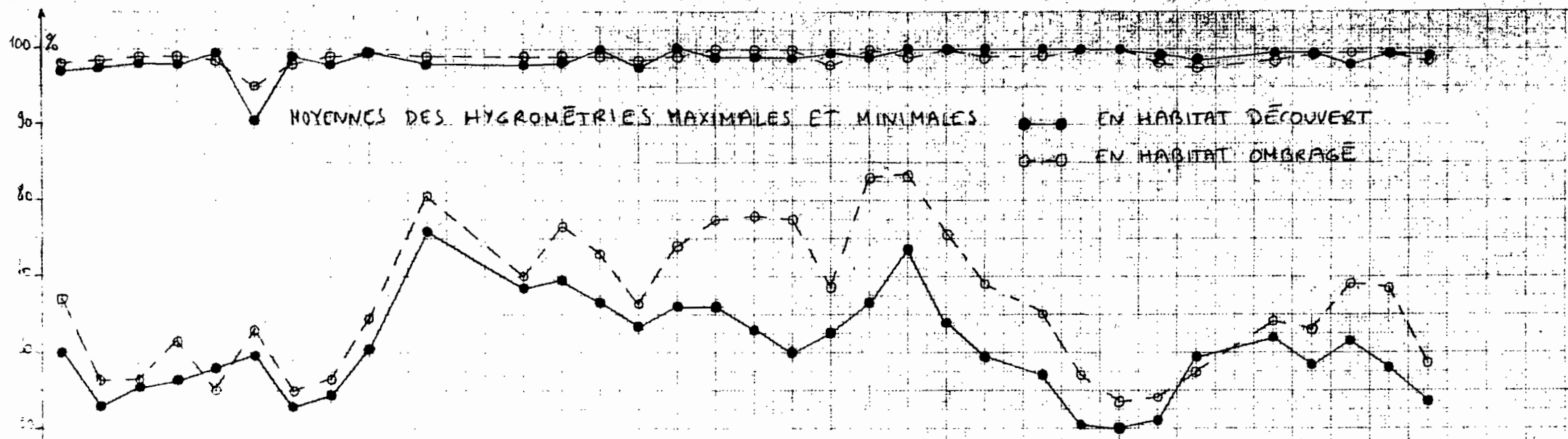


Fig. 1



- Combinaison de ces deux facteurs (fig. 34567).

Les méthodes graphiques précédemment exposées ont permis de tracer pour chaque quinzaine des courbes analogues à celles des figures 3, 4, 5 et 6. Nous pouvons les commenter comme suit :

fig. 3 - Températures et hygrométries moyennes ont été quasiment identiques dans les deux habitats. Le temps passé dans la zone optimale ( $25^{\circ}$ - $27^{\circ}$  et 75%-79%) est le même.

fig. 4 - Températures et hygrométries moyennes sont fort différentes. Les températures optimales ont été atteintes dans l'habitat découvert mais pas dans l'habitat ombragé.

fig. 5 - L'interpénétra<sup>tion</sup> des courbes est inexistante pour l'habitat ombragé et faible pour l'habitat découvert. Ceci traduit une tendance à la réduction des amplitudes thermiques et hygrométriques dans les deux habitats.

fig. 6 - Ample interpénétra<sup>tion</sup> des courbes. Le graphique traduit l'importance des amplitudes thermiques et hygrométriques. Nous voyons qu'un certain nombre de renseignements peuvent être obtenus de l'étude de la surface d'interpénétration et de sa position par rapport à la zone optimale thermohygrométrique. Nous avons représenté fig. 7 l'ensemble des surfaces d'interpénétration obtenues tout au long de l'étude.

- Surface d'interpénétration : son importance est directement en rapport avec la valeur des amplitudes thermiques et hygrométriques. En général, et conformément à ce que nous avons vu précédemment, ces amplitudes sont plus faibles en milieu ombragé qu'en milieu découvert. De la quinzaine du 22.1./5.2 à celle du 17.7/31.7 les surfaces sont très réduites ou nulles en habitat ombragé alors qu'elles sont moyennes à petites en habitat découvert. Nous retrouvons ici le phénomène des amplitudes réduites au sein des deux habitats pour une période allant de décembre 1973 à juillet 1974. Les surfaces de pénétration sont les plus larges du 19.9/3.10 au 18.11/2.12 1973 puis du 11.9./25.9 au 4.12/18.12 1974 confirmant le phénomène des grandes amplitudes dans les périodes d'août à décembre.

Nous retrouvons ici, et selon une direction d'analyse différente, le schéma de l'individualisation de deux périodes caractérisées comme suit :

|                      | Amplitudes | Hygrométrie | Température          |
|----------------------|------------|-------------|----------------------|
| Janvier à<br>Juillet | faibles    | forte       | forte puis<br>faible |
| Août à<br>Décembre   | fortes     | faible      | faible puis<br>forte |

Il apparaît immédiatement qu'il existe un rapport étroit entre amplitudes thermiques-hygrométriques et l'hygrométrie relative alors que la température semble jouer un rôle secondaire. L'hygrométrie apparaît alors comme le facteur clef de la microclimatologie de ces habitats.

- Position de cette surface par rapport à la zone d'optimum pour *L. beckii*.

Partout où la surface d'interpénétration apparaît, elle chevauche la zone d'optimum ce qui définit les microclimats concernés comme susceptibles de favoriser le développement de la diaspine. Dans le détail voici quelques remarques :

. De la quinzaine 9.7./23.7 à celle du 19.9/3.10 les températures sont trop faibles dans les deux habitats et n'atteignent pas la valeur optimale.

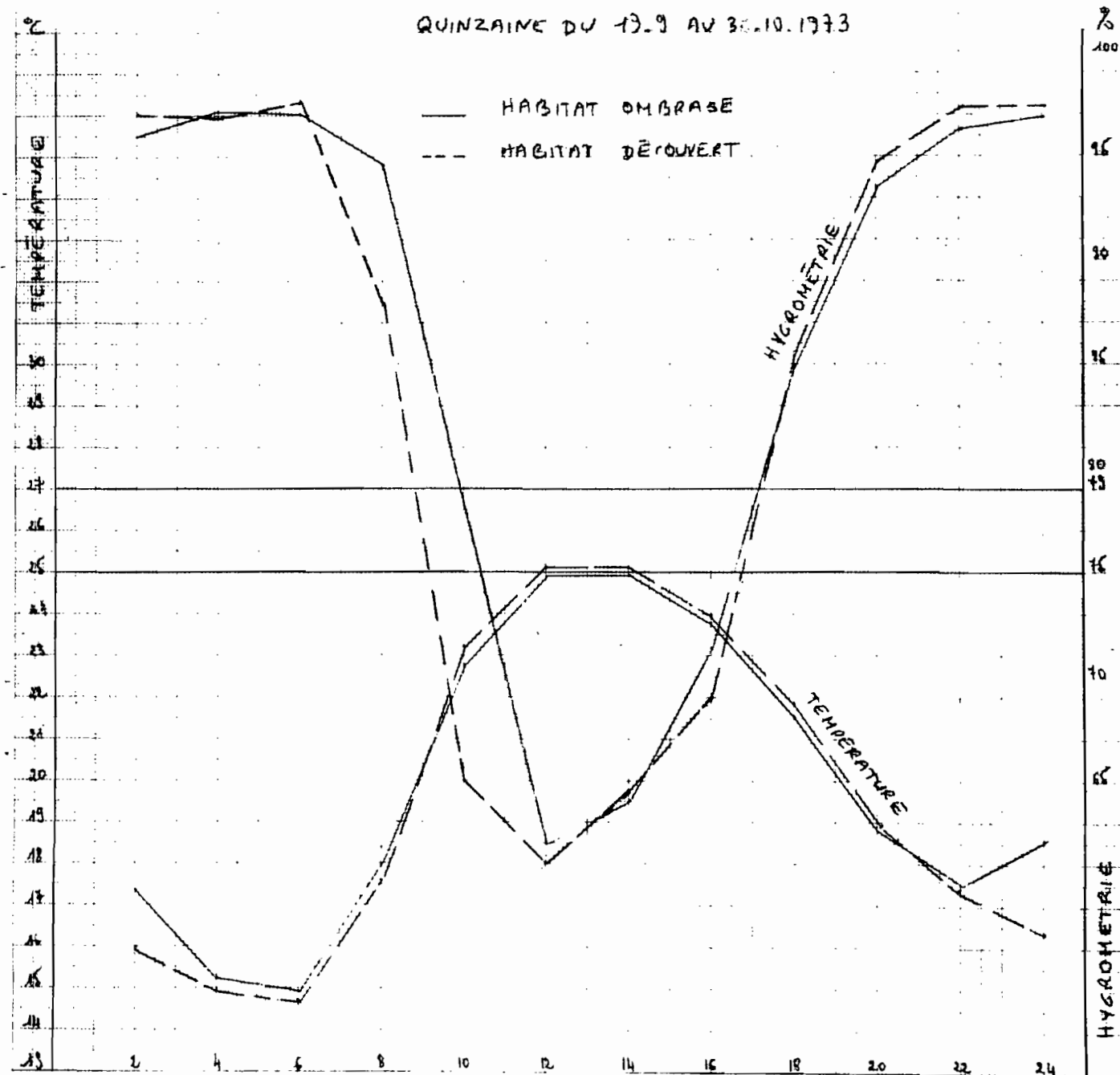
. Du 3.10/16.10 au 18.11/2.12 la température est plus élevée, et voisine bien souvent la zone d'optimum alors que l'hygrométrie passe par des minima très accentués ce qui pourrait représenter un facteur limitant surtout pour l'habitat découvert.

. Du 22.1/5.2 au 17.7/31.7 nous l'avons vu, l'habitat découvert semble nettement plus favorable au développement optimal de la diaspine.

. Du 11.9/25.9 au 4.12/18.12 1974 nous retrouvons le schéma précédemment défini pour 1973.

Ces informations de caractère général mais qui apportent confirmation à certaines conclusions obtenues par des voies différentes, sont développées en détail dans l'étude qui suit.

QUINZAINE DU 13.9 AU 30.10.1973



79

QUINZAINE DU 17.7 AU 31.7 1934

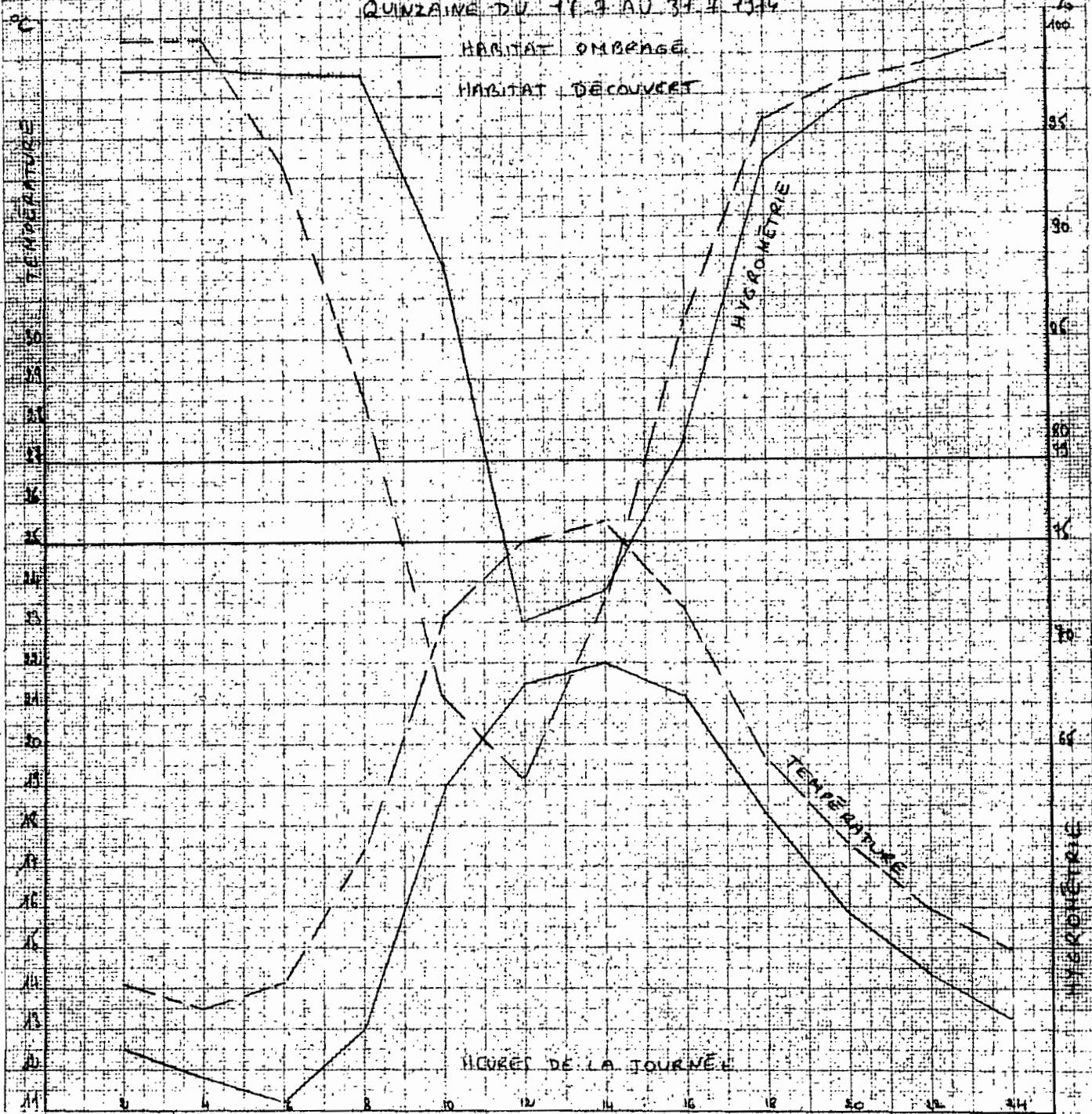
HABITAT OMBRAGE

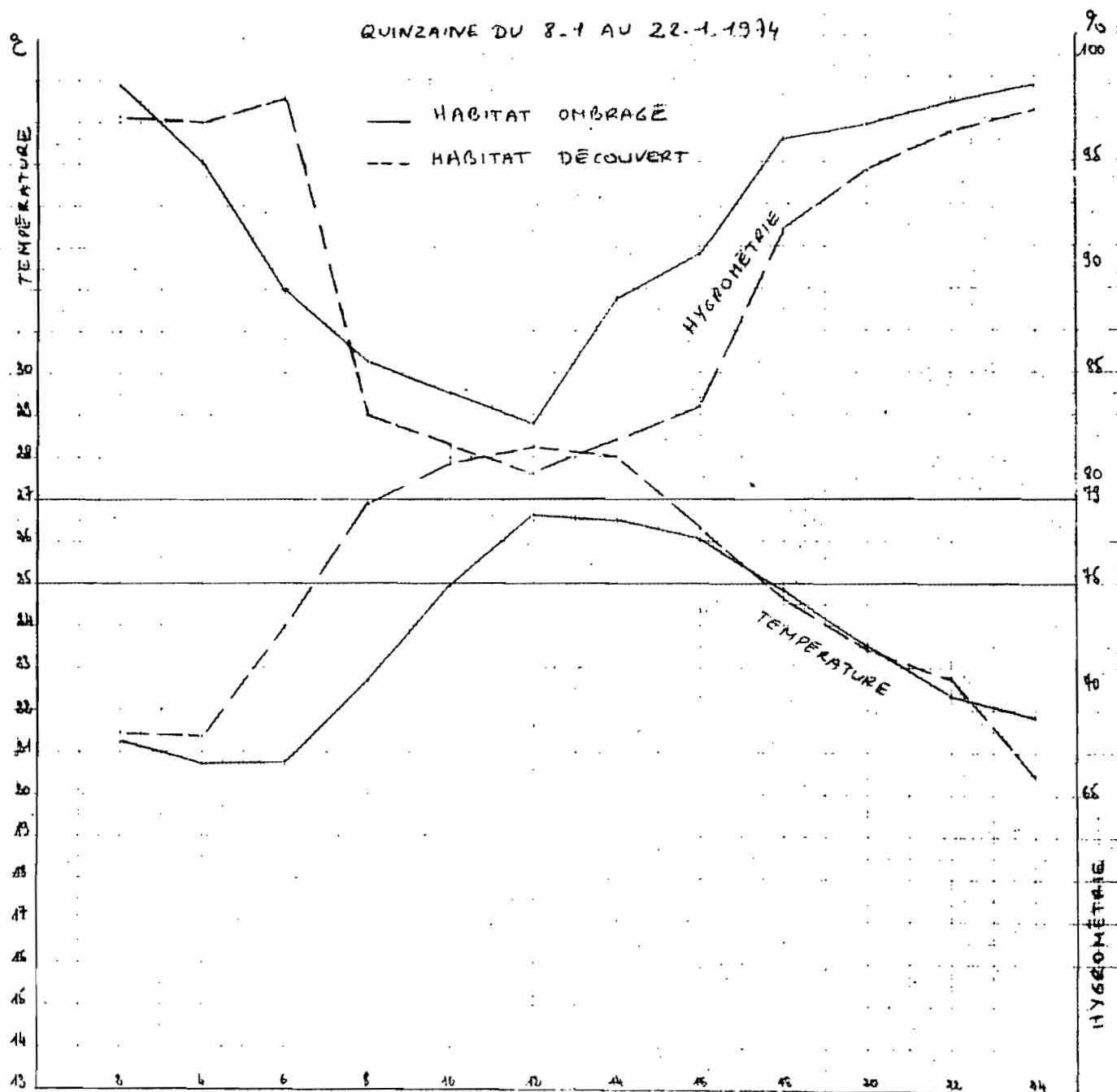
HABITAT DECOUVERT

HYGROMETRIE

TEMPERATURE

HEURES DE LA JOURNEE

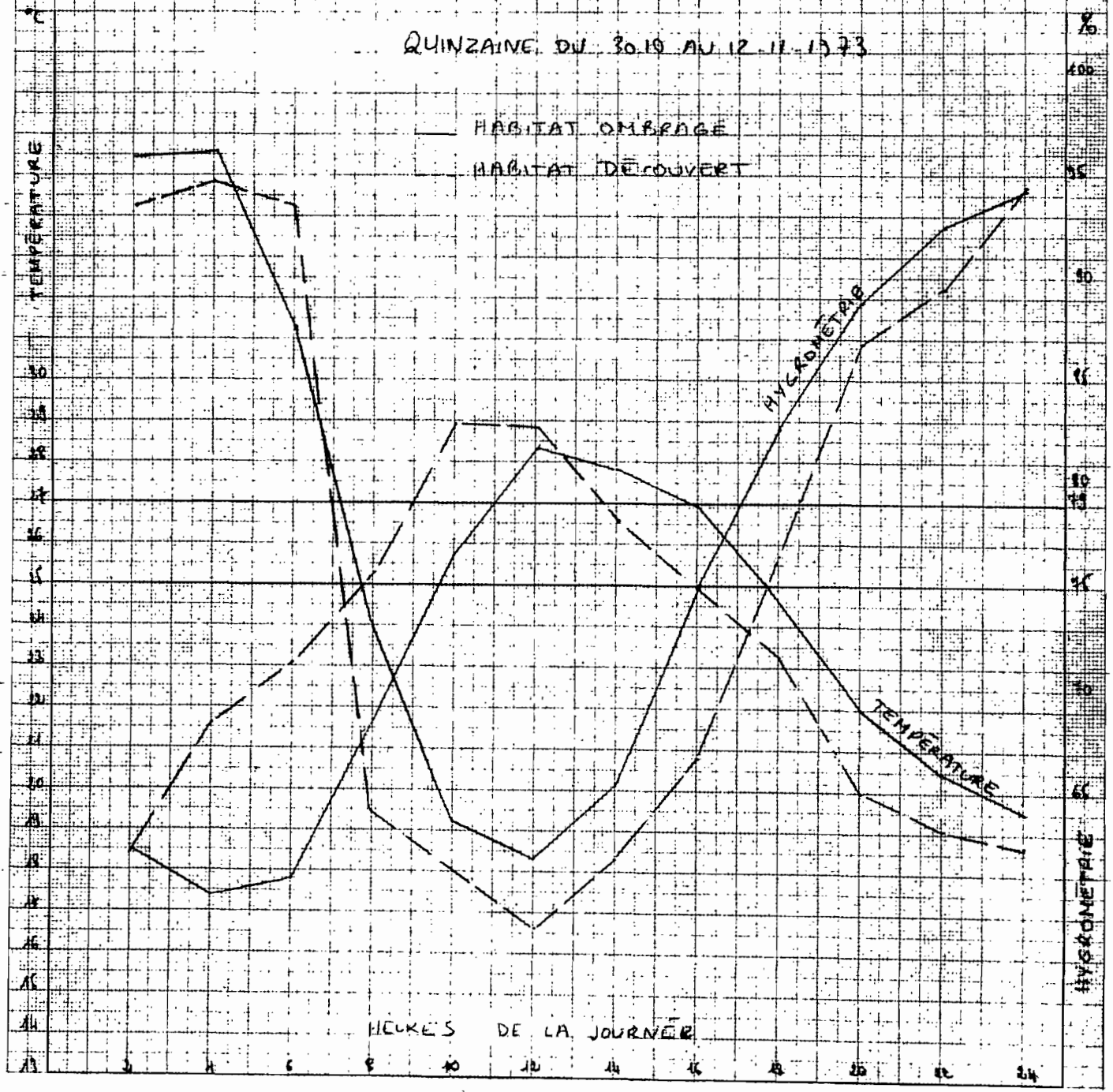


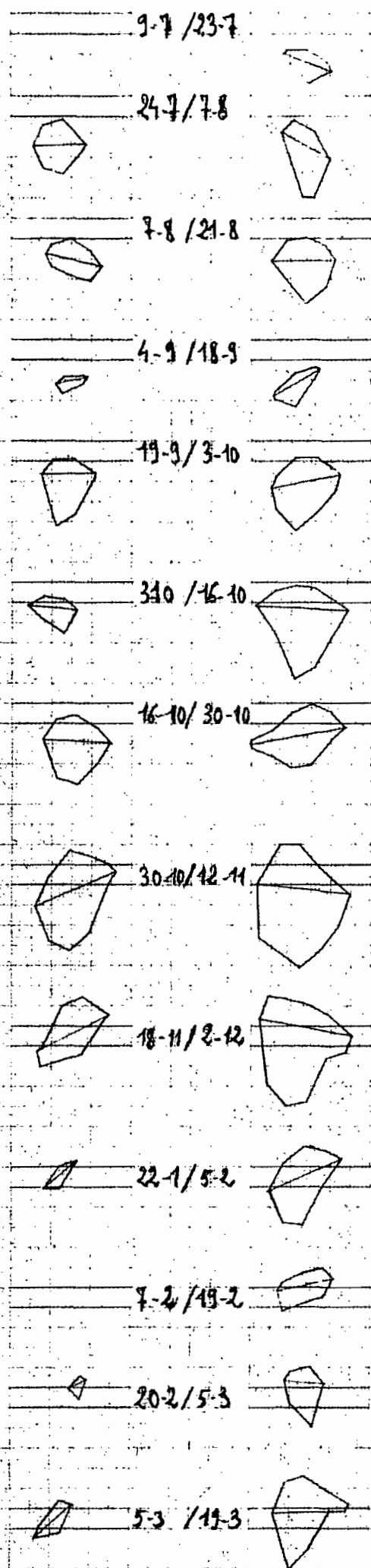




QUINZAINE DU 30.10 AU 12.11.1973

HABITAT OMBRAGE  
 HABITAT DÉCOUVERT





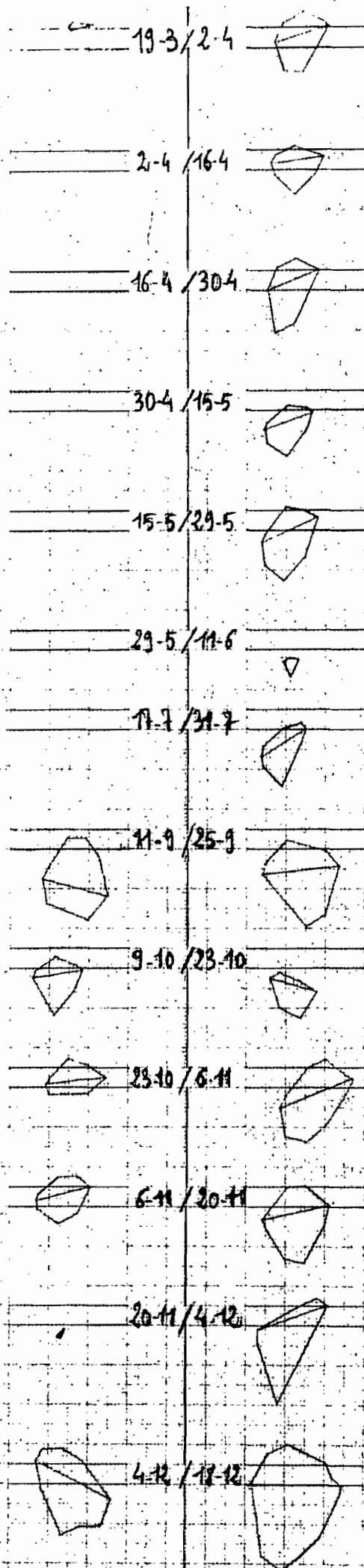
OMBRAGE

DECOUVERT

HABITATS

OMBRAGE

DECOUVERT



b) Analyse de l'influence de ces facteurs sur le développement de la cochenille.

Nous nous sommes attachés, dans ce domaine à définir le temps pendant lequel des conditions particulières de température et d'hygrométrie ont été assurées au sein des deux habitats et à préciser, compte tenu des preferenda de L. beckii, si ces conditions ont été favorables ou non au développement de la cochenille. Le détail des méthodes graphiques utilisées a été donnée plus haut (voir fig. 8).

Température (fig. 9, 10, 11, 12). Pour un organisme dont l'optimum de développement interviendrait à des températures inférieures à 20°, l'habitat ombragé se montre le plus favorable (fig. 9B). Sur 28 quinzaines successives, 20 révèlent un excédent de temps en faveur de l'habitat ombragé totalisant 32 heures d'excédent, contre 8 à l'habitat découvert avec 8,7 heures d'excédent. Pendant deux périodes les plus représentatives de ce phénomène, en octobre 1973 et en juin 1974, le temps passé en habitat ombragé est de l'ordre de 1,5 à 1,7 fois celui passé en habitat découvert (fig. 9A).

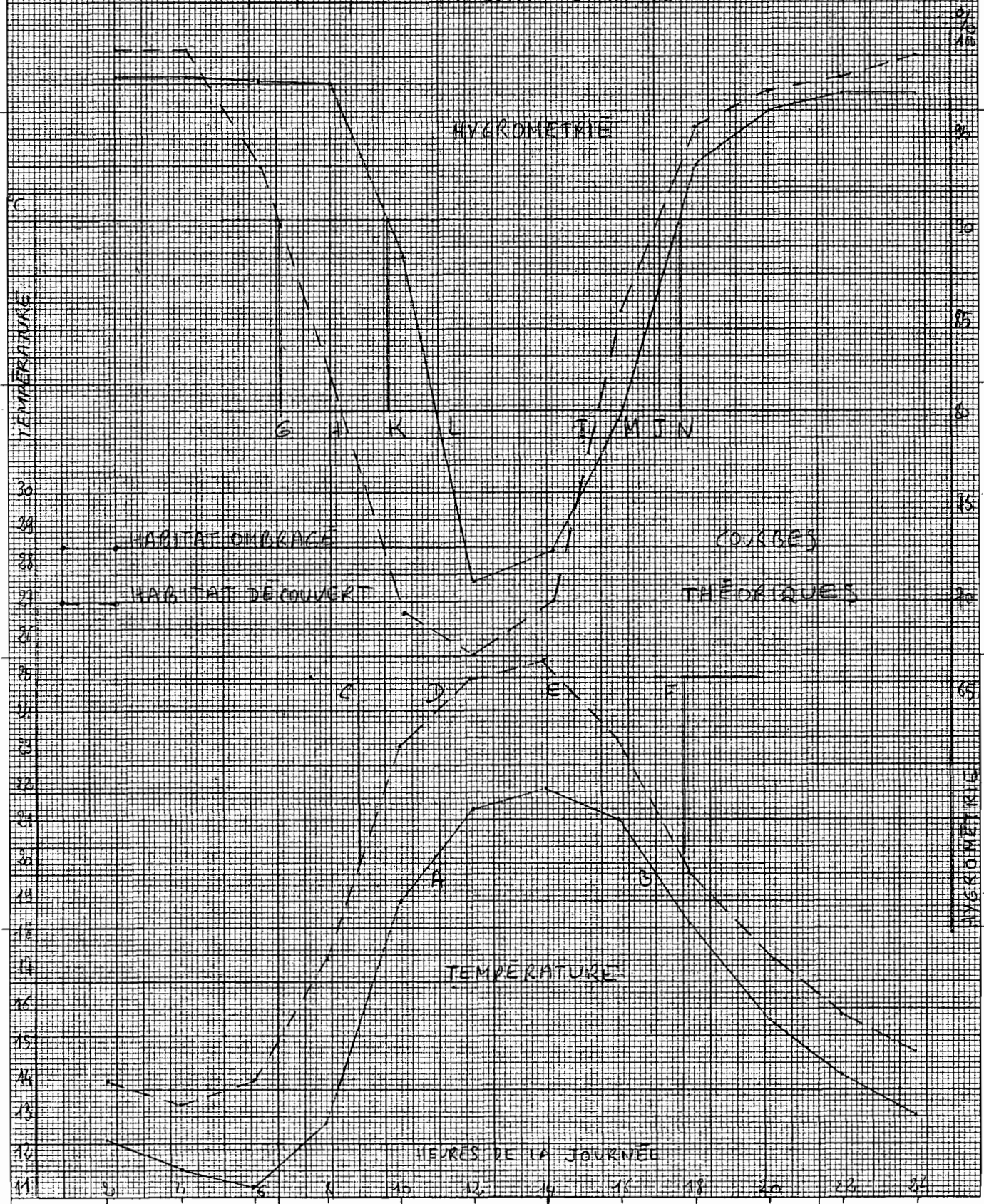
. Pour une température moyenne comprise entre 25° et 30° (des températures moyennes dépassant 30° se rencontrent exceptionnellement) c'est l'habitat découvert qui se montre le plus propice : 15 quinzaines excédentaires (45,6 heures d'excédent) contre une seule pour l'habitat ombragé (6 heures) (fig. 10B). Ce sont les mois d'été (décembre, janvier, et février, 1973 ; décembre 1974) qui sont les plus révélateurs de cet état de chose. Le temps passé en habitat découvert est entre 1,2 et 2,2 fois celui passé en habitat découvert (fig. 10A).

. Pour une gamme de températures intermédiaires, 20°-25°, l'habitat ombragé totalise 14 quinzaines excédentaires (27,8 heures) contre 15 à l'habitat découvert avec 23,8 heures.

Il est alors difficile d'affirmer que globalement l'un ou l'autre habitat est le plus favorable à un organisme dont l'optimum thermique se situerait entre 20° et 25°. Par contre l'allure du graphique obtenu permettrait de préciser que de janvier à mai (saison chaude) l'habitat le plus favorable est l'ombrage alors que l'habitat découvert est plus propice pendant les mois d'hiver (juin, juillet et août) (fig. 11B).

# TEMPS EN HEURES PASSÉ ENTRE 20°-25° ET 80%-90% DANS LES DEUX HABITATS

A B HABITAT OMBRAGE  
 TEMPÉRATURE C D E F HABITAT DÉCOUVERT  
 G H I J HABITAT DÉCOUVERT  
 HYGROMÉTRIE K L M N HABITAT OMBRAGE  
 HABITAT DÉCOUVERT

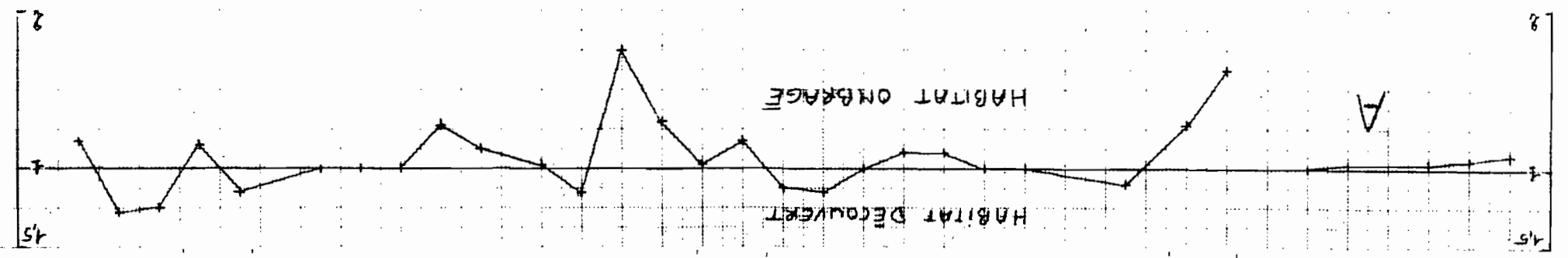
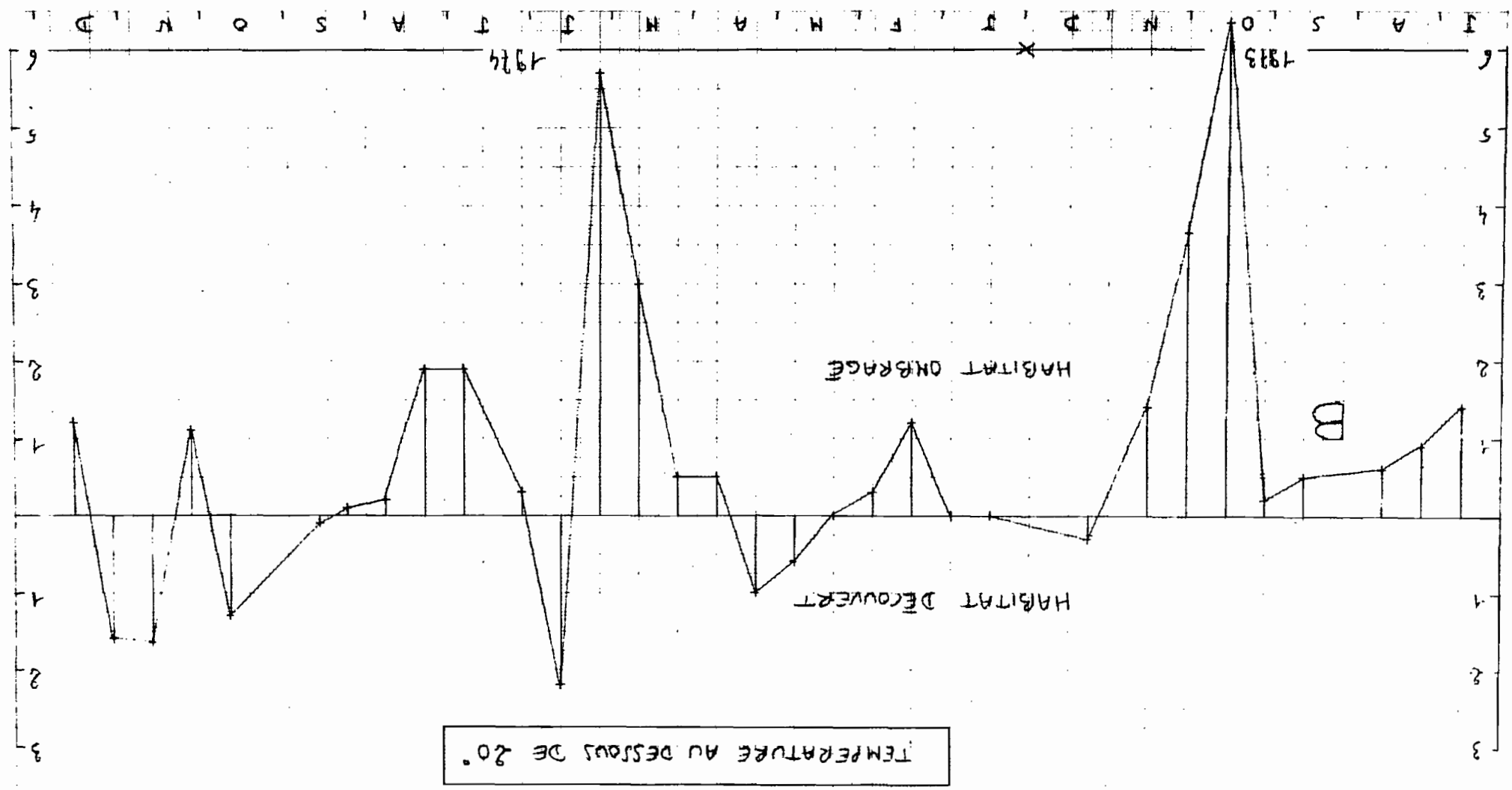


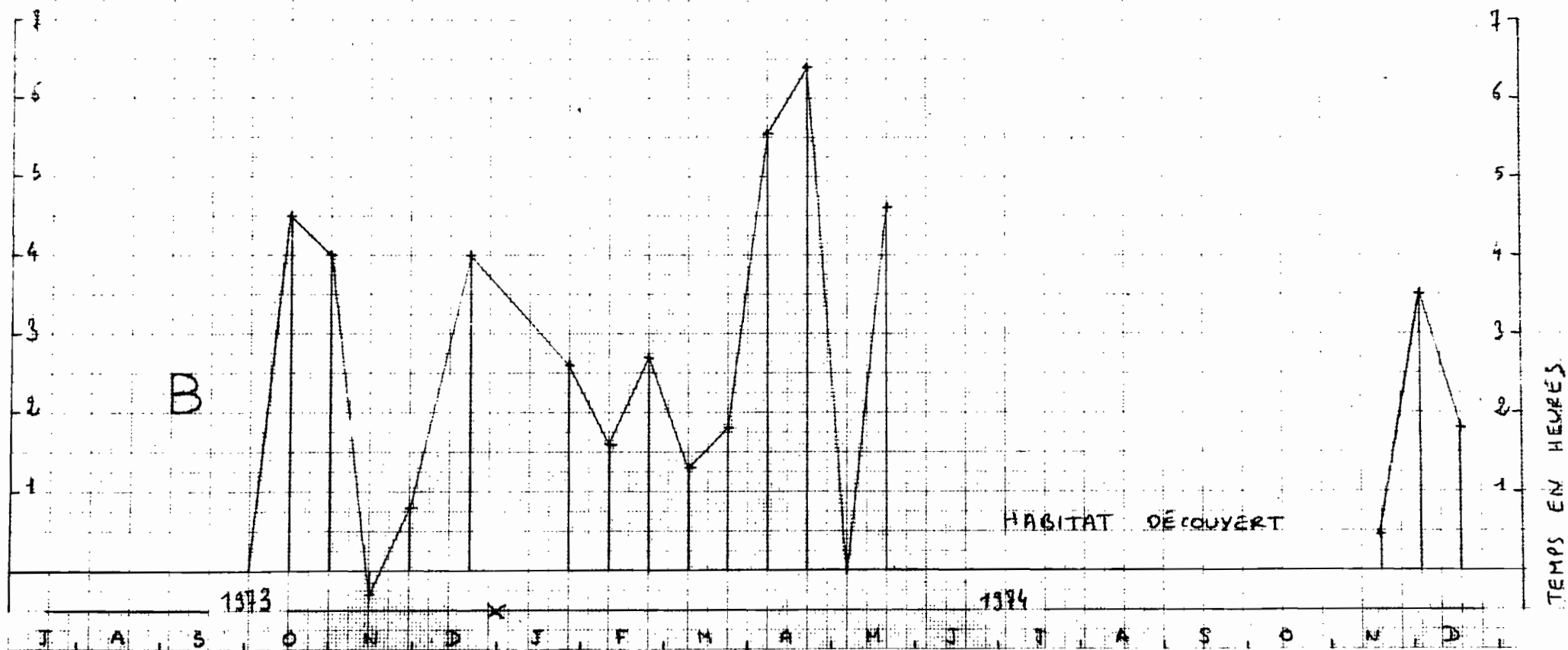
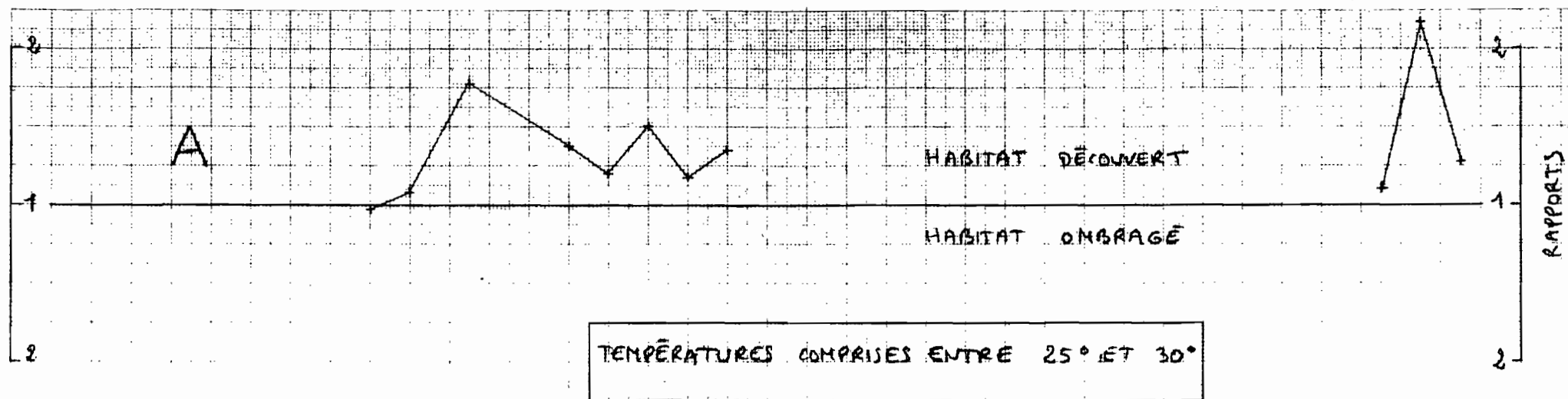


5.607

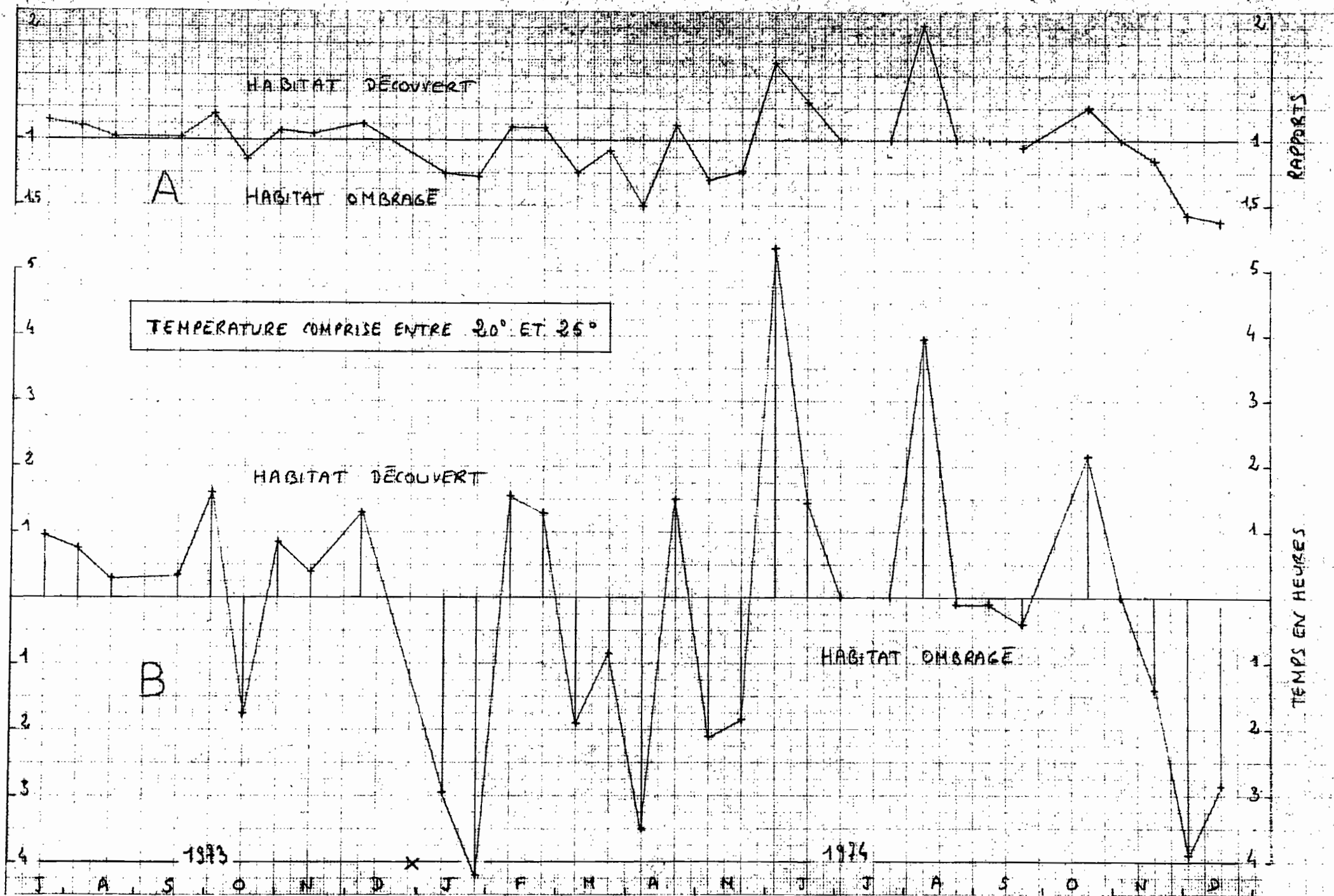
TEMPS EN HEURES

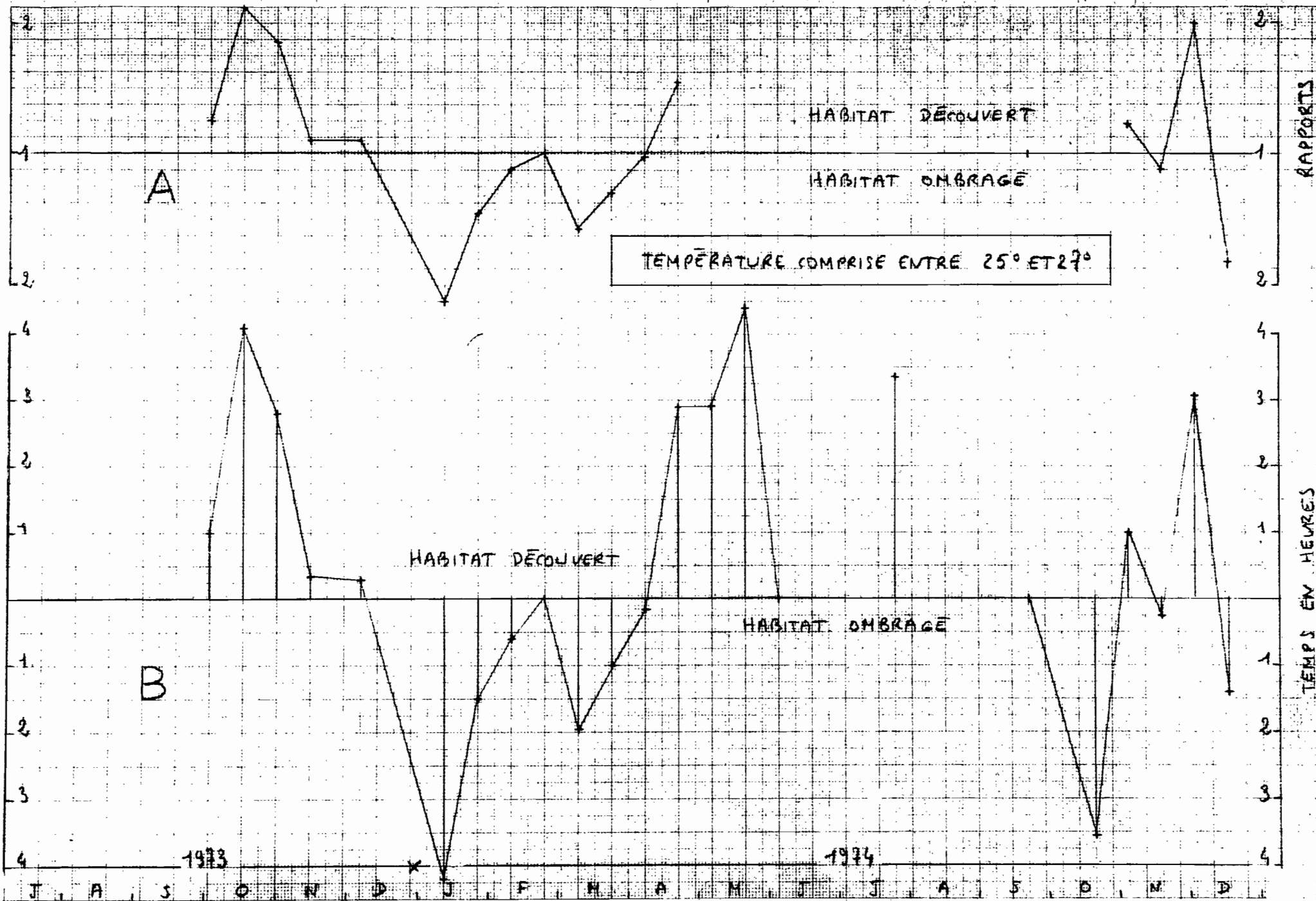
RAPPORTS





21.04







. Pour l'intervalle de température 25° 27° qui représente l'optimum thermique de L. beckii les conditions sont très proches de celles précédemment obtenues avec l'intervalle 20° 25° avec cependant une clarification du phénomène (fig. 12B).

Globalement on peut relever 11 quinzaines excédentaires en habitat découvert (26,7 heures) contre 9 pour l'habitat ombragé (29,1 heures). Dans le détail, c'est l'habitat ombragé qui se montre favorable à la cochenille pendant les mois chauds (décembre à avril 1973) et le temps passé dans cet habitat est deux fois plus long que celui passé à la même température en habitat découvert (fig. 12A). Par contre, l'habitat découvert est plus propice en saison fraîche (avril à juillet 1974 ; octobre-novembre 1973) avec des temps deux fois plus importants qu'en habitat ombragé (fig. 12A).

#### Hygrométrie relative (fig. 13, 14, 15, 16).

. Pour les hygrométries relativement basses 69%-79%, l'habitat découvert s'avère le plus favorable : 17 quinzaines excédentaires totalisant 46, 2 heures contre 14 quinzaines et 12,9 heures dans l'habitat ombragé (fig. 13B). Le phénomène est particulièrement marqué pour la période allant de décembre à juillet au cours de laquelle, nous l'avons vu, l'hygrométrie relative est généralement faible. Le temps passé, à cette gamme d'hygrométries, au sein de l'habitat découvert est parfois égal à 5,2 fois celui passé en habitat ombragé (mars 1974 (fig. 13A). On notera également que l'habitat ombragé se montre plus propice à ces faibles hygrométries durant la saison sèche (septembre à novembre 1973 et 1974) (fig. 13B). Ce fait est à noter comme paradoxal car on aurait pu logiquement s'attendre à ce que le temps passé aux faibles hygrométries soit moins long ici qu'en habitat découvert.

. Pour les fortes hygrométries entre 89% et 100% l'habitat ombragé offre les meilleures conditions avec 27 quinzaines excédentaires et 61 heures contre 5 quinzaines et 7,6 heures à l'habitat découvert. (fig. 14B). La proportion entre le temps passé à découvert et à l'ombre n'est cependant pas excessive et se situe en moyenne entre 1 et 1,5 (fig. 14A).

. Pour des hygrométries intermédiaires 79%-89% l'habitat découvert se montre le plus propice : 22 quinzaines excédentaires avec 26 heures contre 9 quinzaines et 9,6 heures pour l'habitat ombragé. (fig. 15B). Seule la période d'octobre à janvier 1973 semble contredire ce phénomène général. Le rapport entre le temps passé à ces hygrométries en habitat découvert et en habitat ombragé peut atteindre des valeurs fortes 3,75 en juin 1974 et voisine bien souvent la valeur 2 (fig. 15A).

. Dans la gamme d'optimum hygrométrique de L. beckii, le phénomène est à peu près le même mais moins accusé (fig. 16B). L'habitat découvert totalise 17 quinzaines excédentaires avec 15,3 heures contre 12 quinzaines et 7,5 heures à l'habitat ombragé. Là encore les rapports entre les deux valeurs peuvent être assez forts (2 à 2,5) (fig. 16A).

### Conclusion

. Pour les valeurs hygrométriques fortes au-delà de 90%, l'habitat ombragé apparaît comme le plus propice. Par contre, pour toutes les autres gammes d'hygrométrie et particulièrement celles de l'optimum hygrométrique de la diaspine, l'habitat découvert est le plus favorable.

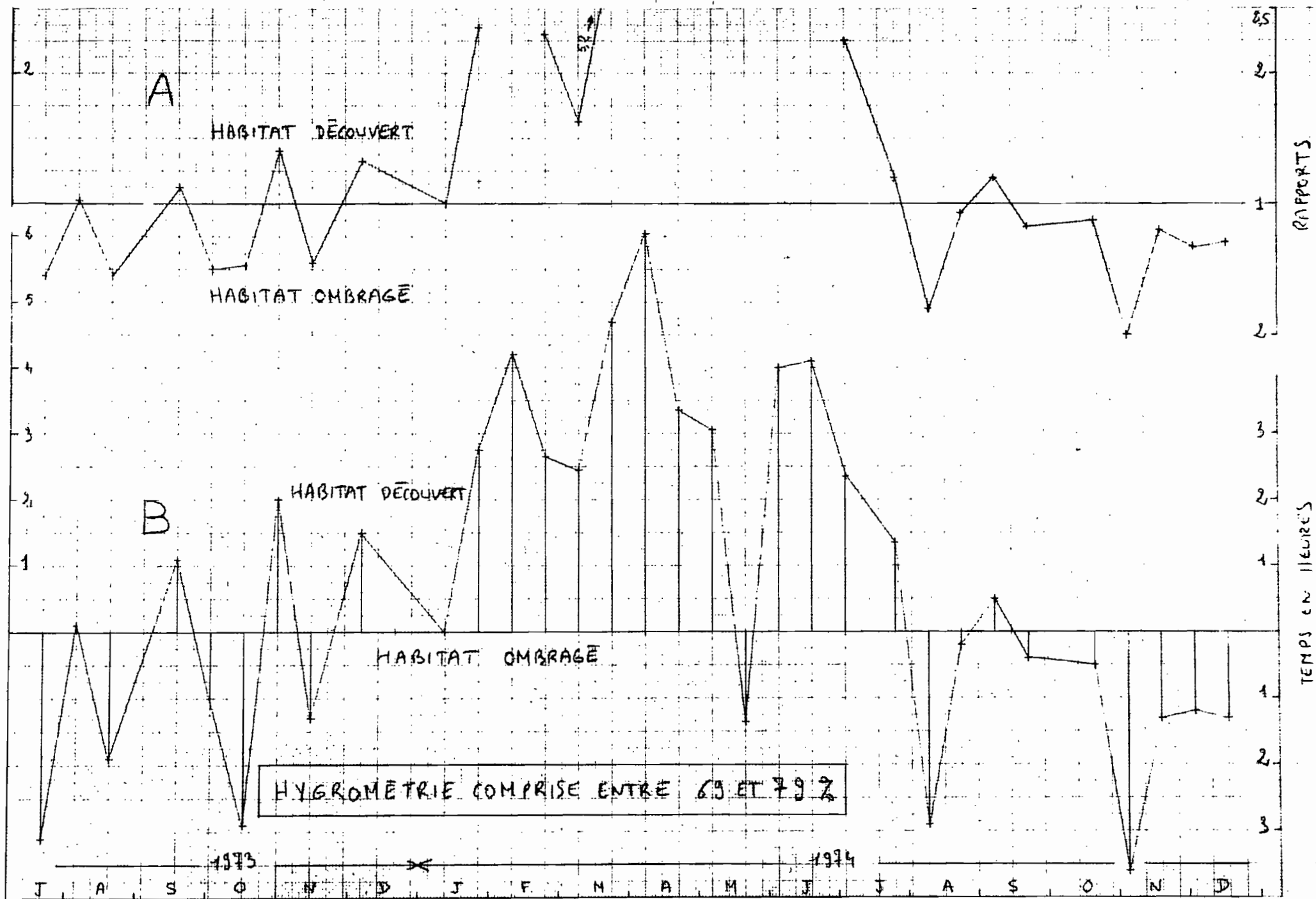
### Combinaison de des deux facteurs .....

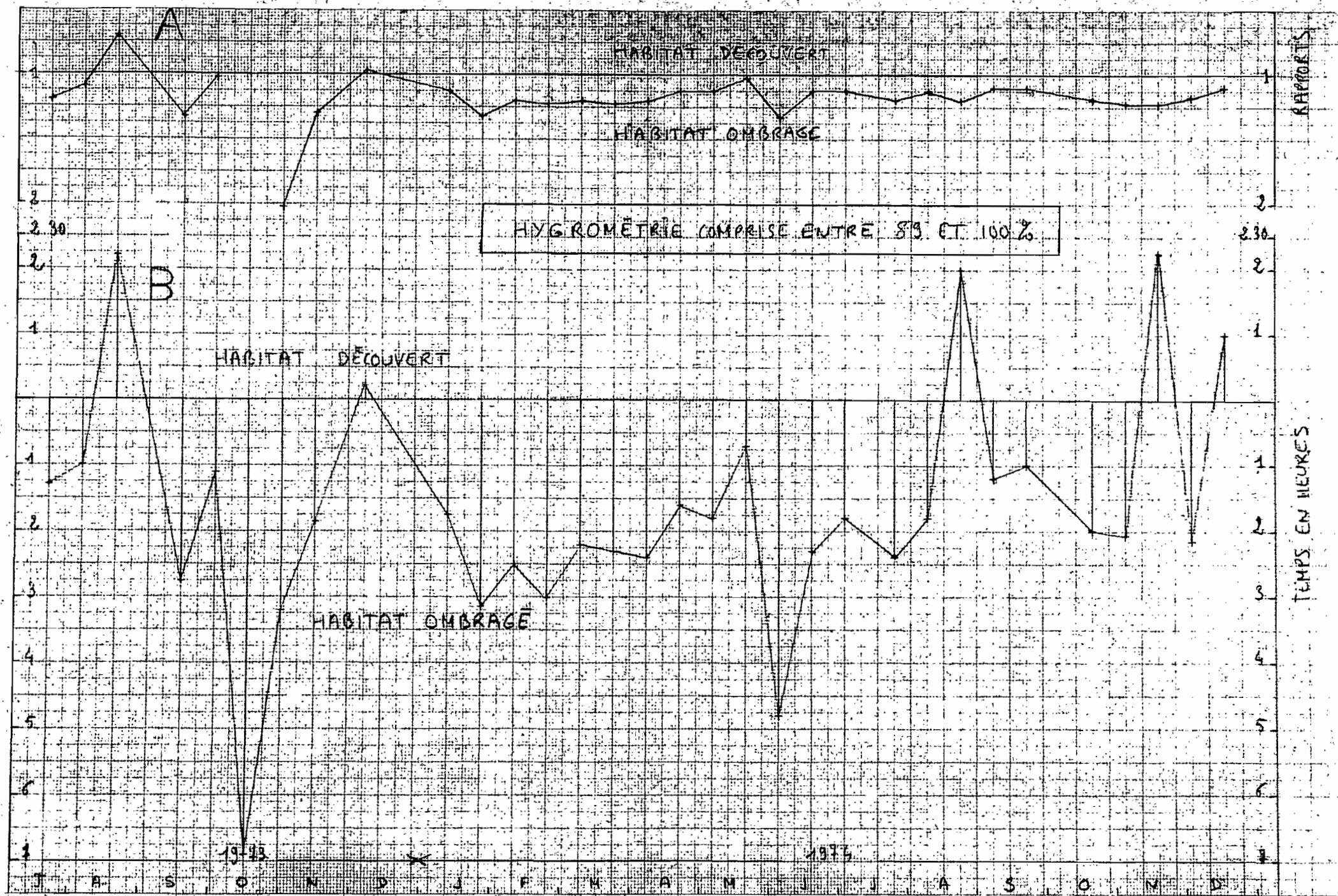
. Nous avons vu pour la température, et tout particulièrement, la gamme thermique optimale pour L. beckii, que les deux habitats se montraient alternativement favorables selon les périodes de l'année envisagées. Il n'en est pas de même de l'hygrométrie relative puisque l'habitat découvert assure toute l'année des conditions préférentielles pour le développement de la cochenille (excepté pour les hygrométries supérieures à 90%). Nous constatons à nouveau que le facteur "hygrométrie relative" est l'élément clef du microclimat de cette zone et que le facteur "température" est relégué à un rôle secondaire.

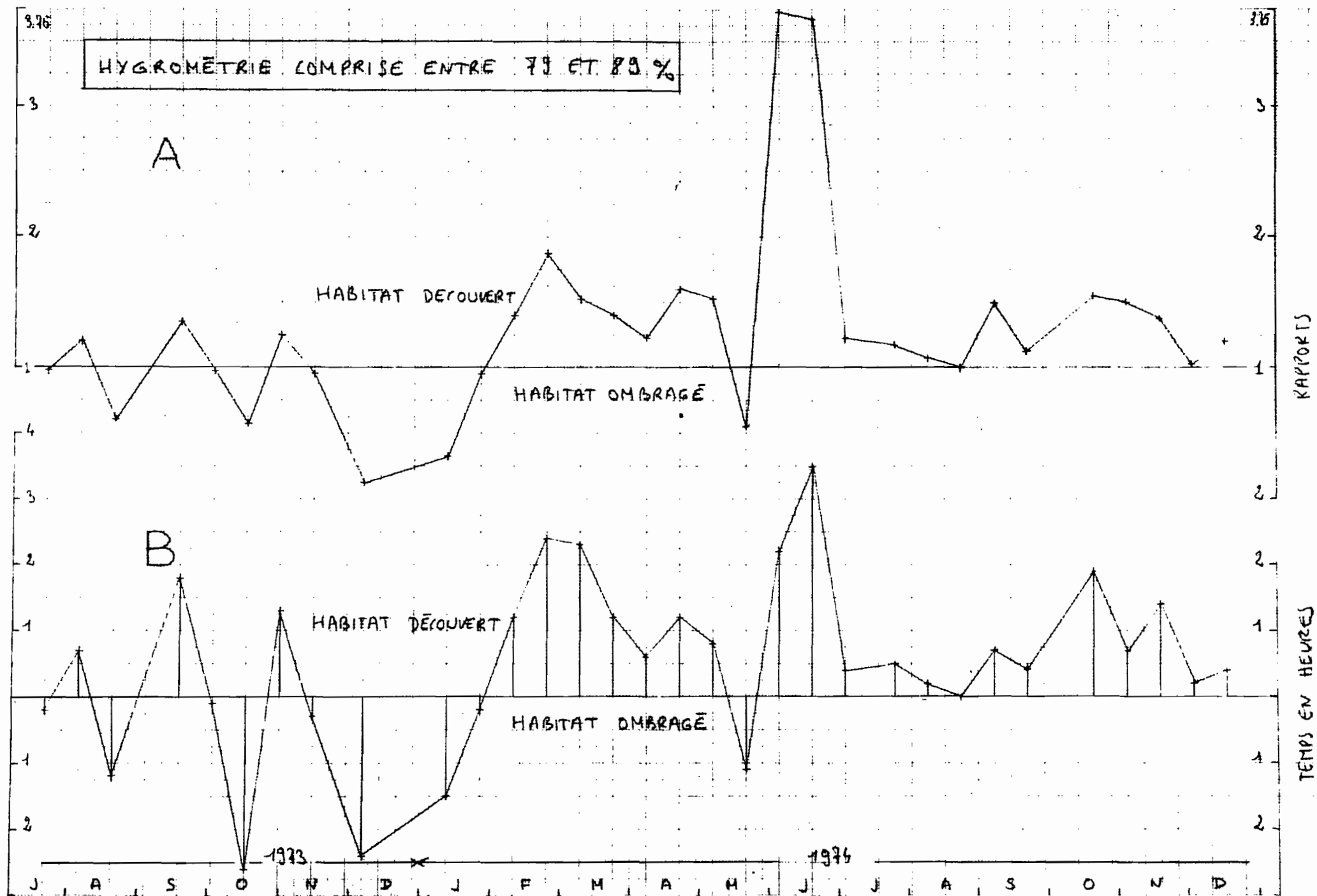
. Pour ce qui est du temps passé au sein des deux types d'habitat dans une zone thermo-hygrométrique favorable au bon développement de la cochenille, c'est sans conteste l'habitat découvert qui offre les meilleures conditions.

. Disons de plus que l'examen des fig. 12B et 17B et leur superposition montre que pour les mois d'avril à juillet 1974, l'habitat découvert assure à la fois des conditions thermiques et hygrométriques idéales.

.../...

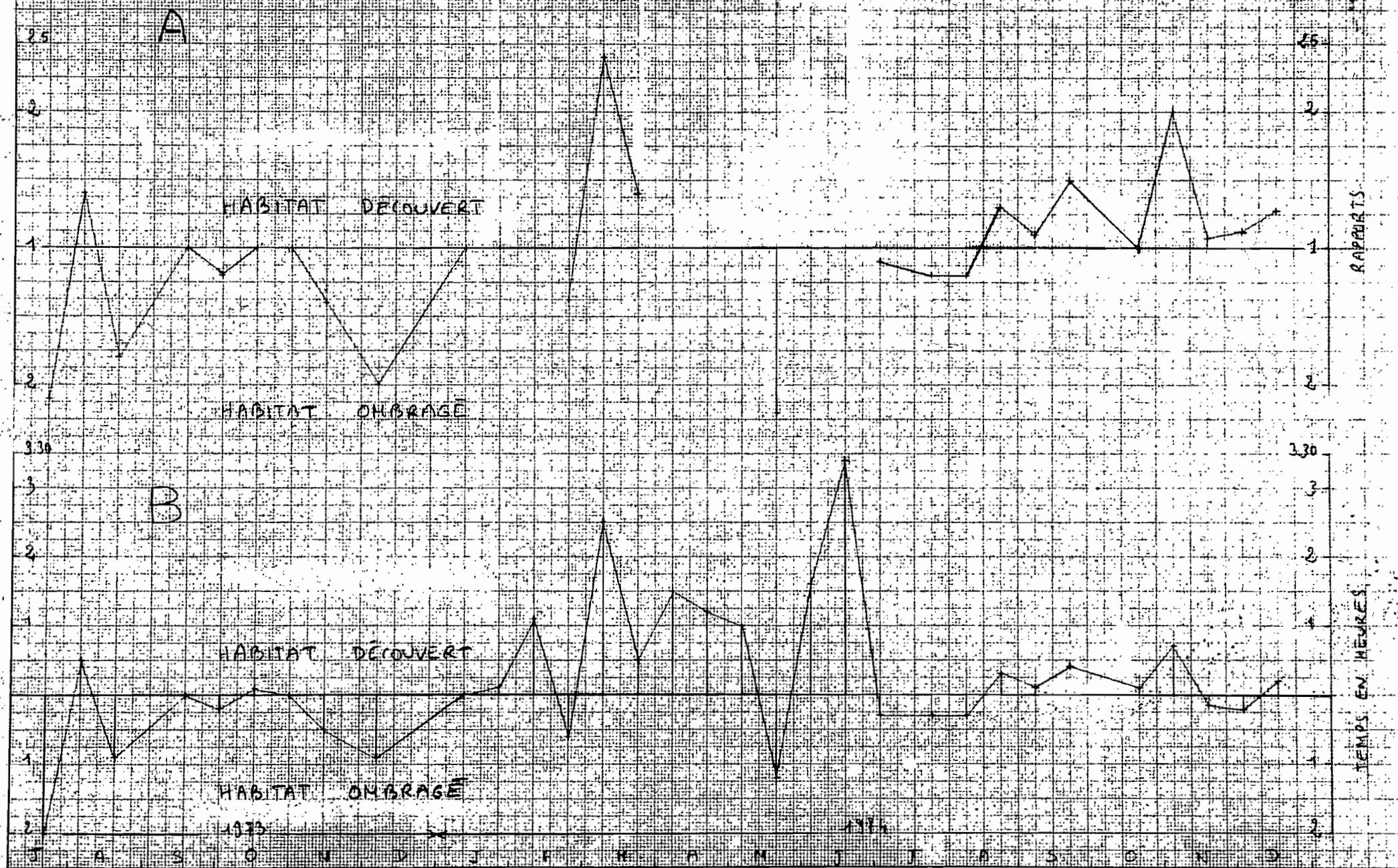








# HYGROMETRIE COMPRISE ENTRE 75 ET 79 %



Récapitulation synoptique

| facteur étudié                           | habitat favorable<br>ombragé | habitat favorable<br>découvert | période de l'année                                 |
|------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|
| temps passage zone optimale thermique    | +                            |                                | Décembre-avril                                     |
| temps passage zone optimum hygrométrique |                              | +                              | Avril - Juillet ;<br>Octobre + Novembre            |
| temps passage zone optimum hygrométrique |                              | +                              | toute l'année partiellement<br>Janvier - Septembre |

Les facteurs annexes : Temps d'humidification, insolation, ventilation

Nous avons étudié précédemment les facteurs température et hygrométrie, susceptibles d'intervenir directement sur la dynamique des populations de L. beckii. Ces facteurs peuvent également intervenir de façon indirecte en modifiant les caractéristiques de la biocoenose du ravageur : parasites, prédateurs et entomopathogènes qui sont certainement dépendant de ces mêmes facteurs. Il en est de même de la plante-hôte dont la physiologie influencée par les facteurs du microclimat, peut avoir un retentissement direct sur le développement de la diaspine. Malheureusement nous n'avons aucune donnée concernant les préférences thermo-hygrométriques de ces organismes et nous ne pouvons encore nous livrer pour eux à une étude analogue à celle que nous avons conduite pour L. beckii.

Par contre nous pouvons postuler que les conditions hygrométriques ont un effet capital sur la biologie des entomopathogènes et essayer de déterminer quel est l'habitat le plus favorable à la multiplication et à la dispersion des champignons qui s'attaquent à la cochenille (2 espèces l'une appartenant soit au genre Aschersonia soit au genre Aegerita, l'autre du genre Septobasidium).



Dans cette perspective, nous nous sommes tout particulièrement attachés à étudier le facteur "temps d'humidification" et les paramètres qui lui sont rattachés : Température, hygrométrie relative, insolation et ventilation.

1. Installation et protocole : Nous avons utilisé l'humectographe dont les caractéristiques figurent plus haut et dont les enregistrements permettent de déterminer le temps pendant lequel un élément sensible (fils de chanvre) est resté saturé d'eau après humidification préalable. Cet appareil permet également de quantifier grossièrement l'humidification selon qu'elle est le fait de la rosée, d'une pluie fine ou d'une précipitation orageuse. Nous avons utilisé cette dernière capacité pour tester les deux habitats. Faute de pouvoir mettre simultanément en action deux appareils de ce type, nous avons pratiqué de nombreux enregistrements alternatifs d'un habitat à un autre. L'appareil est fixé sur les abris météorologiques.

Les données relatives au rayonnement global ont été obtenues en plaçant un élément sensible (thermopile linéaire) dans chacun des deux habitats et en effectuant simultanément le relevé des informations sur l'enregistreur galvanométrique. Le recueil de ces données s'est opéré au cours de plusieurs séjours d'une semaine dans la zone d'étude, les appareils étant mis en batterie le matin et rangés chaque soir. L'utilisation de l'anémomètre s'est faite parallèlement aux enregistrements ponctuels de l'humectographe.

2. Les enregistrements : Nous avons pratiqué deux types d'enregistrements :

a) enregistrements hebdomadaires

L'appareil est mis en marche pour une semaine dans un des deux habitats. Le tracé obtenu est révélateur de l'état hygrométrique du biotope concerné (fig. 17A) : les chutes de pluies sont caractérisées par une remontée brutale et instantanée du tracé et la permanence de celui-ci à un niveau maximum horizontal pendant toute la durée de la précipitation. En dehors de ce phénomène on constate que le tracé marque régulièrement, chaque nuit, une remontée progressive suivie d'une chute brutale dès le lever du soleil.

Ce phénomène est directement en rapport avec l'état hygrométrique ambiant et les paramètres graphiques tels la surface du tracé, son amplitude et le temps d'humidification nous seront utiles pour préciser nos connaissances de l'hygrométrie comparée des deux habitats.

32 enregistrements successifs ont été opérés durant la période du 30.4.74 au 30.12.74 et feront l'objet de notre analyse.

#### b) enregistrements ponctuels

Le système d'horlogerie est désamorcée et la rotation du tambour est opérée manuellement : rotation d'une graduation (4mm.) toutes les minutes. Le mouvement des déplacements du stylet-enregistreur en fonction de l'état hygrométrique de l'élément sensible est ainsi largement développé et se prête mieux à l'étude (fig. 18). L'humidification des fils de chanvre est opéré artificiellement (pulvérisation d'eau distillée jusqu'à déplacement maximum du stylet). L'enregistrement est interrompu lorsque le tracé ne présente plus de modification. Ce type d'enregistrement est également alternatif. Il se fait au cours d'une journée par opérations successives dans un habitat puis dans l'autre. Dans le même temps des mesures concernant la ventilation et l'insolation sont opérées. 43 enregistrements ponctuels ont ainsi été réalisés sur une période allant du 18.12.73 au 14.2.74. L'enregistrement des valeurs du rayonnement global se fait simultanément dans les deux habitats, à raison d'un pointage toutes les 20 secondes.

Pour l'anémomètre nous avons procédé à la lecture directe après enregistrement de l'humectographe et ramené cette valeur à 80mm, temps moyen d'un relevé humectographique.

### 3 . Exploitation des courbes :

#### a) enregistrements hebdomadaires :

Ces relevés ont l'avantage de couvrir systématiquement toute une semaine et de pouvoir être obtenus sans difficulté sur de longues périodes. En revanche, ils sont peu précis (vitesse de rotation du cylindre relativement lente) et ils sont soumis aux aléas orographiques (pluies). Nous n'avons utilisé pour notre étude que les enregistrements dont le tracé est indépendant des précipitations. Ces variations régulières de l'état d'humidification de l'élément sensible peuvent être obtenues dans les deux types d'habitat. Pour en faire l'étude comparative nous avons choisi deux paramètres graphiquement mesurables : (fig. 17A).

.../...

- l'amplitude de la variation exprimée en mm.
  - la surface, exprimée en mm<sup>2</sup>, comprise entre la ligne d'enregistrement zéro et la courbe réellement obtenue de minuit à minuit. Cette dernière méthode a l'avantage d'intégrer les paramètres amplitude et temps du déroulement du phénomène.
- De 33 à 45 relevés ont ainsi été étudiés autant en habitat ombragé qu'en habitat découvert et ont fait l'objet d'une analyse statistique.

Analyse statistique : Le phénomène mis en évidence est en relation avec le degré hygrométrique et la température durant le laps de temps pendant lequel il se déroule. Nous avons donc recherché pour chaque valeur de l'enregistrement humectographique (amplitude et surface) les valeurs correspondantes de la température (amplitude et surface) et de l'hygrométrie (surface seulement, l'amplitude étant régulièrement voisine de 100% dans les deux habitats, fig. 2A). Les résultats de cette analyse font l'objet de la fig. 17B.

#### b) enregistrements ponctuels

Sur les courbes ainsi enregistrées nous avons défini le temps pendant lequel l'élément sensible restait saturé d'eau (phase saturée = courbe horizontale) et le temps pendant lequel le mécanisme de dessiccation se déroulait (phase de dessiccation = courbe en escalier).

Ces deux paramètres sont en rapport cette fois non seulement avec les conditions de température et d'hygrométrie relative mais aussi avec le rayonnement global et la ventilation.

Sans entreprendre une analyse statistique qui nous semblait trop hasardeuse du fait du faible nombre de relevés étudiés (1 à 15 dans chaque habitat) et de la complexité des interactions en jeu, nous avons plus simplement représenté les résultats obtenus sous forme de tableaux (fig. 18B et tableau II.)

#### 4. Interprétation :

a) les relevés ponctuels permettent de quantifier un phénomène auquel il est évident de s'attendre : le temps de permanence de la phase saturée et le temps de dessiccation sont plus importants en milieu ombragé qu'en milieu découvert. A cela plusieurs raisons :

.../...

- les enregistrements sont effectués le jour et les habitats ont les conditions thermohygrométriques que nous avons précédemment définies : hygrométrie forte et température plus basse en milieu ombragé (fig. 2 et 3).
- le rayonnement solaire est plus intense en milieu découvert et assure une évaporation plus rapide (tableau II).
- il en est de même pour la mobilité de l'air qui est faible dans les plantations de café (fig. 18B).

Après étude des chiffres obtenus nous pouvons dire que le temps total d'humidification puis de dessiccation est en moyenne trois fois plus long en milieu ombragé qu'en milieu découvert (119mm et 42mm). Le temps de dessiccation étant approximativement le double (33mm et 15mm) et le temps d'humidification le triple (85mm et 28mm). La ventilation est trois fois plus importante en habitat découvert (325 tours en 80mm contre 109 pour l'habitat ombragé). Le rayonnement global en milieu découvert est de l'ordre de 6 fois celui du milieu ombragé.

| Rayonnement global moyen enregistré |
|-------------------------------------|
|-------------------------------------|

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Habitat ombragé : 6,8 cal/cm <sup>2</sup> /heure |
|--------------------------------------------------|

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| Habitat découvert : 36,5 cal/cm <sup>2</sup> /heure |
|-----------------------------------------------------|

b) l'étude des enregistrements hebdomadaires met en évidence un phénomène inattendu : durant la nuit l'hygrométrie que nous savons être à saturation dans les deux habitats, assure une humidification inégale de l'élément sensible de l'humectographe. Cette humidification est plus importante en habitat découvert qu'en habitat ombragé.

L'amplitude est de l'ordre de 29mm en moyenne à découvert alors qu'elle est de 13mm à l'ombre (fig. 17B). Il en est de même lorsque les paramètres amplitude et temps d'humidification sont étudiés dans leur intégration : les surfaces couvertes sont de 496mm<sup>2</sup> contre 236mm<sup>2</sup> à l'ombre. L'interprétation du phénomène doit faire intervenir plusieurs facteurs :  
- l'insolation directe et le rayonnement indirect ne sont pas en cause. Ils n'interviennent que pour interrompre le phénomène dès le lever du jour et l'initier à la tombée de la nuit. Remarquons que les courbes manifestent un décalage temporel le phénomène se mettant en place plus tardivement en habitat ombragé et s'y terminant plus tardivement.

- l'hygrométrie relative ne semble pas intervenir puisqu'elle se maintient à saturation toute la nuit dans les deux habitats.
- la ventilation n'a fait l'objet d'aucune mesure durant la nuit. Cependant nous savons que le vent tombe régulièrement dès le coucher du soleil et de plus que sa manifestation irait en sens contraire du phénomène observé.
- la température semble être le facteur clef de ce phénomène. En effet nous avons vu que les amplitudes thermiques étaient beaucoup plus élevées en habitat découvert et que, par conséquent, les minima thermiques absolus étaient inférieurs dans l'habitat découvert. Ceci expliquerait que pour une même hygrométrie les températures plus basses provoqueraient un phénomène de condensation plus marqué (rosée) et une humidification plus nette. Les corrélations que nous avons étudiées à ce propos sont cependant peu révélatrices (fig. 17B).

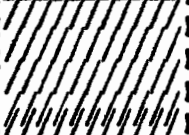
#### Conclusion

Cette expérimentation s'inscrit dans nos préoccupations bioclimatologiques relatives à la biocoenose de L. beckii. Le temps de permanence d'un certain degré d'humidification de l'élément sensible de l'humectographe peut se traduire en termes de "temps de permanence d'un film liquide à la surface des feuilles d'agrumes" dans les deux habitats et peut être une donnée fondamentale pour la connaissance de l'impact des champignons entomopathogènes.

Dans une telle optique nous pouvons conclure que le milieu découvert s'avère <sup>plus</sup> favorable au développement et à la dispersion des champignons que le milieu ombragé du fait de la plus grande vitesse de dessiccation des surfaces mouillées par la pluie. Au contraire, au cours de la nuit, de façon très régulière et indépendamment de toute précipitation, une humidité saturante s'établit dans l'habitat découvert et paraît assurer des conditions plus favorables aux développements des entomopathogènes.

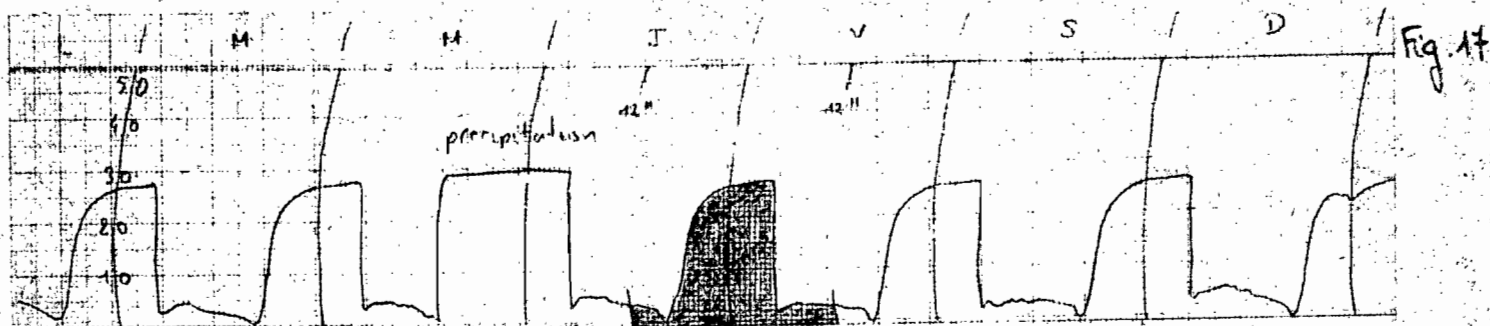
Du fait de notre méconnaissance de ce qui touche à la biologie des champignons qui se développent aux dépens de L. beckii nous ne pouvons aller plus loin dans nos considérations. Cependant l'étude de la dynamique des populations de la cochenille et de l'impact des entomopathogènes nous permettra de revenir sur cette question et d'en préciser certains points.

Récapitulation synoptique

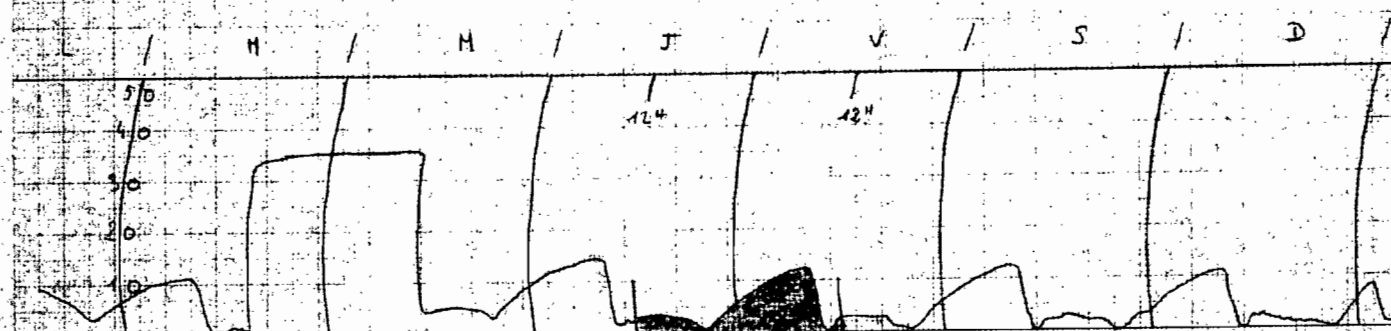
| Facteur étudié                      | habitat favorable                                                                 |                                                                                   | Période de l'année                              |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                     | ombragé                                                                           | découvert                                                                         |                                                 |
| Temps permanence humidité saturante |  | +                                                                                 | toute l'année=la nuit<br>surtout saison fraîche |
|                                     | +                                                                                 |  | toute l'année=le jour<br>surtout saison chaude  |

REMARQUE

L'étude de l'évaporation n'a pu être menée dans les habitats ombragés et découverts de Sarraméa faute des "Piches hebdomadaires" prévues. Toutefois, le Service de l'Hydrologie de l'ORSTOM a établi à l'île de Maré (Iles Loyauté) une série de mesures thermohygrométriques en forêt et en milieu découvert, associée à l'étude de l'évaporation (bacs d'évaporation). Les résultats de cette étude ont été mis à notre disposition et nous les avons traités selon les méthodes précédentes. Nous avons ainsi, en utilisant comme référence, les résultats de l'étude thermohygrométrique à Maré et à Sarraméa, la possibilité de faire intervenir dans les facteurs étudiés les données recueillies à Maré sur le phénomène évaporation. Nous tenons ces données en réserve faute de pouvoir les utiliser dans l'immédiat.



HABITAT DÉCOUVERT ENREGISTREMENT D'HUMECTOGRAPHE SEMAINE DU 27.11 AU 4.12.74

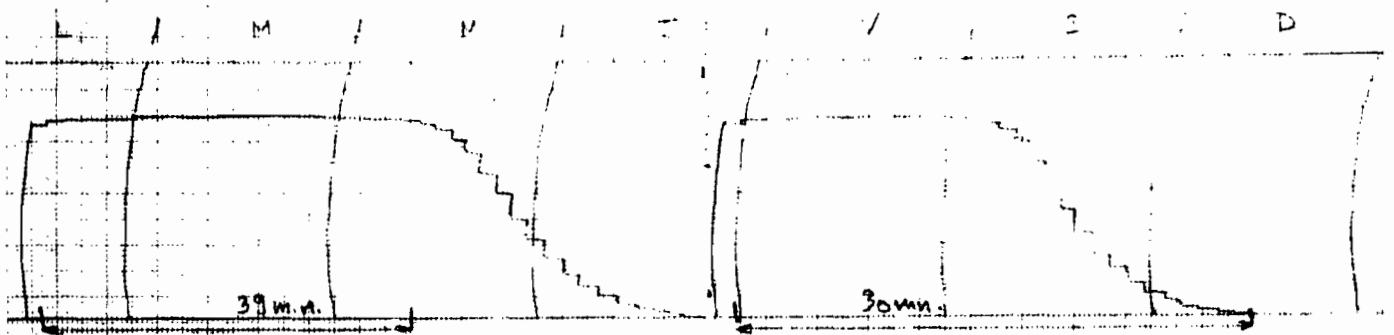


HABITAT OMBRÉ ENREGISTREMENT D'HUMECTOGRAPHE SEMAINE DU 11.11 AU 18.11.74

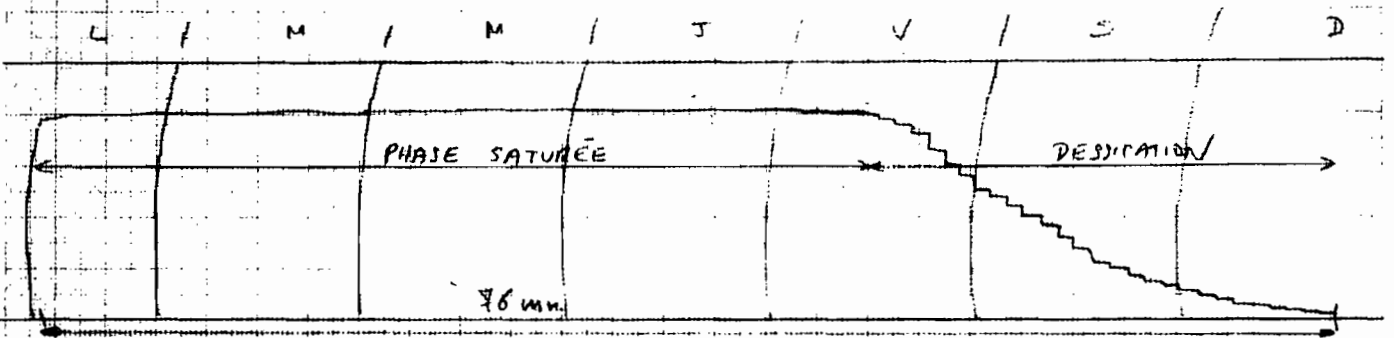
ANALYSE DES DONNÉES DE L'HUMECTOGRAPHE, L'HYGROGRAPHE ET LE THERMOGRAPHE

|                    |            | HABITAT<br>DÉCOUVERT                                                 | HABITAT<br>OMBRÉ                                                     | COEFFICIENTS<br>DE<br>CORRELATION |               |
|--------------------|------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| HUMECTOGRAPHE<br>① | SURFACES   | $\Sigma: 22.332$<br>$N: 45$<br>$M: 496,8 \text{ mm}^2$<br>$\pm 48,9$ | $\Sigma: 3219$<br>$N: 39$<br>$M: 236,3 \text{ mm}^2$<br>$\pm 33,9$   | HABITAT DÉCOUVERT                 | HABITAT OMBRÉ |
|                    | AMPLITUDES | $\Sigma: 1326$<br>$N: 45$<br>$M: 29,46$<br>$\pm 1,2$                 | $\Sigma: 577$<br>$N: 44$<br>$M: 13,11$<br>$\pm 1,4$                  |                                   |               |
| TEMPÉRATURE<br>②   | SURFACES   | $\Sigma: 35581$<br>$N: 45$<br>$M: 790,6 \text{ mm}^2$<br>$\pm 50,9$  | $\Sigma: 32398$<br>$N: 44$<br>$M: 849,9 \text{ mm}^2$<br>$\pm 49,3$  | ④ ③                               |               |
|                    | AMPLITUDES | $\Sigma: 573$<br>$N: 45$<br>$M: 12,7^\circ\text{C}$<br>$\pm 0,9$     | $\Sigma: 640$<br>$N: 44$<br>$M: 13,8^\circ\text{C}$<br>$\pm 1,0$     | ② ④                               |               |
| HYGROMÉTRIE<br>⑤   | SURFACES   | $\Sigma: 58794$<br>$N: 33$<br>$M: 1781,6 \text{ mm}^2$<br>$\pm 71,5$ | $\Sigma: 69982$<br>$N: 39$<br>$M: 1794,4 \text{ mm}^2$<br>$\pm 78,4$ | ① ⑤                               |               |
|                    |            |                                                                      |                                                                      | 0.82                              | 0.26          |
|                    |            |                                                                      |                                                                      | 0.39                              | 0.043         |
|                    |            |                                                                      |                                                                      | 0.32                              | 0.42          |





HABITAT DÉCOUVERT ENREGISTREMENT D'HUMECTOGRAPHIE 30.6.74



HABITAT OMBRÉ ENREGISTREMENT D'HUMECTOGRAPHIE 23.6.74

ANALYSE DES DONNÉES DE L'ENREGISTREMENT DE L'HUMECTOGRAPHIE  
ET DE L'ANÉMOMÈTRE

|                                  | HABITAT<br>DÉCOUVERT                          | HABITAT<br>OMBRÉ                              |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| DURÉE DE LA PHASE SATURÉE        | $\Sigma: 315$<br>M: 28 mn.<br>N: 11 $\pm 10$  | $\Sigma: 1030$<br>M: 89 mn<br>N: 13 $\pm 31$  |
| DURÉE DE LA DESSICATION          | $\Sigma: 165$<br>M: 15 mn<br>N: 11 $\pm 4$    | $\Sigma: 404$<br>M: 33 mn<br>N: 13 $\pm 8$    |
| DURÉE TOTALE DE L'ENREGISTREMENT | $\Sigma: 470$<br>M: 42 mn<br>N: 11 $\pm 13$   | $\Sigma: 1434$<br>M: 119 mn<br>N: 13          |
| RELEVÉS DE L'ANÉMOMÈTRE          | $\Sigma: 3580$<br>M: 3254<br>N: 11 $\pm 1596$ | $\Sigma: 1312$<br>M: 1093<br>N: 13 $\pm 98,3$ |

EXPLICATIONS: DANS LE TEXTE

Tableau II

Enregistrements simultanés des principaux paramètres  
du microclimat en habitats ombragés et découverts

| Date     | Heure | Habitat | Temps<br>humidi-<br>fication | Temps<br>dessi-<br>cation | Temps<br>total | Anémo-<br>mètre | Anémo-<br>mètre<br>corrige<br>80mm | T° | H.R. | Insolation |
|----------|-------|---------|------------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|------------------------------------|----|------|------------|
| 48.12.73 | 13H05 | Ombre   | 20                           | 12                        | 32             |                 |                                    |    |      |            |
| 26.12.73 | 12H15 | Ombre   | 34                           | 14                        | 48             | 4,2             | 7,0                                |    |      |            |
|          | 13H20 | Soleil  | 14                           | 12                        | 26             | 18,5            | 56,9                               |    |      |            |
| 8.1.74   | 10H   | Soleil  | 18                           | 9                         | 27             | 20              | 59,2                               |    |      |            |
|          | 11H45 | Ombre   | 24                           | 15                        | 39             | 22,17           | 45,3                               |    |      |            |
| 9.1.74   | 10H45 | Ombre   | 42                           | 20                        | 62             | 29,48           | 38,03                              | 28 | 78   | 7°         |
|          | 12H10 | Soleil  | 18                           | 9                         | 27             | 26              | 77,03                              | 31 | 70   |            |
| 16.1.74  | 10H45 | Ombre   | 34                           | 35                        | 69             | 11,15           | 12,92                              |    |      |            |
|          | 13H   | Soleil  | 16                           | 15                        | 31             | 16              | 41,29                              | 30 | 68   |            |
| 29.1.74  | 10H30 | Ombre   | 30                           | 28                        | 58             | 3               | 4,13                               | 23 |      |            |
|          | 12H   | Soleil  | 28                           | 10                        | 28             | 5,45            | 15,57                              | 27 |      |            |
| 23.4.74  | 8H    | Soleil  | 39                           | 32                        | 71             | 14,46           | 16,29                              |    | 85   | 6,7 30,5   |
|          | 9H55  | Ombre   | 90                           | 33                        | 123            | 4,40            | 2,86                               | 16 |      | 5,5 149,2  |
|          | 12H55 | Soleil  | 29                           | 12                        | 41             | 5,70            | 11,12                              |    | 60   | 4,2 37,5   |
|          | 14H50 | Ombre   | 96                           | 48                        | 144            | 11,84           | 9,48                               | 26 | 80   | 2,5 6,7    |
| 24.4.74  | 7H30  | Ombre   | 153                          | 60                        | 213            | 5,30            | 1,99                               | 19 | 99   | 4,5 35,7   |
|          | 12H   | Soleil  | 28                           | 17                        | 45             | 6,94            | 12,33                              | 28 | 70   | 6,7 58,0   |
|          | 13H05 | Ombre   | 141                          | 47                        | 188            | 3,71            | 1,57                               | 26 | 85   | 5,5 44,7   |
| 25.4.74  | 7H30  | Soleil  | 68                           | 20                        | 88             | 2,51            | 2,28                               | 15 | 100  |            |
|          | 9H20  | Ombre   | 144                          | 28                        | 172            | 8               | 3,72                               | 21 | 95   | 2,5 29,5   |
|          | 11H45 | Soleil  | 36                           | 17                        | 53             | 17,87           | 26,97                              | 27 | 67   | 6,2 50,0   |
| 26.4.74  | 9H15  | Ombre   | 140                          | 35                        | 175            | 3,47            | 1,58                               | 21 | 95   | 4,0 140,5  |
|          | 12H40 | Soleil  | 21                           | 12                        | 33             | 16,3            | 39,51                              | 26 | 53   | 6,2 146,7  |
|          | 13H25 | Ombre   | 82                           | 29                        | 111            | 4,4             | 3,17                               | 23 | 85   | 5,0 143,0  |
| 30.4.74  | 11H50 | Soleil  | 21                           | 16                        | 37             | 11,6            | 25,08                              |    |      |            |
| 13.2.74  | 10H11 | Soleil  | 28                           | 15                        | 43             | 20,12           | 37,43                              |    |      | 8,0 127,7  |

.../...

|         |       |        |    |    |    |       |       |    |    |      |      |
|---------|-------|--------|----|----|----|-------|-------|----|----|------|------|
|         | 11H23 | Ombre  | 45 | 21 | 66 | 16.40 | 19,29 |    |    | 8,0  | 28,5 |
|         | 12H51 | Soleil | 22 | 18 | 40 | 10    | 20    | 29 | 70 | 8,7  | 32,2 |
|         | 13H52 | Ombre  | 33 | 21 | 54 | 16.7  | 24,74 | 28 | 80 | 8,2  | 28,5 |
| 14.2.74 | 8H14  | Soleil | 23 | 19 | 42 | 4.55  | 8,66  | 26 | 75 | 8,2  | 38,0 |
|         | 9H20  | Ombre  | 44 | 23 | 67 | 1.45  | 1,73  | 25 | 95 | 11,7 | 53,5 |
|         | 11H03 | Soleil | 20 | 9  | 29 | 1.75  | 4,82  | 30 | 62 | 14,2 | 33,7 |
|         | 12H   | Ombre  | 52 | 22 | 74 | 3.65  | 3,94  | 31 | 75 | 9,5  | 26,2 |
|         | 13H33 | Soleil | 25 | 14 | 39 | 17.15 | 3,51  | 31 | 67 | 8,0  | 26,2 |

Temps d'humidification en minutes

Temps de dessiccation en minutes

Anémomètre en nombre de tours dans le temps de la manipulation

Anémomètre corrigé en nombre de tours en 80 mm.

Température en degrés (T°)

Hygrométrie relative en pour cent (H.R.)

Insolation = Rayonnement global en cal./cm<sup>2</sup>/heure

O = ombre = habitat ombragé

S = soleil = habitat découvert

### III - Conclusion

Nous avons abordé cette étude avec, en arrière plan, un certain nombre d'idées générales sur la climatologie des habitats ombragés qui s'accorde assez <sup>mal</sup> avec ce que nous savons de la dynamique des populations de L. beckii au sein de ces mêmes biotopes.

Le milieu ombragé qui assure une humidité ambiante plus importante et exerce un effet tampon vis à vis des variations thermiques et hygrométriques devrait se révéler particulièrement favorable au développement de la diaspine.

Paradoxalement, si la cochenille y est relativement plus abondante en période de faible population, c'est en milieu découvert que cette dernière exerce les plus gros ravages en période de pullulation.

A ce paradoxe, plusieurs réponses sous forme d'hypothèses : les conditions microclimatiques de l'habitat ombragé sont-elles effectivement plus favorables compte tenu de ce que l'on sait de la biologie de L. beckii ? Le milieu découvert n'offre-t-il pas des conditions telles que le développement de fortes populations en période de pullulation y trouverait son explication ? Quelle est la part de l'action directe de ces différents facteurs sur les colonies de la diaspine ? N'y aurait-il pas tout un jeu d'influences indirectes de ces facteurs microclimatiques sur le ravageur par le biais de la plante-hôte ou de la biocoenose parasitaire, prédatrice ou entomopathogène ?

Nous avons voulu tenter de répondre aux premières de ces questions : quel est l'impact direct des facteurs microclimatiques ; ceux-ci peuvent-ils à eux seuls rendre compte des grandes lignes de la dynamique des populations de la cochenille.

Nous n'avons pas abouti à une réponse aussi claire que l'est la question ainsi formulée. Aucun des deux habitats de la vallée de Sarraméa n'apparaît définitivement plus favorable à la cochenille tout au long de l'année. Nous parvenons après examen des différentes modalités de l'action directe des facteurs du microclimat à un jeu complexe d'interventions que nous avons schématisé plus loin.

Chacun des deux habitats apparait tour à tour, selon la période de l'année ou même selon qu'il s'agisse du jour ou de la nuit, soit propice au développement de L. beckii soit contraire à sa prolifération. Nul doute que d'autres facteurs interviennent au sein de ces habitats pour moduler parallèlement à l'action directe du microclimat les fluctuations de population de la cochenille.

Quoiqu'il en soit, les résultats de cette étude nous dégageront ultérieurement de toute affirmation schématique à priori et nous permettront d'aborder avec des connaissances nouvelles et précises les aspects multiples de l'écologie des populations du ravageur.

Récapitulation synoptique d'ensemble

|                                     | Facteur étudié                                     | habitat favorable à la cochenille |           | Période de l'année                                      |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
|                                     |                                                    | ombragé                           | découvert |                                                         |
| Action directe sur la cochenille    | amplitude thermique                                | +                                 |           | toute l'année particulièrement décembre-juin            |
|                                     | amplitude hygrométrique                            | +                                 |           | toute l'année particulièrement décembre-juin            |
|                                     | temps passage dans la zone d'optimum thermique     | +                                 |           | Décembre-avril                                          |
|                                     | temps passage dans la zone d'optimum hygrométrique |                                   | +         | avril-juillet et octobre-novembre                       |
|                                     | temps passage dans la zone d'optimum thermique     |                                   | +         | toute l'année particulièrement janvier-septembre        |
|                                     | temps passage dans la zone d'optimum hygrométrique |                                   | +         | toute l'année - la nuit particulièrement saison fraîche |
| Action indirecte (entomopathogènes) | temps de persistance de l'humidité saturante       |                                   | +         | toute l'année - le jour particulièrement saison chaude  |

## B I B L I O G R A P H I E

- COCHEREAU, P. 1974 a) Description botanique des biotopes de La Foa  
dans Dynamique des populations du papillon piqueur  
de fruits Othreis fullonia Clerck en Nouvelle-  
Calédonie. Multigraphié, p. 116-132.
- " " 1974 b) Les caractéristiques climatiques du milieu néo-  
calédonien dans Dynamique des populations...  
Multigraphié, p. 99-106.
- MONIOD, F. 1966. Carte des précipitations annuelles ORSTOM.
- ANONYME, 1970. Techniques d'études des facteurs physiques de la  
biosphère. Publication INRA, n° 70.

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE

G. FABRES

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

II-Eléments de physiologie de la plante-hôte.

Incidence du métabolisme du végétal support  
sur la physiologie de la cochenille et la  
dynamique de ses populations.

Nouméa, avril 1975.



Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa.

II - Eléments de physiologie de la plante-hôte.

Incidence du métabolisme du végétal support  
sur la physiologie de la cochenille et la  
dynamique de ses populations.

G. FABRES

I - / Introduction /

II- / Cadre de l'étude /

III- / Les paramètres étudiés /

Généralités sur la phénologie des agrumes

Croissance des feuilles

1. Méthode

2. protocole

a) choix des arbres, des rameaux et des feuilles

b) période choisie pour cette étude

3. Exploitation des données

a) calcul du taux de croissance

b) exploitation graphique

4. Interprétation

5. Implications

Temps de permanence des feuilles sur l'arbre

1. Méthode

2. Protocole

a) poussée de sève d'août-septembre 1973

b) poussée de sève de mars 1974

.../...

### 3. Exploitation des données

### 4. Interprétation

#### a) étude des jeunes feuilles

poussée de sève d'août-septembre 1973  
.....

poussée de sève mars-avril 1974  
.....

#### b) étude des vieilles feuilles

poussée de sève d'août-septembre 1973  
.....

poussée de sève de mars-avril 1974  
.....

#### c) modalités des phénomènes de sortie et de chute des feuilles au cours d'une année théorique

### 5. Implications

#### Surface des feuilles

##### 1. Méthode

##### 2. Protocole

###### a) échantillonnage

###### b) mesure de la surface foliaire

##### 3. Exploitation des données et résultats

##### 4. Implications

#### Composition chimique des feuilles

##### 1. Protocole

##### 2. Résultats

##### 3. Interprétation

##### 4. Implications

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

II - Eléments de physiologie de la plante-hôte.

Incidence du métabolisme du végétal support  
sur la physiologie de la cochenille et la  
dynamique de ses populations.

G. FABRES

I - Introduction

Le fond agrumicole néo-calédonien est constitué presque exclusivement de plants d'agrumes dispersés au sein des caféières sous l'ombrage artificiel créé pour la culture du café.

Les études d'écologie relatives à la dynamique des populations d'insectes inféodés aux agrumes devront, en conséquence, s'organiser autour de ces peuplements sous ombrage.

Les habitats ombragés que sont les caféières, offrent des conditions microclimatiques originales qu'il convient d'étudier comparativement à celles qui règnent en habitats découverts (vergers).

En effet, les facteurs impliqués dans la définition de tels microclimats peuvent intervenir soit directement sur la physiologie de l'insecte phytophage étudié et modifier les paramètres de son développement, soit indirectement par le biais du végétal support ou de la biocoenose parasitaire, prédatrice et entomopathogène du ravageur.

Il conviendra donc, dans le cadre de l'étude que nous conduisons, d'explorer minutieusement les domaines suivants :

- analyse des facteurs climatiques des deux types d'habitat et appréciation de leur influence directe sur la physiologie de L. beckii.

- mise en évidence de l'influence de ces facteurs sur la physiologie de la plante-hôte et étude de l'effet de ces éventuelles modifications sur la dynamique des populations de L. beckii.

.../...

- étude de l'influence de ces facteurs sur la biocoenose de la cochenille (parasites, prédateurs et entomopathogènes) et du rôle de ces agents biotiques sur les fluctuations de population du ravageur. Le premier de ces aspects a précédemment été étudié\*. Nous aborderons le second dans le cadre du présent rapport. Le troisième fera l'objet d'une étude ultérieure.

## II - Cadre de l'étude

Il a été défini avec précision dans un précédent rapport (FABRES, 1975) dans le cadre d'un chapitre qui inclut les rubriques suivantes :

|   |                                                                       |   |
|---|-----------------------------------------------------------------------|---|
| ! | Délimitation de la zone choisie pour l'étude (carte I) p.7            | ! |
| ! | !                                                                     | ! |
| ! | Considérations générales sur les conditions climatiques de cette zone | ! |
| ! | !                                                                     | ! |
| ! | Choix des habitats (carte II) p.8                                     | ! |
| ! | !                                                                     | ! |
| ! | Description des habitats                                              | ! |
| ! | 1) l'habitat ombragé                                                  | ! |
| ! | 2) l'habitat découvert                                                | ! |
| ! | !                                                                     | ! |

## III - Les paramètres étudiés

### Généralités sur la phénologie des agrumes

L'activité de terrain que nous avons poursuivie durant trois ans dans les peuplements d'agrumes sous caféières nous a permis de répertorier

\* FABRES, G. 1975. Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.

Appréciation de l'influence directe des facteurs climatiques sur la physiologie de la cochenille. ORSTOM, multi-graphié. 31 p., 18 figs.

Nous ferons à plusieurs reprises référence à ce rapport en mentionnant (FABRES, 1975).

.../...

un certain nombre de faits chronologiques et de nous livrer à des observations. ~~Celles-ci~~ nous ont procuré une connaissance globale de la phénologie des agrumes dans les habitats ombragés et découverts de notre étude.

- La principale poussée de sève est généralement observée en août-septembre. Une seconde, plus discrète intervient en mars-avril.
- La floraison suit de près la poussée de sève d'août-septembre.
- La fructification débute en mai.
- Chutes de feuilles subjectivement plus massives et abondantes en habitat ombragé.

Les données chronologiques n'ont rien de rigoureux et dépendent essentiellement des conditions climatiques (pluviométrie surtout) qui sont en Nouvelle-Calédonie très fluctuantes.

Nous signalerons, comme donnée de l'observation, que dans les habitats ombragés, le renouvellement des feuilles se fait préférentiellement au profit des hautes branches des arbres, les basses branches ayant tendance à se dénuder.

### Croissance des feuilles

1. méthode Sur l'ensemble des agrumes à notre disposition dans les deux habitats, nous avons sélectionné un lot de feuilles aussi grand que possible. Chacune de ces feuilles sera mesurée chaque semaine jusqu'à la fin de sa croissance. La comparaison entre les deux habitats portera sur les "taux de croissance" ainsi obtenus.

### 2. protocole

#### a) choix des arbres des rameaux et des feuilles.

Dans le cadre de l'étude entreprise dans les habitats de la vallée de Sarraméa nous avons sélectionné 10 orangers en habitat découvert (numérotés de 20 à 29) et 10 orangers en habitat ombragé (numérotés comme suit : 2, 3, 4, 5, 10, 11, 13, 16, 17, 18) (FABRES, 1975 carte III). Ces arbres ont été choisis de façon à ce qu'ils soient les plus représentatifs de leur habitat.

Si pour la parcelle dont l'ombrage a été supprimé, le choix est immédiat et se caractérise par une numérotation continue, il n'en va pas de même en habitat ombragé où 20 orangers ont été marqués dans un premier temps et 10 sélectionnés ultérieurement (numérotation discontinue). Le choix des organes végétaux s'est fait en tenant compte de divers facteurs.

- importance que revêt la poussée de sève pour chaque arbre.
- représentativité de l'échantillon : rameaux placés selon les différentes orientations ; rameaux à différentes hauteurs.
- impératifs d'ordre pratique : facilité d'accès et de mesure.

Le tableau I rend compte des détails de ce choix et du nombre de feuilles qui ont été sélectionnées et mesurées.

Tableau I. Choix, marquage et dénombrement des organes végétaux pour l'étude de la croissance des feuilles.

r = rouge ; b = bleu ; v = vert ; j = jaune.

| Habitat ombragé |                 |                     |                      | Habitat découvert |                 |                     |                      |
|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| arbre(n°)       | branche<br>(n°) | rameau<br>(couleur) | feuilles<br>(nombre) | arbre<br>(n°)     | branche<br>(n°) | rameau<br>(couleur) | feuilles<br>(nombre) |
| 02              | A               | b                   | 3                    | 020               | A               | r                   | 12                   |
|                 |                 | j                   | 2                    |                   |                 |                     |                      |
|                 | B               | j                   | 3                    | 023               | A               | r                   | 6                    |
|                 |                 | v                   | 3                    |                   |                 | r                   |                      |
|                 | C               | r                   | 3                    |                   | B               | b                   | 2                    |
|                 |                 | b                   | 6                    |                   |                 | j                   |                      |
| 03              | A               | r                   | 3                    | 025               | A               | r                   | 4                    |
|                 |                 | b                   | 5                    |                   |                 | b                   |                      |
|                 | B               | r                   | 6                    |                   | B               | r                   | 7                    |
|                 |                 | b                   | 4                    |                   |                 | b                   |                      |
|                 | C               | r                   | 8                    |                   |                 | j                   |                      |
| 05              | A               | r                   | 7                    | 026               | A               | r                   | 5                    |
|                 |                 | r                   | 5                    |                   |                 | b                   |                      |
| 017             | A               | r                   | 5                    | 029               | A               | r                   | 3                    |
|                 |                 | b                   | 5                    |                   |                 | b                   |                      |
| 018             | A               | r                   | 4                    |                   |                 | v                   |                      |
|                 |                 | v                   | 6                    |                   | B               | r                   | 2                    |
|                 | B               | b                   | 4                    |                   |                 | j                   |                      |
|                 |                 | r                   | 4                    |                   |                 |                     |                      |
|                 |                 | j                   | 2                    |                   |                 |                     |                      |
|                 |                 | v                   | 1                    |                   |                 |                     |                      |
| 5               | 11              | 21                  | 71                   | 5                 | 10              | 18                  | 80                   |

b) période choisie pour cette étude.

Il va de soi qu'une telle étude ne peut se pratiquer qu'au cours d'une "poussée de sève". Encore faut-il que ce phénomène soit d'égale importance dans les deux habitats et qu'il puisse nous procurer le matériel nécessaire à une comparaison équilibrée. La seule période de l'année qui permette d'obtenir des poussées de sève d'égale importance dans les deux habitats couvre les mois d'août-septembre. Nous avons pratiqué nos mesures du 28.8.74 au 10.10.74 soit 6 séries de mensurations hebdomadaires.

c) technique de la mesure.

L'idéal est de suivre la croissance de feuilles préalablement marquées et qui demeurent sur l'arbre tout au long de l'étude. Les feuilles doivent donc être mesurées sur place et perturbées le moins possible. Une empreinte de la feuille peut être obtenue par plaquage de celle-ci sur un papier sensible aux rayons ultraviolets et exposée à la lumière solaire directe ou réfléchie. L'empreinte est ramenée au laboratoire pour y être planimétrée. 900 surfaces ont ainsi été mesurées. Du fait de la délicatesse de l'opération de prise d'empreinte lorsque la feuille est jeune, et de l'imprécision qui pourrait en découler, nous n'avons pas fait de relevés inférieurs à 2cm<sup>2</sup>.

3. exploitation des données

a) calcul du taux de croissance.

Le taux de croissance peut être défini comme étant l'augmentation relative de la surface de la feuille pendant l'unité de temps. Si la surface de la feuille est  $S_0$  au temps  $T_0$  et  $S_1$  au temps  $t_1$ , le taux de croissance sera  $T = \frac{S_1}{S_0}$  avec  $t_1 - t_0 =$  unité de temps. Nous nous sommes rendu compte que l'intervalle de temps de 15 jours était le plus à même de nous fournir des taux de croissances substantiels et exploitables graphiquement. Pour chaque feuille nous avons donc calculé  $T$  avec  $t_1 - t_0 = 15$  jours. Nous avons ainsi obtenu en moyenne 4 valeurs  $T$  pour chaque feuille soit 600 valeurs de  $T$  pour l'ensemble des feuilles des deux habitats et pour toute la durée de l'étude.



b) exploitation graphique.

Nous ne pouvons pas graphiquement faire figurer pour chaque feuille l'augmentation de la taille en fonction du temps. Cette représentation qui est d'ordinaire idéale pour l'étude de la croissance aurait conduit à l'enchevêtrement de 151 courbes sur le même graphique et masqué la réalité du phénomène, à savoir l'éventuelle différence dans le rythme de croissance des feuilles au sein des deux habitats.

Nous avons préféré négliger l'exploitation des valeurs absolues des surfaces mesurées pour ne nous intéresser qu'au taux de croissance tel qu'il est défini ci-dessus.

Dans un premier temps, nous pouvons comparer directement les taux de croissance moyens obtenus après les deux premiers contrôles, dans la mesure où l'échantillonnage initial correspondait à une surface moyenne quasiment identique.

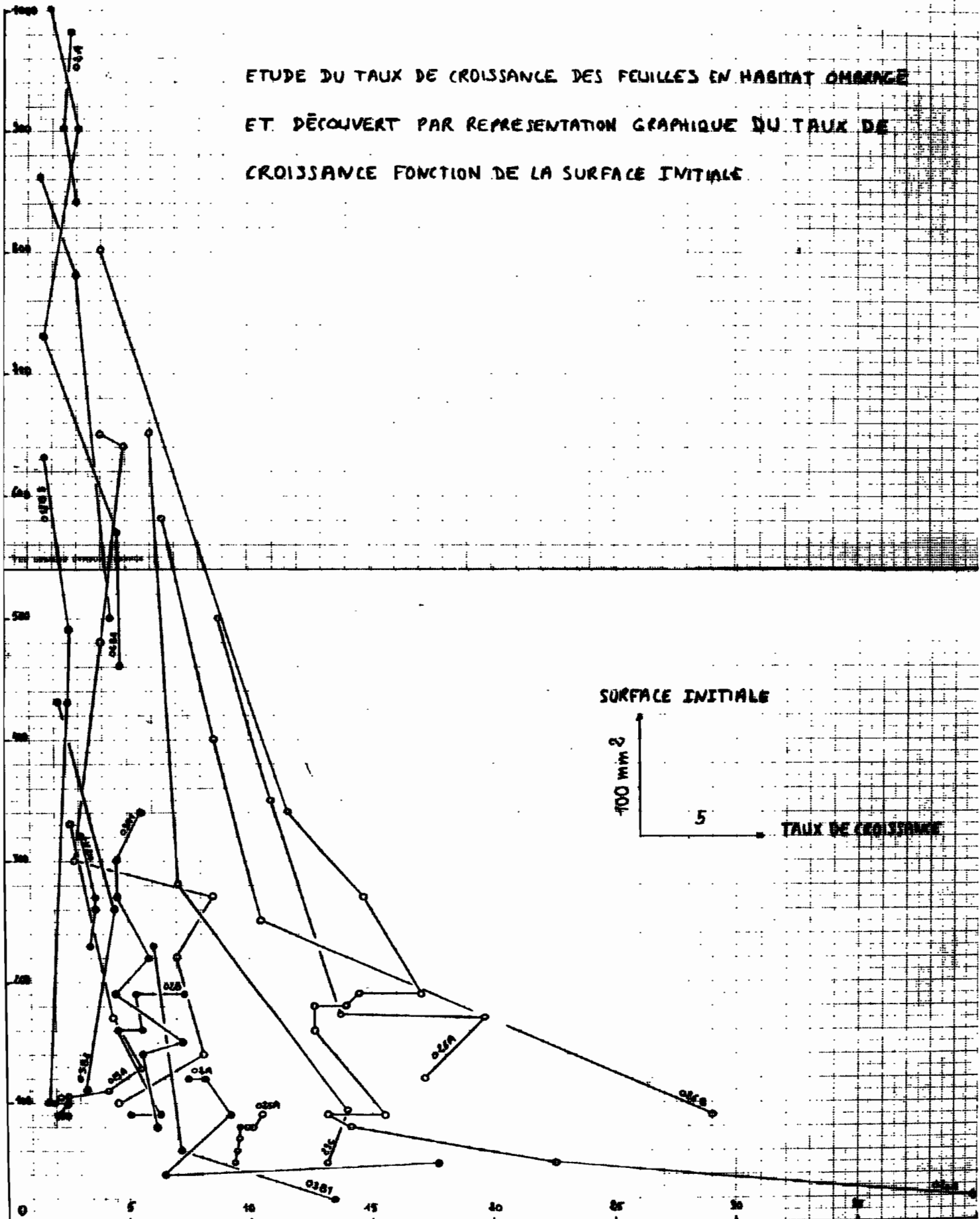
| Habitats  | taux de croissance moyen * | surface initiale moyenne **  |
|-----------|----------------------------|------------------------------|
| ombragé   | m= 6,4 n= 40               | m= 19,47cm <sup>2</sup> n=40 |
| découvert | m=10,7 n= 48               | m=21,14cm <sup>2</sup> n=48  |

\* moyenne des taux de croissance

\*\* moyenne des surfaces foliaires mesurées lors du 1er contrôle

Dans un deuxième temps, nous pouvons recourir à la représentation graphique (fig. 1) et étudier la fonction : taux de croissance - surface initiale de chaque feuille pour l'ensemble des chiffres obtenus dans les deux habitats. Sur l'axe des ordonnées nous porterons les valeurs de la surface initiale et en abscisse celles du taux de croissance. Théoriquement et dans l'hypothèse de taux de croissance différent d'un habitat à l'autre, nous devrions obtenir deux nuages de points bien individualisés.

ETUDE DU TAUX DE CROISSANCE DES FEUILLES EN HABITAT OMBRAGE  
ET DÉCOUVERT PAR REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DU TAUX DE  
CROISSANCE FONCTION DE LA SURFACE INITIALE



Pour éviter d'autre part les aberrations dues à la manifestation de phénomènes secondaires au niveau de quelques rameaux (feuilles naines par exemple) nous avons résolu de réunir par un trait tous les points du graphique relatif à un même rameau (fig. 1).

4. interprétation La méthode rapide que nous avons tout d'abord utilisée et qui consistait à comparer les taux de croissance moyens obtenus à partir des deux premières mesures et après nous être assuré que l'échantillon initial dans les deux habitats était sensiblement le même est déjà révélatrice : le taux de croissance est plus élevé en habitat découvert qu'en habitat ombragé. Graphiquement la même constatation s'impose : à surface initiale identique, la croissance est nettement plus rapide en milieu découvert.

5. implications Une croissance plus rapide du feuillage représente une mise en place précoce des surfaces foliaires disponibles. Le processus de colonisation des nouvelles feuilles tel que nous l'avons étudié en 1969\*, peut intervenir plus tôt en habitat découvert qu'en habitat ombragé. Cette caractéristique des feuilles des milieux découverts qui sont offertes plus longtemps à l'infestation de L. beckii se verra confirmée par d'autres éléments étudiés dans les paragraphes qui suivent.

#### Temps de permanence des feuilles sur l'arbre

Cette étude est motivée par le fait que le temps de permanence de la feuille sur l'arbre est un paramètre facilement mesurable de la phénologie de l'agrume. Elle nous a paru, d'autre part, pouvoir être un test de différenciation des deux habitats dans leur influence sur la physiologie de la plante. En effet l'observation courante montre qu'il est difficile de trouver des feuilles sur des rameaux de un an lorsqu'on est en habitat ombragé et qu'il n'en est pas de même en habitat découvert. Enfin l'observation mentionnée plus haut et selon laquelle la chute des feuilles est plus brutale et abondante en habitat ombragé nous a incité à entreprendre cette étude.

\* FABRES, G. 1970. Données biologiques et écologiques concernant Lepidosaphes beckii et ses parasites en Nouvelle-Calédonie. Multigraphié, 52 p. 8 figs.  
.../...

1. méthode Sur l'ensemble des agrumes sélectionnés dans les deux habitats (voir plus haut), nous avons repéré et marqué des jeunes feuilles dont nous avons suivi le devenir. Cette opération a été effectuée à deux reprises : Une première fois lors de la poussée de sève d'août-septembre 1973 qui s'est révélée d'égale importance dans les deux habitats. Une seconde fois, en mars 1974 au cours d'une poussée de sève qui affecta inégalement les deux milieux.

## 2. protocole

### a) poussée de sève d'août-septembre 1973.

Tous les arbres ont systématiquement donné des jeunes feuilles. Nous en avons sélectionné en moyenne une vingtaine par arbre en choisissant des rameaux suffisamment fournis et d'accès facile. Sur chacun d'eux nous avons compté les jeunes feuilles ainsi que les feuilles de la précédente poussée <sup>de sève</sup> (feuilles âgées) (tableau II), et chacune a reçu une marque caractéristique de son âge (incisions).

Des contrôles périodiques ont ensuite été effectués afin de dénombrer les feuilles restantes dans les deux catégories (jeunes et âgées) et dans les deux habitats (ombragé et découvert). L'étude s'est déroulée du 18.9.73 au 12.2.75 et a pu couvrir les deux poussées de sève des mois d'août-septembre 1973 et 74 nous confirmant la réalité de leur périodicité.

Tableau II. Temps de permanence des feuilles sur l'arbre.

Marquage et dénombrement des feuilles au 18. 9. 73  
(poussée de sève d'août-septembre).

| Habitat ombragé |                             |                            | Habitat découvert |                             |                            |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| arbre<br>(n°)   | jeunes feuilles<br>(nombre) | feuilles âgées<br>(nombre) | arbre<br>(n°)     | jeunes feuilles<br>(nombre) | feuilles âgées<br>(nombre) |
| 02              | 23                          | 11                         | 020               | 23                          | 12                         |
| 03              | 19                          | 4                          | 021               | 19                          | 10                         |
| 04              | 22                          | 11                         | 023               | 19                          | 21                         |
| 05              | 26                          | 20                         | 024               | 23                          | 18                         |
| 010             | 21                          | 22                         | 025               | 38                          | 15                         |
| 011             | 17                          | 1                          | 026               | 14                          | 2                          |
| 013             | 28                          | 6                          | 027               | 25                          | 13                         |
| 016             | -                           | -                          | 028               | 17                          | 7                          |
| 017             | 12                          | 10                         | 029               | 27                          | 11                         |
| 018             | 24                          | 27                         | 030               | 21                          | 11                         |
| Total           | 192                         | 112                        | Total             | 226                         | 120                        |

b) poussée de sève de mars 1974.

Elle a surtout été importante en habitat découvert. Le dénombrement des rameaux porteurs de jeunes feuilles que nous avons effectué le 12.3.74, est à cet effet, révélateur (tableau III).

Tableau III. Poussée de sève de mars 1974. Dénombrement des rameaux portant des jeunes feuilles. Comptage du 12.3.74.

| Habitat ombragé |                  | Habitat découvert |                  |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| arbre (n°)      | rameaux (nombre) | arbre (n°)        | rameaux (nombre) |
| 02              | 0                | 020               | 3                |
| 03              | 0                | 021               | +++              |
| 04              | 1                | 023               | 10               |
| 05              | 11               | 024               | 1                |
| 010             | 0                | 025               | 1                |
| 011             | 7                | 026               | 9                |
| 013             | 0                | 027               | 12               |
| 016             | 0                | 028               | 7                |
| 017             | 0                | 029               | 1                |
| 018             | 0                | 030               | 3                |

+++ = très nombreux

De même que pour la poussée de sève d'août-septembre 1973 nous avons marqué des rameaux et dénombré les feuilles dans les catégories précitées (tableau IV). Les contrôles périodiques se sont succédés du 24.4.74 au 12.2.75.

Tableau IV. Temps de permanence des feuilles sur l'arbre.  
Importance relative de la poussée de sève de mars 1974 dans les deux habitats. Marquage et dénombrement des feuilles au 24.4.74.

| Habitat ombragé |                             |                            | Habitat découvert |                             |                            |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| arbre<br>(n°)   | jeunes feuilles<br>(nombre) | feuilles âgées<br>(nombre) | arbre<br>(n°)     | jeunes feuilles<br>(nombre) | feuilles âgées<br>(nombre) |
| 02              | -                           | -                          | 020               | 28                          | 20                         |
| 03              | -                           | -                          | 021               | 20                          | 6                          |
| 04              | 29                          | 26                         | 023               | 23                          | 28                         |
| 05              | 24                          | 1                          | 024               | 20                          | 17                         |
| 010             | -                           | -                          | 025               | 24                          | 22                         |
| 011             | -                           | -                          | 026               | 26                          | 28                         |
| 013             | -                           | -                          | 027               | 18                          | 5                          |
| 016             | -                           | -                          | 028               | 27                          | 22                         |
| 017             | 25                          | 16                         | 029               | -                           | -                          |
| 018             | -                           | -                          | 030               | -                           | -                          |

3. exploitation des données Nous avons suivi globalement l'évolution du nombre total des feuilles marquées dans les deux habitats. Sept relevés ont été opérés pour la première série de mesures (poussée de sève d'août-septembre 1973) et autant pour la seconde (mars-avril 74) chaque nouveau relevé a permis d'obtenir :

- le nombre total des feuilles jeunes et vieilles restant sur l'arbre.
- le pourcentage des feuilles jeunes et vieilles restant sur l'arbre.
- le rapport entre le nombre des feuilles jeunes dans les deux habitats.
- le rapport entre le nombre des feuilles âgées dans les deux habitats.

Les résultats de ces dénombrements et calculs sont exposés dans les tableaux V et VI.

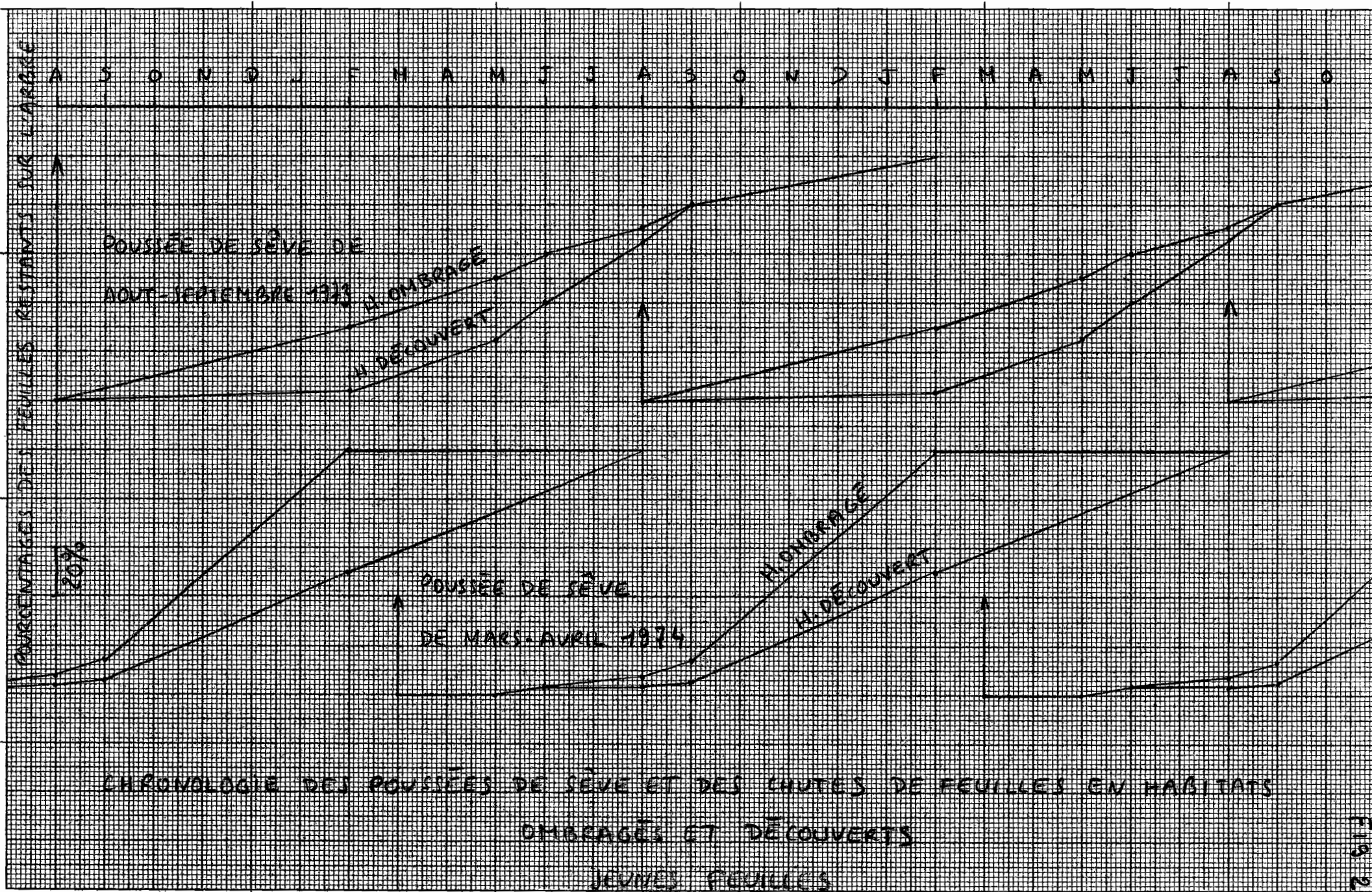
**Tableau V.** Durée de permanence des feuilles sur l'arbre.  
Poussée de sève d'août-septembre 1973.  
JF = jeunes feuilles ; VF = vieilles feuilles ;  
O = habitat ombragé ; D = habitat découvert.

| Dates   | Nombre des feuilles en place |     |     |     | pourcentage des feuilles en place |     |     |     | Rapport $\frac{JF}{VF}$ |                 | Sens de la variation du rapport $\frac{JF}{VF}$ |    | JF $\frac{D}{O}$ | VF $\frac{D}{O}$ | sens de la variation du rapport $\frac{D}{O}$ |    |
|---------|------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|----|------------------|------------------|-----------------------------------------------|----|
|         | JF                           |     | VF  |     | JF                                |     | VF  |     | $\frac{JF}{VF}$         | $\frac{JF}{VF}$ | JF                                              | VF | $\frac{D}{O}$    | $\frac{D}{O}$    | JF                                            | VF |
|         | O                            | D   | O   | D   | O                                 | D   | O   | D   |                         |                 |                                                 |    |                  |                  |                                               |    |
|         |                              |     |     |     |                                   |     |     |     |                         |                 |                                                 |    |                  |                  |                                               |    |
| 18.9.73 | 192                          | 235 | 112 | 195 | 100                               | 100 | 100 | 100 | 1,7                     | 1,2             | -                                               | -  | 1,2              | 1,7              | -                                             | -  |
| 14.2.74 | 134                          | 226 | 50  | 120 | 70                                | 96  | 44  | 61  | 2,7                     | 1,8             | ↑                                               | ↑  | 1,6              | 2,4              | ↑                                             | ↑  |
| 15.5.74 | 92                           | 178 | 35  | 89  | 48                                | 76  | 28  | 46  | 2,6                     | 2,0             | ↓                                               | ↑  | 1,9              | 2,5              | ↑                                             | ↑  |
| 18.6.74 | 78                           | 146 | 24  | 56  | 40                                | 62  | 21  | 28  | 3,2                     | 2,6             | ↑                                               | ↑  | 1,9              | 2,3              | →                                             | →  |
| 22.8.74 | 63                           | 88  | 11  | 16  | 33                                | 37  | 9   | 8   | 5,7                     | 5,5             | ↑                                               | ↑  | 1,4              | 1,4              | ↓                                             | ↓  |
| 18.9.74 | 40                           | 53  | 4   | 10  | 21                                | 22  | 3   | 5   | 10                      | 5,3             | ↓                                               | ↑  | 1,3              | 2,5              | ↓                                             | ↑  |
| 12.2.75 | 0                            | 4   | 0   | 0   | -                                 | 2   | -   | -   |                         |                 |                                                 |    |                  |                  |                                               |    |

**Tableau VI.** Durée de permanence des feuilles sur l'arbre.  
Poussée de sève de mars-avril 1974.  
JF= jeunes feuilles ; VF= vieilles feuilles ;  
O= habitat ombragé ; D= habitat découvert.

| Dates   | Nombre des feuilles en place |     |    |     | pourcentage des feuilles en place |     |     |     | Rapport $\frac{JF}{VF}$ |                 | Sens de la variation du rapport $\frac{JF}{VF}$ |    | JF $\frac{D}{O}$ | VF $\frac{D}{O}$ | sens de la variation du rapport $\frac{D}{O}$ |    |
|---------|------------------------------|-----|----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|----|------------------|------------------|-----------------------------------------------|----|
|         | JF                           |     | VF |     | JF                                |     | VF  |     | $\frac{JF}{VF}$         | $\frac{JF}{VF}$ | JF                                              | VF | $\frac{D}{O}$    | $\frac{D}{O}$    | JF                                            | VF |
|         | O                            | D   | O  | D   | O                                 | D   | O   | D   |                         |                 |                                                 |    |                  |                  |                                               |    |
|         |                              |     |    |     |                                   |     |     |     |                         |                 |                                                 |    |                  |                  |                                               |    |
| 24.4.74 | 78                           | 186 | 43 | 148 | 100                               | 100 | 100 | 100 | 1,8                     | 1,2             | -                                               | -  | 2,4              | 3,4              | -                                             | -  |
| 15.5.74 | 78                           | 186 | 43 | 148 | 100                               | 100 | 100 | 100 | 1,8                     | 1,2             | -                                               | -  | 2,4              | 3,4              | -                                             | -  |
| 18.6.74 | 76                           | 182 | 29 | 123 | 97                                | 97  | 67  | 83  | 2,6                     | 1,4             | ↑                                               | ↑  | 2,4              | 4,2              | -                                             | ↑  |
| 22.8.74 | 74                           | 181 | 18 | 107 | 94                                | 97  | 41  | 72  | 4,1                     | 1,7             | ↑                                               | ↑  | 2,4              | 5,9              | -                                             | ↑  |
| 18.9.74 | 68                           | 178 | 14 | 99  | 87                                | 95  | 32  | 66  | 4,8                     | 1,8             | ↑                                               | ↑  | 2,6              | 7,0              | ↑                                             | ↑  |
| 12.2.75 | 2                            | 97  | 0  | 40  | 2,5                               | 52  | -   | 27  | -                       | 12,4            | +                                               | ↑  | 48,5             | -                | ↑                                             | -  |







#### 4. Interprétation

##### a) étude des jeunes feuilles.

poussée de sève d'août-septembre 1973 (tableau V et fig.2)  
.....

Si l'on suit l'évolution du nombre des jeunes feuilles en fonction du temps, on remarque que le phénomène de la chute des feuilles semble affecter également les deux habitats :

- habitat ombragé, 192 feuilles au départ (18.9.73) et 40 feuilles une année plus tard (18.9.74).
- habitat découvert, 235 feuilles au départ et 53 une année plus tard.

La même conclusion s'impose après étude des pourcentages des feuilles restant sur l'arbre : de 100 à 21% en habitat ombragé et de 100 à 22% en habitat découvert.

Le 12.2.75 soit 17 mois après la poussée de sève il ne reste pratiquement aucune jeune feuille (sauf peut être quelques unes en habitat découvert).

Si l'on observe par contre le rythme auquel s'est faite la chute des jeunes feuilles on décèle une différence importante entre les deux habitats. En habitat découvert la chute se fait progressivement et le 18.6.74 soit 9 mois après la poussée de sève, il reste encore 62% des feuilles en place. En habitat ombragé, plus de la moitié des feuilles est tombée dès le 15.5.74 soit 8 mois après leur apparition. Ce même phénomène est observable sous un angle différent si l'on se réfère au rapport entre le nombre des jeunes feuilles dans les deux habitats tout au cours de l'étude (  $\frac{D}{O}$  pour JF tableau V). On s'aperçoit que ce rapport croît dans un premier temps (de 1,2 à 1,9 les 15.5.74 et 18.6.74) pour décroître ensuite (de 1,9 à 1,3 le 18.9.74).

Ceci prouve que, proportionnellement, on a de moins en moins de jeunes feuilles en habitat ombragé qu'en milieu découvert. La proportion se rétablissant par la suite du fait des chutes de feuilles tardives en habitat découvert (fig.2).

En conséquence, si l'on peut estimer que le temps de persistance des feuilles est le même quelque soit l'habitat, il est important de noter que le processus de la chute des organes foliaires n'est pas identique. Il est très précoce et abondant en habitat ombragé (plus de la moitié des feuilles tombent avant 8 mois) ; il est plus tardif en habitat découvert (plus de la moitié des feuilles restent en place au-delà de 9 mois).

.../...

poussée de sève de mars-avril 1974 (tableau VI et fig. 2).  
.....

Nous l'avons déjà vu, cette poussée de sève est beaucoup plus importante en milieu découvert. Elle y présente l'ampleur de celle d'août-septembre. Par contre, en milieu ombragé, seuls quelques arbres forment des jeunes feuilles en nombre réduit.

Contrairement à ce que nous avons observé pour les feuilles de la poussée de sève d'août-septembre 1973, la chute totale de toutes les feuilles marquées intervient très tôt en habitat ombragé alors que, dans le même temps un fort pourcentage des feuilles marquées subsistent encore sur les arbres de l'habitat découvert.

- en habitat ombragé la quasi totalité des feuilles sorties en mars-avril 1974 a disparu dès le mois de février 1975 soit 10 mois après leur apparition (il en reste 2,5%) (fig. 2 tableau VI).

- en habitat découvert et à cette même date, plus de la moitié (52%) des feuilles est encore en place (fig. 2).

Pour ce qui concerne la chronologie de ce phénomène, on s'aperçoit que, contrairement à ce qui se passe pour la poussée de sève précédente, le mécanisme de la chute des feuilles se met en place plus tardivement. Il intervient à partir du 6ème mois succédant la sortie des feuilles : du 2.4. au 18.9 on enregistre des pourcentages de perte de l'ordre de 13% en habitat ombragé et 5% à découvert alors que du 18.9 au 12.2. les pertes sont de l'ordre de 84,5% et 43% respectivement dans les mêmes habitats (fig. 2 tableau VI).

#### b) étude des vieilles feuilles.

Il est aisé de suivre le devenir de jeunes feuilles après marquage dès leur apparition. Pour les "vieilles feuilles" qui sont marquées au même moment, la chose est plus délicate car on ne connaît pas la date de leur sortie. Nous ne pouvons que nous livrer à des extrapolations. (fig2).

- Les feuilles âgées marquées en août 1973 peuvent représenter un reliquat de la poussée de sève d'août 1972 (il en reste approximativement 20%). Elles peuvent également correspondre aux feuilles sorties en mars 1973 (il en reste approximativement 95 à 100%). Ces dernières peuvent être abondantes en habitat découvert mais leur nombre est certainement fort réduit en habitat ombragé.

.../...

- Les feuilles âgées marquées en mars 1974 peuvent provenir de la poussée de sève de mars 1973 (mais uniquement pour l'habitat découvert car elles ont toutes disparues en habitat ombragé). Elles peuvent également provenir de la poussée de sève d'août 1973 (il en reste approximativement 70% en habitat ombragé et 95% en habitat découvert). Ces réserves faites, nous pouvons, comme pour les jeunes feuilles, avancer quelques remarques :

poussée de sève d'août-septembre 1973  
.....

Les feuilles que nous avons marquées sont restées en place pendant toute une année quelque soit l'habitat (jusqu'en août 1974, tableau V). Si ces feuilles sont issues de la poussée de sève d'août 1972 elles se seront maintenues 2 ans sur l'arbre. Ceci est peu probable ou ne concerne qu'une faible fraction des feuilles marquées car en août 1973, il ne reste en moyenne que 50% des feuilles d'août 1972. Il est plus probable qu'il s'agisse de feuilles sorties en mars 1973 (entre 90% et 100% de ces feuilles restent encore sur l'arbre en août 1973). Dans ces conditions le devenir de ces vieilles feuilles devrait se confondre avec celui des jeunes feuilles de mars 1973, à savoir : chute rapide en milieu ombragé et phénomène plus lent en habitat découvert. En effet c'est ce que l'on retrouve partiellement sur le tableau V (44% de feuilles restent le 14.2.74 contre 61% à la même date en milieu découvert).

Remarque :

Fait paradoxal qui ne peut s'expliquer que par l'improbabilité d'une répétition fidèle du phénomène dans ses détails d'une saison sur l'autre : les jeunes feuilles de la poussée de sève de mars-avril 1974, en habitat ombragé, ont totalement disparu dès février 1975. Nous ne devrions plus trouver aucune vieille feuille en août 1975. Or ce schéma obtenu pour la poussée de sève d'août 73 mentionne la présence de feuilles âgées en habitat ombragé jusqu'en août de l'année suivante...

poussée de sève de mars-avril 1974  
.....

Le mécanisme est pratiquement le même que pour les jeunes feuilles : disparition de la quasi totalité des feuilles à l'ombre

( de 43 à 0, soit de 100% à 0%) alors que celles-ci subsistent en habitat découvert (de 148 à 40 soit de 100% à 27%).

Le processus est plus régulier que pour les jeunes feuilles et ce dans les deux habitats.

Le rapport  $\frac{D}{O}$  pour les vieilles feuilles met également en lumière le fait que le nombre de vieilles feuilles est relativement plus élevé en habitat découvert qu'à l'ombre (de 3,4 à 7 contre 2,4 à 2,6).

c) modalités des phénomènes de sortie et de chute des feuilles  
au cours d'une année théorique (fig. 2).

Nous essayerons de définir sous forme de calendrier et par extrapolation des résultats de la présente étude les principaux événements phénologiques d'une année théorique.

- en mars-avril, poussée de sève qui concerne essentiellement l'habitat découvert. Ces feuilles se maintiennent sur l'arbre jusqu'au mois d'août-septembre suivant. En habitat ombragé elles tombent beaucoup plus tôt.

- en août-septembre, poussée de sève qui concerne également les deux habitats. Celle-ci intervient alors que les feuilles de la poussée de sève de mars-avril sont encore quasiment toutes sur l'arbre.

- en janvier, il ne reste en habitat ombragé, aucune feuille de la poussée de sève de mars-avril. Ce fait est le résultat de la brutale et précoce chute des feuilles mentionnées ci-dessus. Au contraire, en habitat découvert, il reste 50% des feuilles. (Celles-ci auront été échantillonnées le 18.9.73 comme "vieilles feuilles" et resteront sur l'arbre jusqu'au 18.9.74. Durée de vie 17 à 18 mois). A la même époque, il reste 75% de feuilles de la poussée de sève d'août-septembre en habitat ombragé et 95 à 100% à découvert. Ceci met en évidence de façon très précise la différence qui existe entre les deux habitats pour ce qui touche la longévité des feuilles

\* habitat ombragé 10 mois

+ habitat découvert 18 mois

- en ~~mars~~-avril, nouvelle poussée de feuilles telle qu'elle a été définie plus haut.

- en avril-mai les feuilles de la poussée<sup>d'août-septembre</sup> ont perdu plus de la moitié de leur effectif en habitat ombragé et moins de la moitié en habitat découvert.
- en août-septembre, nouvelle sortie de feuilles comme nous l'avons vu plus haut.
- en février il ne reste aucune feuille de la poussée de sève d'août-septembre dans les deux habitats.

Conclusion :

Nous trouvons à l'issu de cette étude, la confirmation du phénomène évoqué plus haut comme une observation d'ordre général : en habitat ombragé, la chute des feuilles est plus précoce et plus brutale qu'en habitat découvert. Ce processus affecte de façon égale les poussées de sève d'août-septembre et de mars-avril. Notons que cette dernière poussée de sève apporte un feuillage nouveau et durable aux arbres du milieu découvert alors qu'elle est très discrète en habitat ombragé.

5. Implications Il s'agit essentiellement des rapports qui peuvent exister entre le phénomène de sortie et de chute des feuilles et le processus de colonisation des nouvelles feuilles par L. beckii.

- plus une feuille reste longtemps sur l'arbre plus longtemps elle assure un support trophique pour le développement de la cochenille. Sur des feuilles de 18 mois on peut théoriquement s'attendre à trouver 12 générations successives de la diaspine. Sur des feuilles de 10 on n'en trouvera que 6 à 7.

Dans ces conditions, les feuilles des agrumes en habitat découvert sont généralement mieux colonisées par la diaspine et abritent des populations plus importantes.

- l'âge de la feuille au moment où elle tombe est un facteur important. Une feuille très jeune ne sera pas encore colonisée par la cochenille et sa chute n'apportera aucune modification à l'équilibre de la population du ravageur. Théoriquement les feuilles de l'habitat découvert remplissent cette condition puisqu'elles restent plus longtemps sur l'arbre. Mais si le processus de leur remplacement par des jeunes feuilles et celui du passage des cochenilles des premières aux secondes sont progressifs

l'équilibre de la population est conservée. Par contre une chute ample et brutale de feuilles bien infestées avant même que le passage des cochenilles sur de nouvelles feuilles soit réalisé est préjudiciable à la continuité du développement de L. beckii. C'est précisément en habitat ombragé que ces faits se trouvent réalisés puisque la totalité des feuilles sorties en mars-avril reste en place pendant 5 mois avant de tomber massivement (phénomène moins brutal en milieu découvert.) Cet événement intervient précisément au moment où les feuilles de la poussée de sève d'août-septembre ont atteint leur plein épanouissement et que le transfert de la population de cochenilles peut s'opérer (octobre-novembre 1973 fig. 2).

Cet ensemble de considérations vient apporter des arguments en faveur du caractère "favorable au développement de la cochenille" qui s'attache à l'habitat découvert.

### Surfaces des feuilles

1. méthode Sur l'ensemble des agrumes qui a été sélectionné pour l'étude nous avons prélevé des feuilles de façon à obtenir un échantillon représentatif des frondaisons dans chacun des habitats. Les feuilles ont été mesurées et les chiffres obtenus comparés statistiquement.

### 2. protocole

#### a) échantillonnage.

Nous avons vu plus haut comment avaient été choisis les arbres représentatifs du peuplement d'agrumes de chaque habitat.

Nous disposerons de 10 orangers en habitat découvert et de 10 orangers en habitat ombragé. Cette sélection qui nous a déjà servi pour l'étude de la croissance des feuilles et de la permanence de celles-ci sur l'arbre, nous servira également pour l'étude de la dynamique des populations de L. beckii. Dans cette perspective, nous ne nous sommes pas limités aux habitats des "séquestres japonais" mais avons ajouté à ceux-ci 10 agrumes sélectionnés dans une autre caféière ombragée sur la propriété "Villaz". Nous avons fait intervenir ce nouveau biotope pour l'étude de la surface des feuilles.

Cette étude a été menée au mois d'octobre 1973. Chaque semaine de ce mois (le 9.10, le 16.10, le 23.10 et le 30.10.73) nous avons prélevé un échantillon de 50 feuilles par habitat à raison de 5 feuilles par arbre. Pour chaque arbre quatre niveaux de prélèvements ont été définis :

le niveau 1 représente le 1/3 inférieur de l'arbre, le niveau 2 le 1/3 supérieur. Pour chaque niveau les feuilles sont prélevées soit à l'intérieur de la frondaison soit à l'extérieur. Chaque niveau a été exploité successivement comme suit.

|   |                                                        |   |
|---|--------------------------------------------------------|---|
| ! |                                                        | ! |
| ! | habitats : Séquestres japonais ombragé                 | ! |
| ! | Séquestres japonais à découvert                        | ! |
| ! | "Villaz" ombragé                                       | ! |
| ! |                                                        | ! |
| ! | niveaux : 2 externe : 9.10.73                          | ! |
| ! | 1 interne : 16.10.73                                   | ! |
| ! | 1 externe : 23.10.73                                   | ! |
| ! | 2 interne : 30.10.73                                   | ! |
| ! |                                                        | ! |
| ! | 10 arbres par habitat ; 5 feuilles prélevées par arbre | ! |
| ! |                                                        | ! |

L'échantillon représentatif de chaque habitat est constitué de 200 feuilles. C'est donc un total de 600 feuilles qui a été échantillonnées pour cette étude.

b) mesure de la surface foliaire.

Les feuilles sont ramenées au laboratoire et leur empreinte est prise sur du papier sensible aux rayons ultraviolets (fixation de l'empreinte à l'ammoniaque.) La surface de l'empreinte est ensuite planimétrée.

3. Exploitation des données et résultats

Les surfaces moyennes suivantes ont été calculées :

- surface moyenne des feuilles de chaque arbre (20 feuilles échantillonnées).
- surface moyenne des feuilles de chaque niveau pour chaque habitat (50 feuilles échantillonnées).
- surface moyenne des feuilles pour l'ensemble des niveaux et pour chaque habitat (200 feuilles échantillonnées).

Cette dernière valeur est la seule susceptible de nous renseigner sur la surface des feuilles dans les deux types de milieu. Néanmoins nous avons utilisé les autres combinaisons pour tenter d'établir une relation étroite entre les conditions du microclimat et la surface des feuilles ;

relation qui nous aurait permis de définir le degré d'exposition d'un arbre connaissant la surface moyenne des feuilles de sa frondaison. Cette tentative a été infructueuse et nous n'en parlerons pas ici.

Une fois les moyennes obtenues pour chaque habitat nous avons utilisé les tests statistiques qui permettent d'étudier la signification des différences enregistrées. Les résultats sont exposés dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII. Comparaison des surfaces moyennes des feuilles soumises à des conditions microclimatiques différentes (habitats ombragés et découverts ; position de la feuille au sein de la frondaison).

|                                                                            | Habitats                         |                      |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|
|                                                                            | "Séquestres japonais"<br>ombragé | "Villaz"<br>ombragé  | "Séquestres japonais"<br>découvert |
| 9.10.73<br>2 extérieur                                                     | 45,31cm <sup>2</sup>             | 45,28cm <sup>2</sup> | 32,43cm <sup>2</sup>               |
| 16.10.73<br>1 intérieur                                                    | 40,72cm <sup>2</sup>             | 42,15cm <sup>2</sup> | 32,99cm <sup>2</sup>               |
| 23.10.73<br>1 extérieur                                                    | 40,01cm <sup>2</sup>             | 44,53cm <sup>2</sup> | 35,45cm <sup>2</sup>               |
| 30.10.73<br>2 intérieur                                                    | 43,31cm <sup>2</sup>             | 45,64cm <sup>2</sup> | 35,58cm <sup>2</sup>               |
| Moyennes calculées par niveau et par habitat - échantillons de 50 feuilles |                                  |                      |                                    |
|                                                                            | 41,34cm <sup>2</sup>             | 44,40cm <sup>2</sup> | 34,11cm <sup>2</sup>               |
| Moyenne calculée par habitat - échantillons de 200 feuilles                |                                  |                      |                                    |



Les tests statistiques ont montré que les différences enregistrées entre les deux habitats ombragés (Séquestres japonais et Villaz) ne sont pas significatives. ( $t = 0,0325$ ).

Par contre la différence entre la surface moyenne des feuilles en habitat découvert ("Séquestres japonais" découvert) et la surface moyenne des feuilles en habitats ombragés ("Séquestres japonais" ombragé et "Villaz") est très significative.  $t$  est respectivement égal à 5,0333 et 5,8381.

4. Implications Les implications de cet état de fait n'ont rien de fondamental pour ce qui a trait à la dynamique des populations de L. beckii. Tout au plus peut-on formuler les remarques suivantes :

- La chute de feuilles bien infestées est un phénomène qui peut perturber l'équilibre de la population du ravageur s'il affecte un caractère ample et brutal. Nous l'avons déjà vu, l'habitat ombragé est plus favorable que l'habitat découvert sous cet angle là. Cette considération se voit renforcée si l'on estime que toutes choses étant égales par ailleurs, la chute d'une feuille plus petite entraînera la perte d'une quantité plus restreinte de cochenilles.

- Subjectivement, et ceci nous ramène aux considérations générales du début de l'étude (FABRES, 1975), un même peuplement de cochenilles aura un impact plus important sur une frondaison de petites feuilles.

- notons enfin que l'utilisation de méthodes d'évaluation de la population du ravageur faisant intervenir la notion de densité après dénombrement par unité de prélèvement (même nombre de feuilles) devrait inciter à faire état de cette différence de surface des feuilles selon l'habitat.

#### Composition chimique des feuilles

Nous aborderons dans ce paragraphe l'éventuelle relation entre les qualités trophiques du végétal hôte et l'importance numérique des populations de l'insecte phytophage. Disons tout de suite que l'étude que nous avons entreprise a surtout des implications prospectives car nous ne sommes parvenus à aucune conclusion.

1. protocole\* Nous avons pratiqué un échantillonnage analogue à celui de l'étude de la surface foliaire. Nos prélèvements ont donc porté sur 200 feuilles par habitat et par série d'analyse. Nous avons effectué trois séries d'analyses (en février 1973, août 1973 et septembre 1974) traitant ainsi 600 feuilles par habitat. Les habitats concernés sont les suivants : "Séquestres japonais" habitat ombragé et "Séquestres japonais" habitat découvert.

Pour chaque série d'analyse, les feuilles sont groupées par paquets de 20 (1 par arbre), lavées séchées, broyées et confiées au laboratoire. Les éléments azote, potassium, phosphore, calcium et magnésium sont recherchés et dosés. Pour chaque échantillon nous avons obtenu une valeur caractéristique de la concentration de chaque élément. Pour un même élément nous avons obtenu 10 valeurs dont la moyenne est représentative de l'habitat.

Si l'on considère globalement l'ensemble des trois séries de mesures, chaque habitat sera caractérisé par 30 valeurs pour un même élément. Ce chiffre assure le minimum requis pour des analyses statistiques portant sur de "grands échantillons".

2. résultats Ils sont groupés dans le tableau VIII ci-dessous.

| Séries                                                                                 | Habitats  | Azote | Phosphore | Potassium | Calcium | Magnesium |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-----------|-----------|---------|-----------|
| I                                                                                      | Ombragé   | 1,85  | 0,079     | 1,09      | 4,04    | 0,43      |
| Février 1973                                                                           | découvert | 2,16  | 0,082     | 0,84      | 3,42    | 0,50      |
| II                                                                                     | ombragé   | 1,81  | 0,096     | 0,89      | 5,03    | 0,56      |
| août 1973                                                                              | découvert | 1,95  | 0,092     | 0,68      | 3,92    | 0,59      |
| III                                                                                    | ombragé   | 2,06  | 0,108     | 0,77      | 3,86    | 0,51      |
| septembre 1974                                                                         | découvert | 2,40  | 0,116     | 0,88      | 3,31    | 0,49      |
| Composition chimique exprimée en % de matière sèche des principaux éléments minéraux - |           |       |           |           |         |           |
| 10 échantillons de 20 feuilles par habitat et par série.                               |           |       |           |           |         |           |

\*Voir à ce propos DEL BRASSINE, J. 1965. Echantillonnage des agrumes pour le diagnostic foliaire. I Revue des principales méthodes utilisées dans le monde FRUITS 20 (1) p. 9-17.

Suite du tableau VIII.

|                                                                                                                                    |           |      |       |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-------|------|------|------|
| Total                                                                                                                              | ombragé   | 1,91 | 0,094 | 0,92 | 4,31 | 0,50 |
|                                                                                                                                    | découvert | 2,17 | 0,097 | 0,80 | 3,55 | 0,53 |
| Composition chimique exprimée en % de matière sèche des principaux éléments minéraux - 30 échantillons de 20 feuilles par habitat. |           |      |       |      |      |      |

3. Interprétation\* Comme les auteurs cités ci-dessous, nous trouvons, entre les feuilles différemment exposées au rayonnement solaire, des différences de concentration des éléments minéraux :

- Azote.- La concentration est plus élevée en habitat découvert qu'en habitat ombragé. Différence significative avec un risque de moins de 1%<sup>o</sup> (t=3,62).
- Phosphore - Différence non significative.
- Potassium - Avec un risque de 10%, la différence est significative (t = 1,85).
- Calcium - La concentration est plus élevée en milieu ombragé qu'à découvert. Différence significative avec un risque de moins de 1%<sup>o</sup> (t= 4,14).

Magnesium - Différence non significative.

4. implications A ce stade de l'étude, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'influence éventuelle de ces facteurs chimiques sur la dynamique des populations de L. beckii. Seule une étude poussée plus avant pourrait permettre de nous prononcer à ce sujet.

Dans cette perspective, il faudrait entreprendre une expérimentation basée sur l'élevage systématique de la cochenille sur des feuilles

\* MARTIN-PREVEL, P. , LOSSOIS, P., LA COEUILHE, J.J., Del BRASSINE, J. 1966. Echantillonnage des agrumes pour le diagnostic foliaire. III influence du caractère fructifère ou non fructifère des rameaux, de leur hauteur et de l'ombrage. FRUITS (21 (11) p. 577-587.

d'agrumes enracinées que l'on maintiendrait en état de vie sur des solutions de concentrations variables ~~en~~ éléments étudiés.

### III - Conclusion

Nous avons entrepris l'étude d'un certain nombre de paramètres de la physiologie des agrumes pour tenter de mettre en évidence une éventuelle incidence des facteurs microclimatiques sur la phénologie de la plante-hôte de L. beckii. En effet, si les conditions microclimatiques qui caractérisent les habitats ombragés et découverts et ~~assurent~~ leur originalité ont une action directe notable sur la plante-hôte, elles peuvent par le biais de celle-ci modifier les paramètres de la dynamique des populations de la cochenille. C'est dans cette optique que nous avons successivement étudié la croissance des feuilles, les poussées de sève et la chute des feuilles, la surface foliaire et la composition chimique du tissu foliaire en principaux éléments minéraux tout en assurant la comparaison des résultats obtenus dans les deux types d'habitat.

Cette comparaison s'est montrée fructueuse pour chacun des paramètres étudiés : La croissance des feuilles est plus rapide en milieu découvert ; les poussées de sève et la chute des feuilles se déroulent différemment selon que l'on s'adresse à l'un ou à l'autre des habitats ; les surfaces foliaires sont plus réduites en milieu découvert et la composition du tissu végétal en éléments calcium et azote y est statistiquement différente.

Cette plasticité de la réponse du végétal aux incitations du microclimat environnant a certainement une incidence sur la biologie de la cochenille et le devenir de ses populations. Il suffit pour s'en convaincre de suivre les travaux qui se sont développés autour de la notion de "phénomé-<sup>i</sup>munité"\*. Dire que dans le cas présent, les modifications d'ordre physiologique que nous avons observées ont une influence déterminante sur l'impact du ravageur au sein de ces habitats, est plus difficile.

\* voir bibliographie dans FABRES, G. 1971. Le contrôle naturel des populations de Lepidosaphes beckii Newm. en habitat ombragé. Multigraphié. 29 p., 6 figs. .../...

Nous avons cependant défini assez précisément dans quelle mesure le rôle de la plante-hôte s'exerçait dans un sens favorable ou défavorable à la cochenille dans un habitat donné. Les conclusions auxquelles nous avons abouti tendent nettement à présenter l'habitat découvert comme "plus favorable" à la cochenille dans les modifications qu'il induit chez la plante-hôte :

- Une croissance plus rapide des feuilles en milieu découvert représente la mise en place rapide d'un nouveau support végétal pour la diaspine.

- Un temps de permanence des feuilles, supérieur en habitat découvert, incite à la même conclusion.

- Une poussée de sève supplémentaire dans le même milieu assure de façon plus efficace le transfert de la population du ravageur des feuilles âgées sur les feuilles jeunes.

- Une surface foliaire réduite minimise l'impact, sur la population de L. beckii de la chute des feuilles.

Sans attribuer à la plante-hôte un rôle fondamental dans la modulation du niveau de population de la cochenille, on peut estimer que son intervention est l'un des facteurs qui assurent l'originalité des biotopes étudiés. Son rôle au sein des habitats découverts semble nettement en faveur d'un meilleur développement des populations du ravageur.

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE ET DE LUTTE BIOLOGIQUE

G. FABRES

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

III - Fluctuations du niveau des populations du ravageur  
dans les deux habitats en dehors des phases de pullula-  
tion. Rôle des parasites et des entomopathogènes.

Nouméa, Juin 1975.

Dynamique des populations de *Leptidosaphes beckii* Newm.  
dans des habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

III- Fluctuations du niveau des populations du ravageur  
dans les deux habitats en dehors des phases de pullulation.  
Rôle des parasites et des entomopathogènes.

- - - - -

G. FABRES

- I - / Introduction /
- II - / Cadre de l'Etude /
- III - / Méthodes et techniques /
  - 1. tables de vie
  - 2. mise en éclosoir
  - 3. pièçage
  - 4. données météorologiques
- IV - / Fluctuations des populations et conditions climatiques générales /
  - Rappel du phénomène observé en 1970
  - Analogies avec le phénomène observé à Sarraméa en 1973
  - 1. données de la météorologie
    - a) à Nouméa
    - b) à La Foa et au Col d'Amieu
      - poste de La Foa
      - .....
      - poste du Col d'Amieu
      - .....
  - 2. incidences sur le niveau de population de *L. beckii*
- V - / Fluctuations des populations et biocoenose parasitaire et entomopathogène /

## Dynamique de la population du ravageur pendant la durée de l'étude

1. fluctuations du nombre de cochenilles échantillonnées dans les deux habitats
  - a) habitat ombragé
  - b) habitat découvert
2. tentative d'interprétation
  - a) facteurs climatiques  
    en habitat ombragé  
    .....  
    en habitat découvert  
    .....
  - b) facteurs trophiques
  - c) conclusion

## La biocoenose parasitaire

1. les parasites en présence
2. leur intervention globale
  - a) les tables de vie  
    densité des parasites  
    .....  
    pourcentages de cochenilles parasitées  
    .....
3. interventions respectives d'*A. cochereaui* et d'*A. lepidoglyphes*
  - a) aspect temporel
  - b) adaptation
  - c) compétition
4. données du piègeage
5. mise en éclosoir
6. conclusion

## Les entomopathogènes

1. précision de la méthode
  - a) variabilité de la surface foliaire dans un même habitat
  - b) différence de surface foliaire entre deux habitats
  - c) représentation graphique



2. champignon "A"

a) données de l'observation

b) données des comptages

nombre de cochenilles attaquées par le champignon "A"  
.....

relation entre nombre de cochenilles mycosées et surface  
occupée  
.....

c) conclusion

3. champignon "B"

a) données de l'observation

b) données des comptages

nombre moyen de feuilles atteintes par le champignon  
.....

surface moyenne d'occupation par feuille  
.....

surface moyenne d'occupation pour l'ensemble des frondaisons  
.....

nombre de cochenilles attaquées par le champignon "B"  
.....

relation entre nombre de cochenilles parasitées et densité  
de la population hôte  
.....

relation entre nombre de cochenilles mycosées et surface  
foliaire occupée  
.....

c) conclusion

IV - / Conclusion /

Dynamique des populations de *Lepidosaphes beckii* Newm.  
dans les habitats ombragés et découverts de la vallée  
de Sarraméa

III- Fluctuations du niveau des populations du ravageur  
dans les deux habitats en dehors des phases de  
pullulation. Rôle des parasites et des entomopathogènes.

-----  
G. FABRES

I - Introduction

Le fond agrumicole néo-calédonien est constitué presque exclusivement de plants d'agrumes dispersés au sein des caféières sous l'ombrage artificiel créé pour la culture du café.

Les études d'écologie relatives à la dynamique des populations d'insectes inféodés aux agrumes devront, en conséquence, s'organiser autour de ces peuplements sous ombrage.

Les habitats ombragés que sont les caféières, offrent des conditions microclimatiques originales qu'il convient d'étudier comparativement à celles qui règnent en habitats découverts (vergers).

En effet, les facteurs impliqués dans la définition de tels microclimats peuvent intervenir soit directement sur la physiologie de l'insecte phytophage étudié et modifier les paramètres de son développement, soit indirectement par le biais du végétal support ou de la biocoenose parasitaire, prédatrice et entomopathogène du ravageur.

Il conviendra donc, dans le cadre de l'étude que nous conduisons, d'explorer minutieusement les domaines suivants :

- analyse des facteurs climatiques des deux types d'habitat et appréciation de leur influence directe sur la physiologie de *L. beckii*.

- mise en évidence de l'influence de ces facteurs sur la physiologie de la planta-hôte et étude de l'effet de ces éventuelles modifications sur la dynamique des populations de *L. beckii*.

.../...

- étude de l'influence de ces deux habitats sur les composants de la biocoenose de la cochenille (parasites, prédateurs et entomopathogènes).  
Rôle de ces agents biotiques sur les fluctuations de population du ravageur.

Les deux premiers points ont fait l'objet de deux rapports précédents (4 et 5). Le troisième sera abordé dans la présente étude. Dès 1970, en période de pullulation de la diaspine, nous avons entrepris l'étude comparative de la biocoenose parasitaire de L. beckii en habitats ombragés et découverts (rapport 2 et 3) dans les biotopes proches de Nouméa. Cependant, les résultats de cette étude n'ont pas eu, du fait de l'hétérogénéité des habitats, les qualités comparatives que nous pouvons attendre des biotopes de Sarraméa. De plus, les biocoenoses parasitaires et entomopathogènes de la cochenille se sont révélées cette fois beaucoup plus riches en espèces actives.

## II - / Cadre de l'étude /

Il a été défini avec précision dans un précédent rapport (4) au sein d'un chapitre qui inclut les rubriques suivantes :

|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| !-                                                                       | ! |
| ! Délimitation de la zone choisie pour l'étude (carte I) p. 7            | ! |
| ! Considérations générales sur les conditions climatiques de cette zone. | ! |
| ! Choix des habitats (carte II) p. 8                                     | ! |
| ! Description des habitats                                               | ! |
| ! 1. l'habitat ombragé                                                   | ! |
| ! 2. l'habitat découvert                                                 | ! |
| !                                                                        | ! |

L'emplacement des agrumes sélectionnés dans chaque habitat et les raisons de leur choix ont été étudiés dans un autre rapport (5) aux chapitres suivants :

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| !                              | ! |
| ! Croissance des feuilles p. 3 | ! |
| ! 2. protocole (carte III)     | ! |
| ! Surface des feuilles p. 17   | ! |
| ! 2. protocole                 | ! |
| !                              | ! |

### III - Méthodes et techniques /

Elles sont celles de l'établissement des "tables de vie", du piégeage et de la mise en éclosoir.

1. tables de vie : Elles correspondent à l'exploitation au laboratoire d'un échantillon hebdomadaire de feuilles d'agrumes. Celui-ci est composé de 50 feuilles prélevées à raison de 5 par arbre sur les 10 arbres de chaque habitat. Toutes les semaines un des 4 niveaux définis pour chaque arbre est exploité. Au bout de quatre semaines, l'ensemble des données est utilisé pour l'obtention de chiffres mensuels qui seront retenus pour l'étude. Les valeurs ainsi obtenues correspondent donc au traitement d'un échantillon de 200 feuilles par mois et par habitat.

Les comptages sont faits sous la loupe binoculaire et permettent, après examen minutieux de chacune des feuilles prélevées, de recueillir les informations suivantes :

- nombre de cochenilles vivantes, mortes et parasitées par échantillons mensuels. Seuls les stades hôtes des parasites ont été dénombrés à savoir : les femelles jeunes et les deuxième stades âgés pour Aphytis lepidosaphes Compere ; les femelles mûres pour Aphytis cochereaui Rosen.

- nature du stade de développement du parasite (oeufs, jeunes larves, vieilles larves, nymphes, parasites morts au cours du développement, trous de sortie).

- extension en surface des champignons entomopathogènes. Elle est exprimée en fraction de la surface de la feuille ( $1/10$ ,  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $1/1$ ) sur appréciation visuelle globale. Une étude statistique a montré que la variabilité de la surface des feuilles ne fausse en rien cette appréciation étant donné l'importance de l'échantillon (voir plus loin).

- nombre de cochenilles attaquées par les champignons. Deux formes entomopathogènes sont concernées par cette étude : Une espèce indéterminée du genre Aschersonia ou Aegerita (espèce A) et une espèce du genre Septobasidium (espèce B).

A partir de ces divers éléments nous avons obtenu par calcul un certain nombre de paramètres révélateurs de la dynamique des populations

.../...

étudiées et de l'action des agents biologiques (taux de parasitisme, taux de mycose etc...). L'ensemble de ces données élaborées servira de base aux représentations graphiques qui illustrent l'analyse.

2. mise en éclosoir : Elles n'ont pas été conduites systématiquement du fait de la faiblesse des populations et de la masse de l'échantillon minimum qu'il aurait fallu prélever périodiquement pour obtenir des données numériques analysables.

Nous avons cependant tiré profit de mises en éclosoir massives opérées dans la perspective d'élevages de masse des parasites de L. beckii.

Les résultats de ces mises en éclosoir seront développés dans le présent rapport.

3. piègeage : Des cylindres de matière plastique jaune sont enduits de glu et disposés dans les habitats de l'étude. Ils sont relevés périodiquement (tous les 15 jours) et ramenés au laboratoire.

Les parasites A. lepidosaphes et cochereaui capturés sur chaque piège sont comptés. La distinction entre mâles et femelles peut être faite pour A. cochereaui mais elle ne peut être opérée pour A. lepidosaphes au seul examen à la loupe.

D'autres espèces qui se sont révélées régulièrement plus nombreuses ont également été comptées dans le but de fournir des éléments de référence éventuellement utilisables. C'est le cas d'Aphytis sp. (proche d'A. hispanicus) parasite de Pseudaulacaspis pentagona sur Erythrina fusca.

4. données météorologiques : Nous avons enfin utilisé les données climatologiques à notre disposition (postes météorologiques et postes personnels voir rapport 4) pour tenter de dégager ce qui, dans les fluctuations des populations de la diaspine, revient aux facteurs climatiques.

#### IV - Fluctuations des populations et conditions climatiques générales /

Nous avons débuté nos relevés en février 1973 et les avons poursuivis jusqu'en mai 1975. Dès mars-avril 1973 nous nous sommes trouvés en présence d'une ample variation du niveau de population de la diaspine, présentant certaines analogies avec ce que nous avons étudié en 1970 (rapports 2 et 3). Nous nous sommes donc attachés, dans un premier temps, à l'analyse des rapports entre ces fluctuations et les conditions climatiques générales qui en 1970 en avaient été le principal inducteur.

##### Rappel du phénomène observé en 1970 (rapports 2 et 3)

Nous ne reviendrons pas sur le détail de l'étude qui a fait l'objet des rapports précités. Nous évoquerons simplement la corrélation entre l'amplitude des variations du niveau de population de la cochenille et les conditions climatiques générales. En 1970, s'est manifesté une brutale pullulation de la cochenille aussi bien dans les habitats de type découvert que dans les biotopes ombragés. Ce phénomène est en rapport étroit avec la succession bien tranchée d'une longue période de sécheresse et d'un retour brutal à une forte hygrométrie de saison des pluies (2).

##### Analogies avec le phénomène observé à Sarraméa en 1973

1. données de la météorologie : En Nouvelle-Calédonie, comme généralement en pays tropicaux, les faits climatologiques notables sont presque exclusivement ceux de la pluviométrie ; la température étant un facteur secondaire. Nous nous limiterons donc à l'étude des variations de la pluviométrie au cours des années 1972-73 et 74.

###### a) à Nouméa.

En 1970 les biotopes exploités sont proches de Nouméa ("Renard" et "Yahoué") et les relevés climatologiques de cette station ont été utilisés pour notre analyse. Pour la présente étude, les habitats relèvent plutôt des postes météorologiques de "La Foa" et "Col d'Amieu" dont nous analyserons les relevés plus loin. Pour l'instant, dans le souci d'une plus grande précision, nous débuterons notre analyse comparative par l'étude

de la pluviométrie à Nouméa durant les deux périodes concernées.

En 1970 Les fortes populations de la cochenille apparaissent en mars-avril. Avant cette date nous trouvons une période en totalité déficitaire sur le plan pluviométrique (avril 1969 avril 1970) précédée d'une période à tendance déficitaire marquée (janvier 1968 avril 1969). Dès le mois d'avril 1970, l'hygrométrie redevient normale et ses valeurs sont celles de la pleine saison des pluies. L'explosion de population intervient donc dès le retour à une pluviométrie abondante (saison des pluies) succédant à une longue période de sécheresse (fig. 1).

En 1973 "La pluviosité de l'année 1973, comparativement à la moyenne calculée sur la période 1952-1971, accuse un important déficit.

Cet important déficit compris entre 30 et 55% sur la partie de la côte ouest située au nord de Nouméa atteint sa plus forte valeur dans les postes suivants : La Foa 49%. Si l'on compare maintenant les précipitations recueillies en 1973 à celles des années antérieures et que l'on classe 1973 parmi les années les moins pluvieuses, on constate que sur une longue série d'observations, elle figure souvent en premier rang. C'est ainsi que pour La Foa c'est la première fois en 35 ans qu'une aussi faible quantité d'eau de pluie est totalisée.

De plus, il faut noter, que la période où l'on observe le déficit important des précipitations ne coïncide pas avec l'année civile et que les six derniers mois de l'année précédente sont également peu pluvieux..."\*

Comme en 1970, une population relativement abondante apparaît en mars-avril 1973. Sur le plan pluviométrique, nous trouvons jusqu'en février une période à tendance déficitaire très forte. Au-delà, après un mois de mars excédentaire, la pluviométrie marque un nouveau déficit et se maintient telle qu'elle jusqu'en fin 1974. Notons que les déficits enregistrés après le mois de mars ne sont pas proportionnellement importants et qu'ils ne masquent pas l'augmentation de la pluviométrie de la saison des pluies.

\*Résumé climatologique de l'année 1973. Service de la Météorologie.

 PLUVIOMETRIE MOYENNE (65 ANS)     EXÉDENTS     DÉFICITS HYDRIQUES DE LA PÉRIODE ETUDIÉE

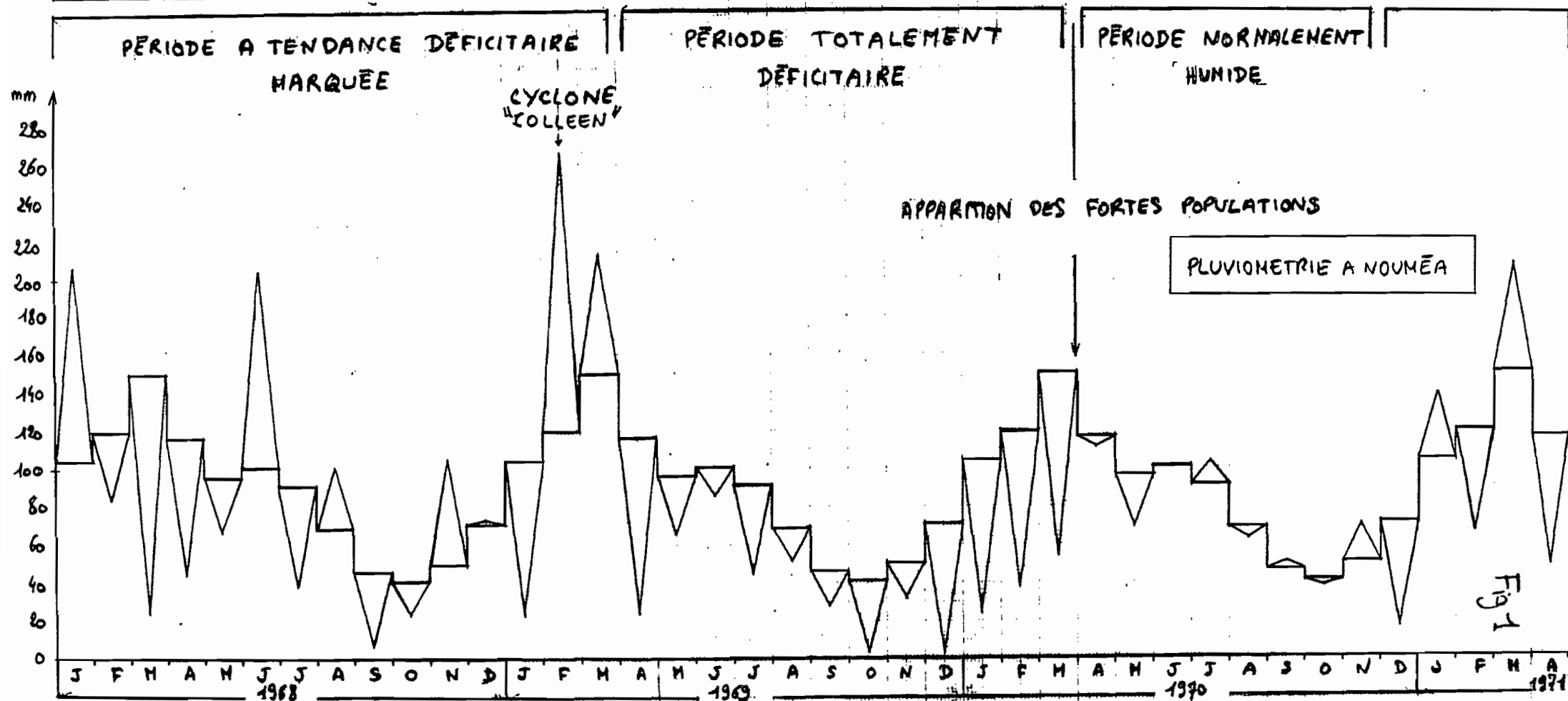


Fig 1



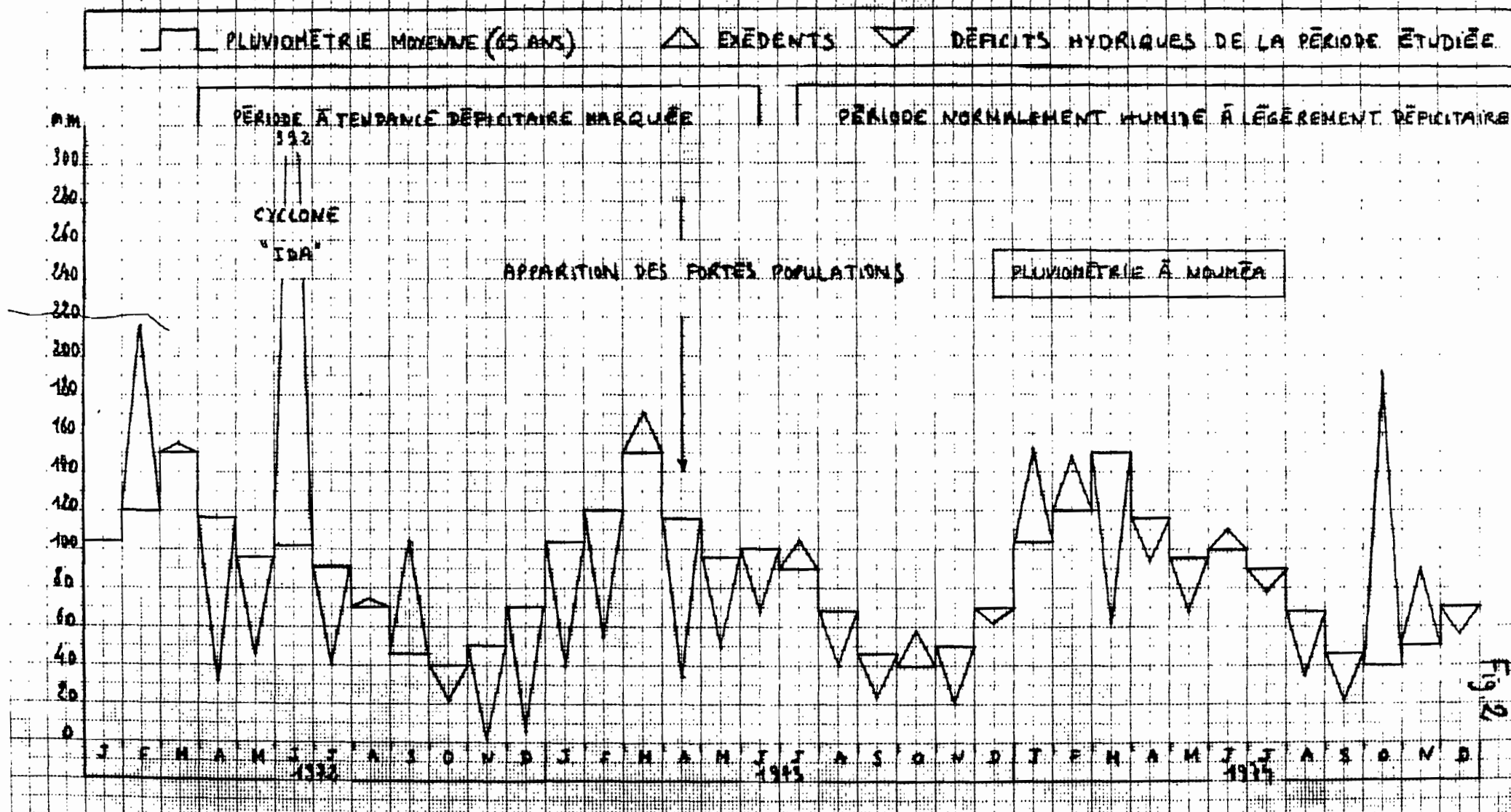


Fig. 2

PLUVIOMÉTRIE MOYENNE (40 ANS)

△ EXÉDENTS

▽

DÉFICITS HYDRIQUES DE LA PÉRIODE ÉTUDIÉE

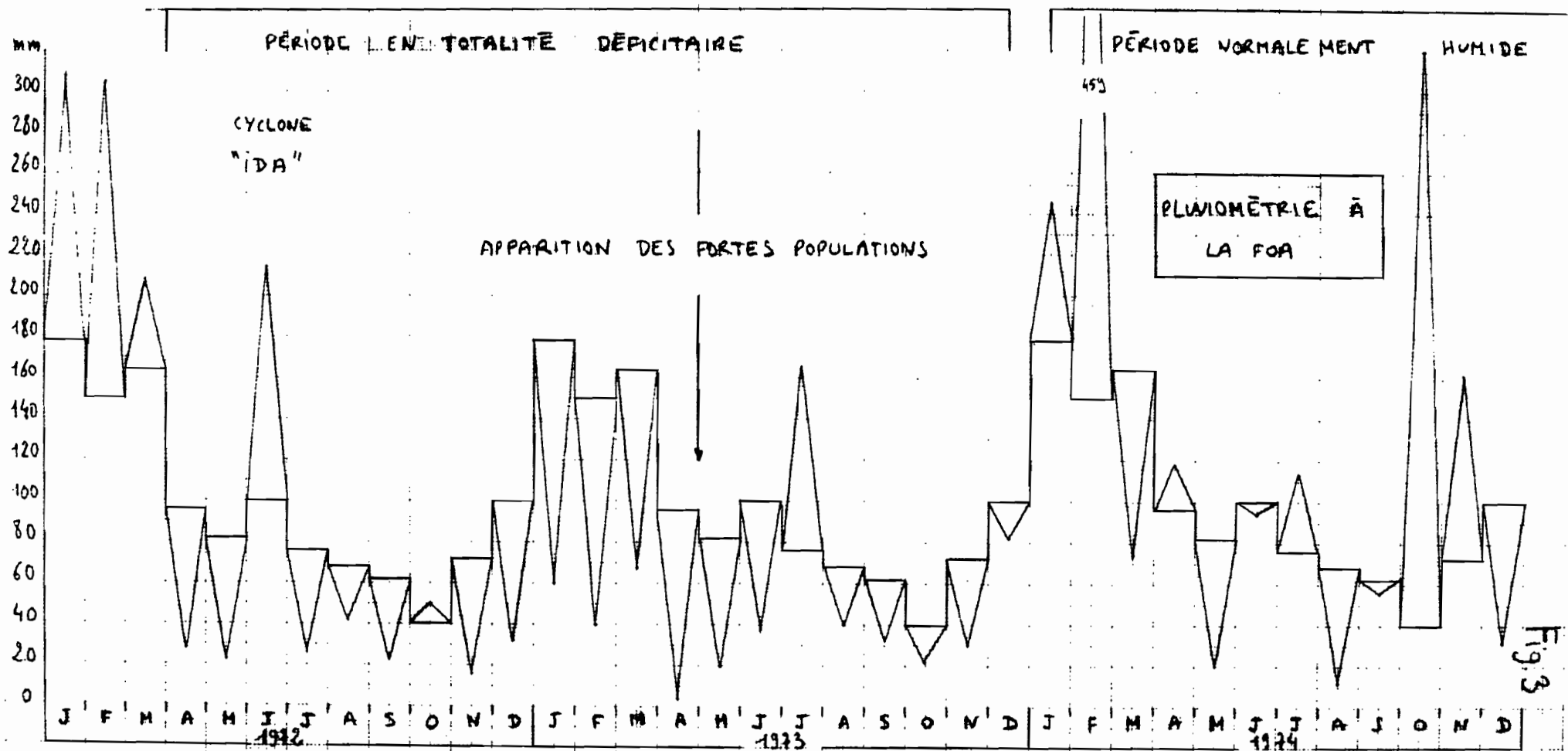


Fig. 3

PLUVIOMÉTRIE MOYENNE (15 ANS)

△ EXÉDENTS

▽ DÉFICITS

HYDRIQUES DE LA PÉRIODE ÉTUDIÉE

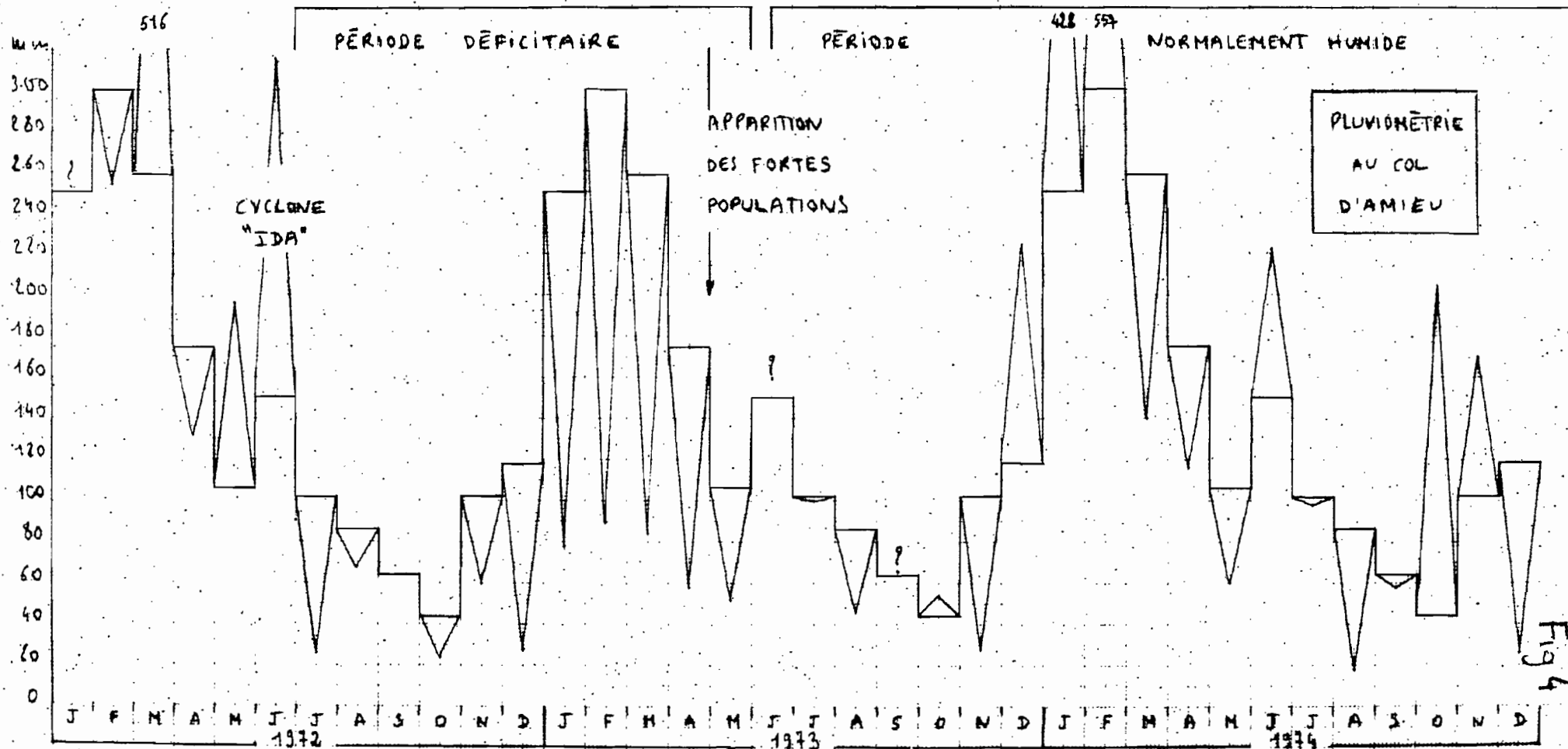


Fig 4

La différence entre ces deux périodes climatiques (1970-1973) réside dans le fait que pour la première, le passage de la phase de sécheresse à la phase de pluviométrie abondante s'est opéré brutalement et a présenté un caractère durable ; pour la seconde, le phénomène a été très progressif et d'une amplitude restreinte.

b) à La Foa et au Col d'Amieu (fig. 3 et 4)

Les biotopes étudiés se trouvent dans un fond de vallée et nous n'avons d'autre ressource pour l'étude qui nous préoccupe que d'exploiter les données météorologiques de "La Foa" (poste en plaine) et "Col d'Amieu" (sur la ligne de crêtes).

- poste de La Foa. Nous retrouvons le même schéma que précédemment : ..... déficit pluviométrique très prononcé jusqu'en juin-juillet 1973, Au-delà, retour très progressif à des conditions normales (fig. 3).

- poste du Col d'Amieu. Nous avons quasiment le même schéma avec ..... cependant une tendance à la nette séparation entre période sèche et période normale aux environs des mois d'avril et mai (fig. 4).

2. Incidence sur le niveau de population de *L. beckii*

En 1970 comme en 1973 nous observons une brusque augmentation de la population du ravageur. Ce phénomène manifeste une très grande amplitude en 1970 ; il est beaucoup plus discret en 1973 et n'a pu être mis en évidence qu'au cours de l'établissement des tables de vie. (voir plus loin). Quoiqu'il en soit, son apparition intervient toujours en avril-mai et coïncide avec la présence d'une pluviométrie relativement abondante faisant suite à une phase pluviométrique déficitaire.

- Lorsque la succession de ces deux phases fait intervenir des phénomènes pluviométriques amples et qu'elle affecte un caractère de soudaineté, on assiste à une véritable "explosion" de la population de la cochenille.

- Lorsque le déficit pluviométrique de la première phase perd progressivement son caractère exceptionnel et que le passage de la période sèche à la période pluvieuse se fait graduellement et sans amplitude,

.../...

les variations de population que l'on peut enregistrer sont beaucoup moins amples. Elles interviennent cependant toujours à une même époque de l'année ; celle qui semble offrir au développement de L. beckii des conditions favorables à plusieurs égards :

- . pluviométrie relativement plus abondante puisque ce sont des mois de la saison des pluies (même si celle-ci est pluviométriquement déficitaire).
- . en habitat découvert, c'est une période qui correspond aux meilleures conditions thermiques pour la cochenille (4).
- . c'est l'époque d'une nouvelle poussée de sève (5).

La poursuite de notre étude au-delà de 1973 a montré que le niveau de population de la cochenille ne manifeste aucune croissance en avril-mai 1974 comme aurait pu le laisser supposer le schéma défini ci-dessus.

Au contraire, la colonie de la diaspine ne cesse de réduire ses effectifs (en février 1975 l'échantillon normalement étudié jusque là ne permet plus de trouver des cochenilles vivantes) (voir plus loin). Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer le fait :

- si l'on accorde un rôle régulateur déterminant aux facteurs climatiques, on peut estimer qu'une trop longue période de sécheresse, s'estompant progressivement, réduit considérablement le potentiel biotique de L. beckii au point que ses populations ne puissent plus être observées pendant plusieurs années.

- On peut supposer que d'autres facteurs interviennent isolément, ou en rapport avec les facteurs climatiques, pour moduler la dynamique des populations du ravageur. (facteurs d'ordre génétique par exemple). Dans cette optique une information complémentaire est à noter : tout au long de l'année 1974 et jusqu'en juillet 1975 nous avons tenté périodiquement de mettre en place un élevage de masse de la cochenille sur citrons. Malgré l'expérience acquise précédemment et la relative facilité technique à conduire un tel élevage en temps normal, il nous a été impossible d'obtenir le résultat escompté. Nous n'avons en fait réussi qu'à perpétuer une petite population de 10 à 20 cochenilles femelles par génération.

Remarque : l'augmentation de la population de L. beckii que nous venons d'étudier par analogie avec celle observée en 1970 est toute relative. Elle n'a en effet aucune commune mesure avec cette dernière qui aboutit à une véritable pullulation du ravageur. Nous renvoyons aux chiffres obtenus dans l'habitat "Renard" en 1970 (6) tout en fournissant ci-dessous les éléments d'une comparaison rapide :

|   |                                                       |    |
|---|-------------------------------------------------------|----|
| ! |                                                       | !  |
| ! | + mai 1970, "Renard", échantillon de 100 feuilles,    | !  |
| ! | 1300 femelles mûres dénombrées.                       | !  |
| ! |                                                       | !  |
| ! | + juin 1973, "Sarraméa", échantillon de 200 feuilles, | !  |
| ! | 90 femelles mûres dénombrées.                         | !  |
| ! |                                                       | !! |

V - / Fluctuations des populations et biocoenose parasitaire et entomopatho-/  
/ gène /i

#### Dynamique de la population du ravageur pendant la durée de l'étude

Nous avons débuté nos comptages en février 1973 et les avons poursuivis régulièrement à raison d'un comptage hebdomadaire jusqu'en novembre de la même année. Au-delà, la population se maintenant à un niveau très bas, nous avons pratiqué des sondages périodiques : février et mars 1974, juillet 1974, février 1975 (fig. 5).

Les cochenilles dénombrées sur l'échantillon hebdomadaire de 50 feuilles sont très peu abondantes à partir de février 1974. En mars nous ne trouvons plus que 25 femelles (jeunes et mûres) sur le lot de 200 feuilles correspondant à l'échantillon mensuel. En février 1975 nous n'y trouvons plus aucune cochenille.

En conséquence, nous n'exploiterons que les données relatives à la période comprise entre février 1973 et février 1974.

1. fluctuations du nombre des cochenilles échantillonnées dans les deux habitats.

Nous comptabiliserons la totalité des femelles obtenues par comptage à savoir les formes vivantes, mortes et parasitées (fig. 5).

a) habitat ombragé

Les cochenilles sont peu abondantes en mars (de 150 à 200 femelles sur 200 feuilles). Leur nombre augmente brusquement pour atteindre les chiffres de 600 à 700 en mai et juillet. Ces chiffres diminuent ensuite progressivement pour retrouver en février 1974 des valeurs analogues à celles de mars 1973.

b) habitat découvert

Le phénomène encore perceptible, est beaucoup moins ample. De 100 cochenilles en mars, nous passons à 250 en mai-juin pour revenir très progressivement à 75 en février 1974.

Nous mettons ainsi en évidence un fait signalé dans un précédent rapport comme étant d'observation courante (4) : en période de non pullulation les colonies de la cochenilles sont numériquement plus importantes en habitats ombragés qu'en biotopes découverts.

2. tentative d'interprétation.

Nous avons vu que l'allure générale des courbes représentatives de l'évolution du nombre des cochenilles échantillonnées périodiquement est sensiblement la même dans les deux habitats. Le fait intéressant et qu'il nous faut expliquer, est essentiellement représenté par la disparité qui existe entre les deux habitats au point de vue de l'importance numérique de la population de la cochenille. Pour l'interpréter nous ferons successivement appel à divers facteurs dont nous avons déjà abordé l'étude dans des rapports antérieurs (4 et 5).

a) facteurs climatiques

Les mêmes événements climatiques ont affecté les deux habitats étudiés aussi bien les variations de la pluviométrie que celles de la température. Ceux-ci ont cependant été ressentis différemment dans les deux habitats

..../...

- l'habitat ombragé est favorable à la cochenille car il amortit les amplitudes hygrométriques et thermiques. Ce phénomène a pu jouer en faveur du milieu ombragé au cours de la phase de sécheresse qui a précédé la croissance de la population. La cochenille a pu conserver à l'ombrage de la caféière, une population plus nombreuse et biologiquement plus vigoureuse (les cochenilles mûres sont en repos physiologique à l'ombre et sont tuées à découvert ; les oeufs sous le bouclier femelle sont en attente à l'ombre et sont desséchées à découvert (2). Ceci permet une meilleure reprise de croissance de la population au retour des conditions climatiques plus clémentes. On constate en effet en mars 1973, que le nombre des cochenilles femelles est légèrement plus important à l'ombre qu'à découvert (150 à 175 contre 100 fig. 5). De plus, l'examen des pourcentages relatifs de cochenilles mortes vivantes et parasitées (fig. 7) amène les remarques suivantes :

+ en habitat ombragé le pourcentage initial de 60 concernant les ..... formes vivantes se maintient jusqu'en mai. Il décroît ensuite lentement pour atteindre la valeur de 40 en août.

+ en habitat découvert, ce pourcentage initialement de 65 régresse ..... beaucoup plus rapidement pour atteindre la valeur de 40 dès juin. L'habitat ombragé assure donc les conditions d'une meilleure résistance de la cochenille aux conditions climatiques extrêmes et lui permet une meilleure reprise lors du retour aux conditions pluviométriques plus clémentes (3).

- En ce qui concerne l'optimum thermique, les deux habitats semblent également favorisés à des périodes différentes mais qui couvrent celles du début de l'étude : décembre-avril pour l'habitat ombragé ; avril-juillet pour l'habitat découvert (4).

- L'optimum hygrométrique favorise d'une façon générale et tout au long de l'année, l'habitat découvert. Cette information ne peut par conséquent venir en confirmation de l'hypothèse avancée.

- Il faut également soulever la question d'une intervention indirecte des facteurs climatiques. Ceux-ci, nous l'avons vu dans une étude

.../...



préalable (2), sont responsables de la réduction notable des populations de parasites prédateurs et entomopathogènes durant la phase de sécheresse qui précède l'augmentation numérique de la colonie de la cochenille. Ces faits que nous avons observés en période de pullulation et dans les biotopes proches de Nouméa (2) sont en partie responsables de l'explosion de population du ravageur en habitats découverts . Nous verrons dans un chapitre ultérieur, si ce schéma peut être appliqué dans les biotopes de Sarraméa en période de non pullulation.

b) facteurs trophiques

Nous l'avons vu, ils sont en totalité à l'avantage de l'habitat découvert (5). Les poussées de sève, le rythme et les modalités de la chute des feuilles ainsi que la réduction de la surface foliaire sont en faveur d'un meilleur développement de la cochenille en habitat découvert.

c) conclusion

Aucun des facteurs que nous venons d'étudier ne saurait être à lui seul responsable du développement relativement plus important de la cochenille en habitat ombragé ~~en période de non pullulation~~. Seules les conditions climatiquement tamponnées de l'habitat ombragé pourraient favoriser une meilleure reprise de l'activité de la cochenille. Nous pensons que ce facteur intervient effectivement dans le sens de l'initiation du processus défini ci-dessus mais qu'il ne saurait être le seul responsable du phénomène observé. Il est bien souvent en effet compensé par d'autres facteurs qui ont un effet exactement opposé au sien et favorisent le développement de la cochenille en habitat découvert.

Il nous faut donc estimer que d'autres éléments doivent intervenir, tout particulièrement les facteurs en rapport avec l'existence d'une biocoenose parasitaire et entomopathogène inféodée à L. beckii au sein des deux habitats. Nous examinerons comment celle-ci a évolué dans les biotopes étudiés et si certains des agents biologiques impliqués ont eu un rôle décisif dans la mise en place et le maintien d'une disparité numérique entre les populations de la diaspine en habitat ombragé et celles de l'habitat découvert.

## La biocoenose parasitaire

### 1. les parasites en présence

Au cours des études que nous avons conduites avant 1972, sur la bio-coenose parasitaire de L. beckii nous nous sommes toujours trouvés en présence de deux parasites : l'un excessivement polyphage et cosmopolite : Aspidiotiphagus lounsburyi B et P, l'autre endémique, appartenant à un groupe systématique riche en agents biologiques efficaces : Aphytis cochereaui Rosen (6).

Dès 1972, nos relevés effectués dans les biotopes précédemment exploités "Renard et Yahoué" nous ont mis en présence d'une nouvelle espèce : Aphytis lepidosaphes Compere originaire de Chine, connue pour son action bénéfique dans la régulation des populations du ravageur et introduite fortuitement sur le territoire. La présence simultanée de ces deux parasites dans les mêmes habitats nous a donné l'occasion d'une étude comparée de leur biologie (7) et d'une mise au point sur l'originalité de l'espèce endémique (8).

### 2. leur intervention globale

La mise en place de nos expérimentations et contrôles dans les habitats ombragés et découverts de Sarraméa, nous a assuré les moyens d'une étude simultanée de la dynamique des populations de ces deux espèces dans chacun des biotopes précités. Notre but était l'obtention d'informations comparatives sur les qualités d'adaptation de chaque espèce à l'habitat, sur les modalités de la compétition entre espèces et sur le rôle éventuel de chaque Aphytis dans la régulation des populations de l'hôte.

Les données qui seront ici exploitées proviennent exclusivement de l'établissement de tables de vie après comptages des cochenilles sur les échantillons foliaires, des piègeages et de la mise en éclosoir.

#### a) les tables de vie

Les comptages hebdomadaires nous assurent une appréciation périodique du nombre des cochenilles parasitées comptées sur l'unité de prélèvement (200 feuilles dans chaque habitat).

L'échantillon foliaire étant représentatif de l'ensemble des frondaisons pour un type d'habitat, chaque valeur obtenue est représentative de la masse des parasites qui se développe sur la population de la cochenille à un moment donné et pour un type d'habitat (densité du parasite). Ces chiffres rapportés à la masse des cochenilles hôtes obtenues par la même méthode nous permettent d'apprécier le taux de parasitisme.

densité des parasites  
..... (fig. 6)

- Il existe une exacte correspondance chronologique entre les fluctuations de la population-hôte et celles des populations des parasites prises dans leur ensemble. On peut simplement déceler un classique décalage dans le temps entre le développement de la colonie de L. beckii et celui des parasites Aphytis cochereaui et A. lepidosaphes. La densité des parasites est faible en mars-avril (de 0 à 15 stades vivants). Elle croît brusquement dès mai pour atteindre son maximum en juin-juillet (jusqu'à 75 stades vivants) et décroître ensuite (de 5 à 20 en août). Notons que cette décroissance est rapide en habitat ombragé et qu'elle est très progressive en habitat découvert. L'harmonie entre les fluctuations de la population hôte et celles de la population des parasites existe dans les deux habitats et se caractérise par l'obtention de courbes quasiment superposables deux à deux (fig. 5 et 6).

- En habitat ombragé les fluctuations de la population d'Aphytis lepidosaphes sont très amples comme l'ont été celles des populations de l'hôte. (de 0 à 5 cochenilles parasitées en mars-avril ; de 70 à 110 en juillet 73 ; de 10 à 20 en février 1974. Chiffres extrêmes du parasitisme en cours et du parasitisme total.

Pour Aphytis cochereaui, on enregistre un phénomène de même allure et d'amplitude moindre (de 15 à 20 cochenilles parasitées en mars ; de 45 à 75 en mai ; de 0 à 10 en octobre. Chiffres extrêmes du parasitisme en cours et du parasitisme total).

- En habitat découvert, comme pour les populations de l'hôte, les fluctuations numériques de la population du parasite sont beaucoup moins spectaculaires. Pour Aphytis lepidosaphes on passe de 0 à 10 cochenilles parasitées en mars-avril à un chiffre compris entre 20 et 40 en juin 73 pour retrouver une valeur de 0 à 10 en mars (parasitisme en cours et total).

.../...

Pour Aphytis cochereaui, nous avons de 0 à 10 cochenilles parasitées en mars-avril, puis de 0 à 15 en juin et de 0 à 5 en octobre (parasitisme en cours et total).

Pourcentages de cochenilles parasitées (fig. 7)

Pour apprécier l'impact de l'action parasitaire globale des deux Aphytis sur la dynamique des populations de l'hôte, nous avons calculé les pourcentages des cochenilles vivantes, mortes et parasitées et représenté graphiquement l'évolution de ces valeurs. Le pourcentage de parasitisme représente donc le rapport, à un moment donné, entre le nombre de cochenilles parasitées (parasitisme total) et le nombre total de cochenilles recensées (mortes, vivantes et parasitées). Cette méthode appelle quelques remarques :

- Nous n'avons tout au long de l'étude, compté que les stades hôtes des deux parasites : 2ème stade âgée et femelles jeunes pour A. lepidosaphes ; femelles mûres pour A. cochereaui. Le pourcentage de cochenilles parasitées ne fait donc intervenir que les parasites et les stades hôtes.

- Les cochenilles ont été dénombrées comme parasitées quelque soit le stade de développement des parasites (oeufs, jeunes larves, vieilles larves, nymphes, trous de sorties ou parasite mort avant complet développement). En conséquence, les pourcentages obtenus tendront à être de plus en plus surévalués du fait de l'augmentation relative du nombre des cochenilles qui ont assuré le développement du parasite (trous de sortie) et qui demeurent sur les feuilles.

- Les cochenilles mortes ont également été comptabilisées. Leur pourcentage ira également croissant avec le temps pour la même raison. Ils atteindront lorsque la population de la diaspine sera à un niveau très bas, des valeurs excessivement élevées mais peu significatives qui n'entreront pas dans le cadre de notre analyse.

On observe (fig. 7) que les pourcentages de parasitisme ne varient pas dans la même mesure que les densités de parasites (fig. 6). Ils sont, contrairement à ces dernières valeurs, assez stables, ne fluctuant qu'entre 10% et 20%.

Les fluctuations de populations du stade hôte n'induisent donc pas chez les parasites les spectaculaires phénomènes de régulation qui sont à la base du contrôle du ravageur par son parasite. Bien sûr les processus que nous évoquons ci-dessus interviennent (augmentation de 10 à 20% du pourcentage de parasitisme ; augmentation de la densité du parasite) mais ils sont de très faible amplitude et l'intervention des parasites est ici analogue à celle d'un facteur indépendant de la densité.

Nous avons vu dans des rapports précédents (2 et 3) qu'il n'en est pas toujours ainsi, particulièrement en période de pullulation de l'hôte. On peut affirmer au vu des conclusions de cette étude qu'en deçà d'un certain seuil de densité de l'hôte, le rôle des parasites est limité à celui d'un facteur indépendant de la densité. La biocoenose parasitaire aura un rôle effacé en période de non pullulation de la diaspine. On peut ainsi estimer, dans le cas présent que le facteur "intervention des parasites" ne peut être responsable de la régression de la population hôte dès juillet 73 et de la disparité qui existe entre les deux habitats. L'action globale des parasites s'est montrée identique dans les deux habitats et n'a pu qu'assurer le maintien des disparités prééxistantes provoquées par d'autres facteurs.

L'occasion nous est cependant ici offerte d'étudier de façon comparative les modalités du développement des populations d'A. cochereaui et d'A. lepidosaphes dans les deux types de biotopes et en période de non pullulation.

### 3. interventions respectives d'A. cochereaui et d'A. lepidosaphes

Pour ce type d'analyse nous avons besoin d'une précision plus grande que celle précédemment admise pour l'étude de l'intervention parasitaire globale. Pour l'étude de chaque Aphelinidae nous utiliserons donc les valeurs du taux de parasitisme. Celui-ci est représenté par le rapport entre le nombre des cochenilles parasitées (femelles) comptées sur l'échantillon mensuel et la somme des cochenilles saines et parasitées du même échantillon. Ces rapports feront intervenir soit les stades vivants du parasite (parasitisme en cours) soit la totalité des formes vivantes et mortes (parasitisme total). Pour A. lepidosaphes les cochenilles comptabilisées seront les seules femelles jeunes et les 2e stades âgés (stades

.../...

hôtes préférentiels mais non exclusifs). Pour A. cochereaui nous compterons les seules femelles mûres en période de ponte (stade hôte exclusif (fig. 8).

La précision des valeurs obtenues sera donc plus grande pour A. cochereaui que pour A. lepidosaphes dont les taux de parasitisme seront surévalués. Notons également que la compétition ne se fait pas pour un même stade hôte, mais pour des stades successifs, A. lepidosaphes intervenant plus tôt dans le développement de la cochenille et sur des stades relativement plus nombreux.

#### a) aspect temporel

Dans un précédent rapport (3) nous avons émis l'hypothèse qu'A. cochereaui pouvait intervenir plus rapidement qu'A. lepidosaphes lorsque une brusque augmentation de la population hôte se manifestait. Cette hypothèse était étayée par le fait qu'en 1970, lors de la pullulation de l'hôte, seule la première espèce s'était manifestée, la seconde n'étant apparue que beaucoup plus tard. Nous avons alors suggéré que les conditions d'extrême sécheresse devaient beaucoup plus affecter A. lepidosaphes qu'A. cochereaui.

Nous avons ici, dans le cadre d'une période de non pullulation de la cochenille et par conséquent d'intervention de facteurs climatiques moins rigoureux, l'illustration de ce fait.

La densité de la population d'A. cochereaui en milieu ombragé est plus élevée que celle d'A. lepidosaphes pendant les trois premiers mois de l'étude. (15 à 20 manifestations de parasitisme sur l'échantillon mensuel contre 0 à 5 dès mars 1973). De même, l'augmentation de cette densité est plus rapide pour A. cochereaui (maximum de densité en mai au lieu de juin-juillet pour A. lepidosaphes (fig. 6).

Si l'on se réfère aux taux de parasitisme (fig. 8) on constate que ceux-ci sont également plus élevés pour A. cochereaui pendant les deux premiers mois de l'étude.

Le phénomène n'apparaît pas en milieu découvert ni pour les densités de population ni pour le taux de parasitisme.

.../...

L'hypothèse évoquée plus haut se trouve ainsi confirmée : A. cochereaui montre une résistance plus grande aux conditions climatiques dont les variations induisent les pullulations de l'hôte. Il se montrera donc plus apte<sup>à</sup> intervenir rapidement en cas d'explosion des populations de l'hôte. Son intervention se montrera plus efficace en habitat ombragé.

#### b) adaptation

Si l'on étudie les variations du taux de parasitisme par comparaison avec les fluctuations numériques de la population hôte, on remarque qu'A. lepidosaphes est beaucoup plus sensible qu'A. cochereaui à une augmentation de la densité de l'hôte et que sa réponse adaptative est meilleure si elle est envisagée dans l'optique d'une régulation de l'hôte par le parasite.

- En habitat ombragé, on obtient pour A. lepidosaphes des taux de parasitisme en cours de l'ordre de 50% alors que ceux-ci ne sont que de 15% au maximum pour A. cochereaui (fig. 8).

- En habitat découvert, la même différence se manifeste bien que les chiffres obtenus soient relativement plus faibles : 40% de parasitisme en cours pour A. lepidosaphes contre 7% au maximum pour A. cochereaui.

Ainsi, une fois les mécanismes de régulation mis en place -plus tardivement pour A. lepidosaphes celui-ci se montre le plus efficace pour la régulation des populations du ravageur; A cet égard, l'habitat ombragé se révèle plus propice à l'activité parasitaire.

#### c) compétition

Elle ne se fait pas pour le même stade de développement de la cochenille. L'action d'A. lepidosaphes se manifeste plus tôt au cours du cycle biologique de L. beckii et s'exerce aux dépens de stades divers (2ème stade, mâles, jeunes femelles, femelles mûres) relativement plus abondant que le stade hôte exclusif d'A. cochereaui (femelles mûres en phase de ponte). Aussi ce caractérise t-elle, en dehors des périodes de pullulation de l'hôte, par le fait qu'elle réduit sensiblement la densité des hôtes disponibles pour A. cochereaui. Si celle-ci est maintenue en

.../...

deçà d'un certain seuil, ce dernier est confiné à un rôle de "facteur indépendant de la densité".

d) conclusion

L'intervention parallèle et dans les mêmes habitats, de deux Aphelinidae à la biologie très proche, conduit à leur compétition. Celle-ci n'intervient que très peu lorsque le niveau de population est très bas. En cas d'une brusque augmentation numérique de la colonie de l'hôte, A. cochereaui intervient le premier. Il est ensuite déplacé par A. lepidosa-  
phes qui le relègue quasiment à un rôle de facteur indépendant de la densité.

4. données du piègeage (fig. 9)

Le piègeage a pour but d'apprécier la masse des parasites qui gravite au sein des frondaisons et de connaître ses fluctuations. Du fait du caractère attractif de ces pièges la comparaison des valeurs absolues n'est pas envisageable. Ainsi on ne pourra pas comparer le nombre des parasites capturés en habitat ombragé à ceux piégés en habitat découvert, un même piège pouvant avoir des caractéristiques optiques différentes selon le degré d'insolation de l'habitat où il est placé. On ne pourra pas non plus comparer le nombre des parasites de diverses espèces sur un même piège, celui-ci pouvant opérer une attraction sélective sur l'une ou l'autre de celles-ci. De même les fluctuations du nombre des insectes capturés d'un mois à l'autre doivent être comparées avec prudence car les conditions d'ensoleillement et par conséquent d'attraction ne sont pas les mêmes tout au long de l'année.

Ces réserves faites, nous pouvons tirer partie de ces informations car elles présentent certaines qualités :

- + le nombre des parasites capturés est plus grand que celui des formes parasitaires comptées sur l'échantillon et le travail d'analyse en est facilité.
- + L'ensoleillement de l'habitat ~~découvert~~ amplifie l'attraction des pièges et permet de mettre en évidence avec plus d'acuité des phénomènes propres à cet habitat.



Deux remarques peuvent être faites :

- Nous retrouvons sur les graphiques (fig. 9) les grandes lignes du schéma chronologique évoqué précédemment. Les deux premiers mois de l'étude, soit au début de l'augmentation numérique de la population hôte, A. cochereaui est plus abondant qu'A. lepidosaphes. De 30 à 70 adultes ont été piégés à découvert pendant les mois de mars-avril et mai contre 0 à 10 pour A. lepidosaphes. En habitat <sup>ombragé</sup> le phénomène est moins marqué : de 5 à 15 adultes d'A. cochereaui contre 0 à 10 durant la même période.

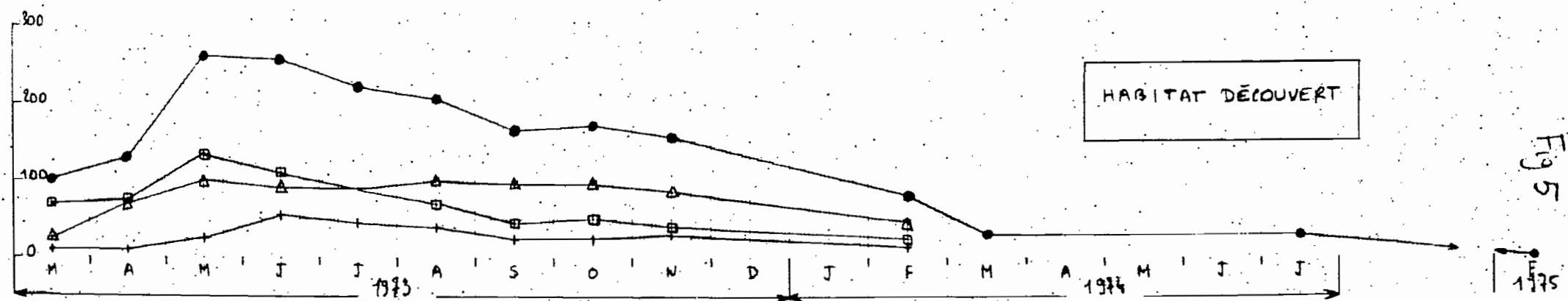
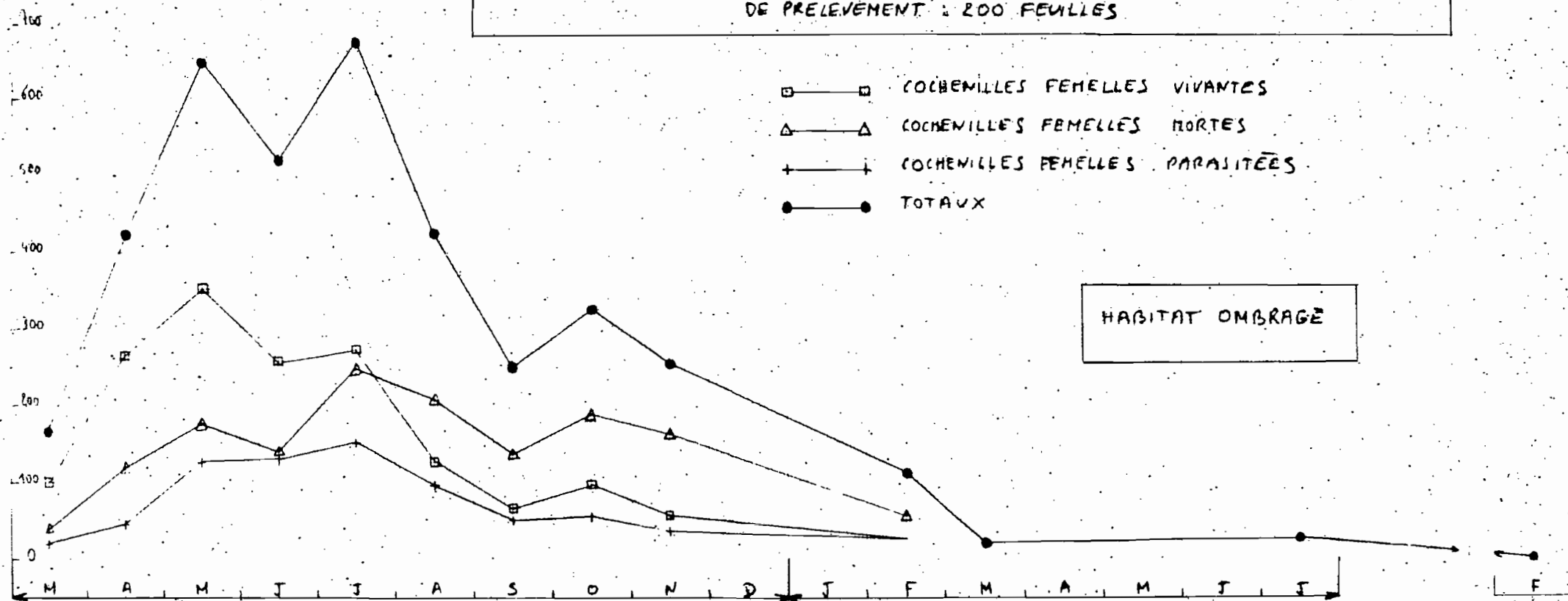
La densité d'A. cochereaui se réduit ensuite progressivement tandis que celle d'A. lepidosaphes croît de façon notable pour atteindre de fortes valeurs qui se maintiennent jusqu'au début de l'année 1974 (jusqu'à 300 individus piégés par quinzaine en septembre 1973 à découvert). C'est là une manifestation des pouvoirs respectifs des deux espèces et des modalités de leur compétition.

- En habitat ombragé, les fortes densités d'A. lepidosaphes apparaissent plus tardivement qu'en habitat découvert (août-septembre au lieu de juin-juillet pour ce dernier). Elles régressent également plus tôt (janvier pour l'habitat ombragé et mars 1974 à découvert).

Nous pourrions y voir une simple conséquence des défauts inhérents au piégeage et que nous avons mentionnés plus haut : en habitat ombragé, l'ensoleillement a des effets plus précoces et également plus tardifs dans la saison.

Nous pensons plutôt, vu la netteté du phénomène et les analogies que nous décelons dans la comparaison de ces courbes avec celles de la fig. 6, que cela correspond à une réalité de la dynamique des populations d'A. lepidosaphes et de son adaptation aux différents habitats. Les biotopes découverts lui semblent manifestement plus propices puisqu'ils assurent de meilleures conditions à une croissance précoce de ses populations et à la permanence de celles-ci de façon plus tardive. Ceci met en lumière par contre coup la relative adaptation d'A. cochereaui aux habitats ombragés.

NOMBRE DE COCHEVILLES FEMELLES VIVANTES, MORTES ET PARASITÉES PAR UNITÉ  
DE PRELEVEMENT : 200 FEUILLES



NOMBRE DE MANIFESTATIONS DE PARASITISME REPERTORIÉES PAR UNITÉ  
DE PRÉLEVEMENT : 200 FEUILLES.

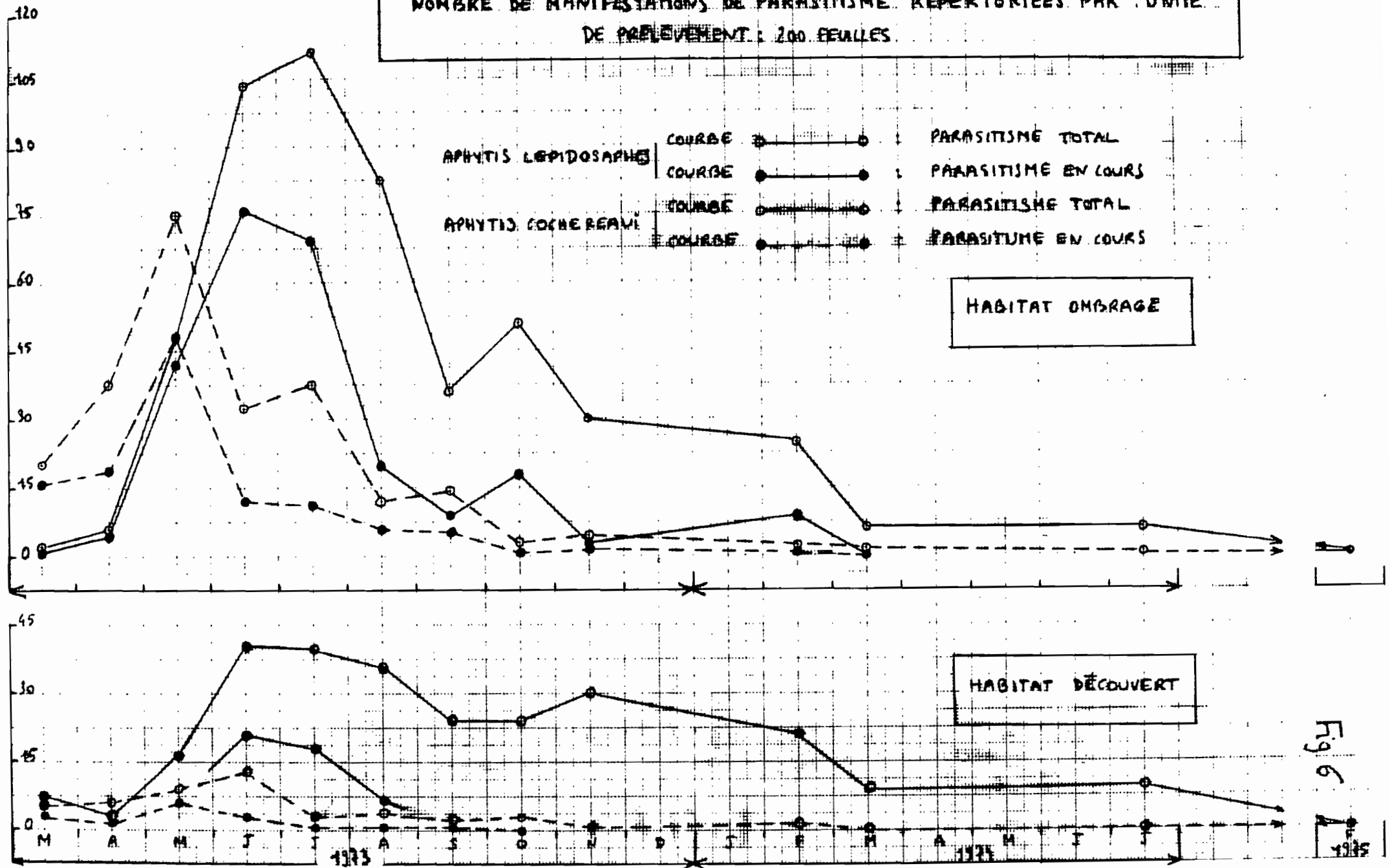


Fig 6

POURCENTAGES DES COCHENILLES FEMELLES VIVANTES, MORTES ET PARASITÉES

■ — ■ COCHENILLES VIVANTES  
 ▲ — ▲ COCHENILLES MORTES  
 + — + COCHENILLES PARASITÉES

HABITAT OMBRAGÉ

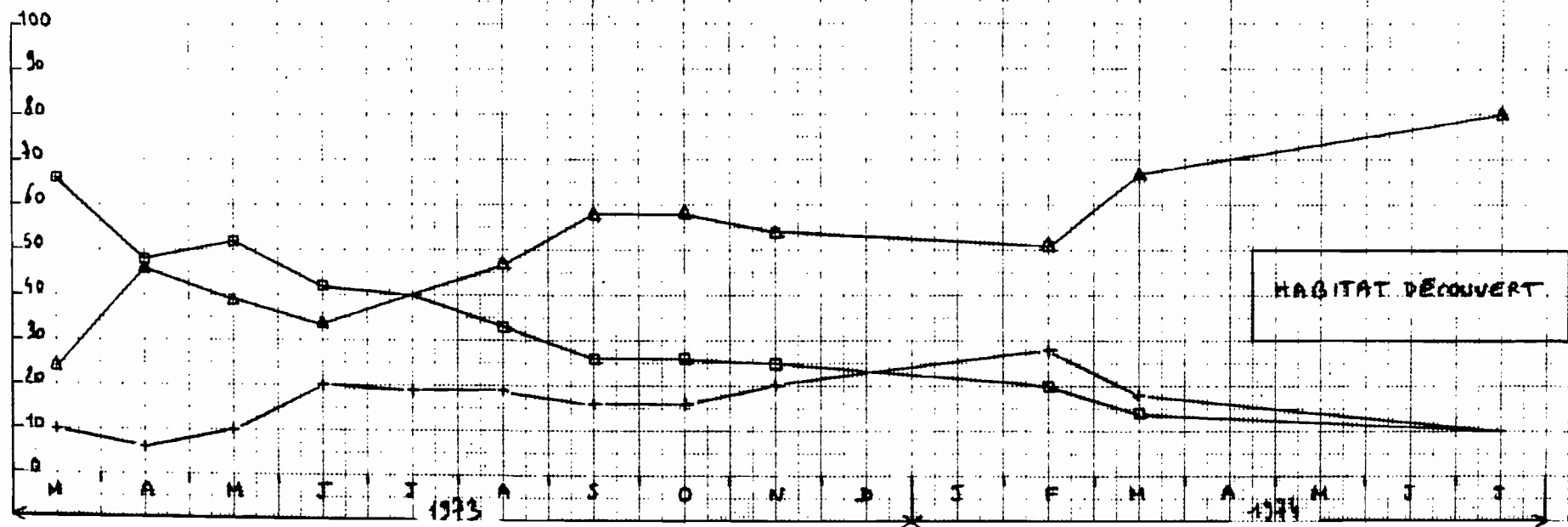
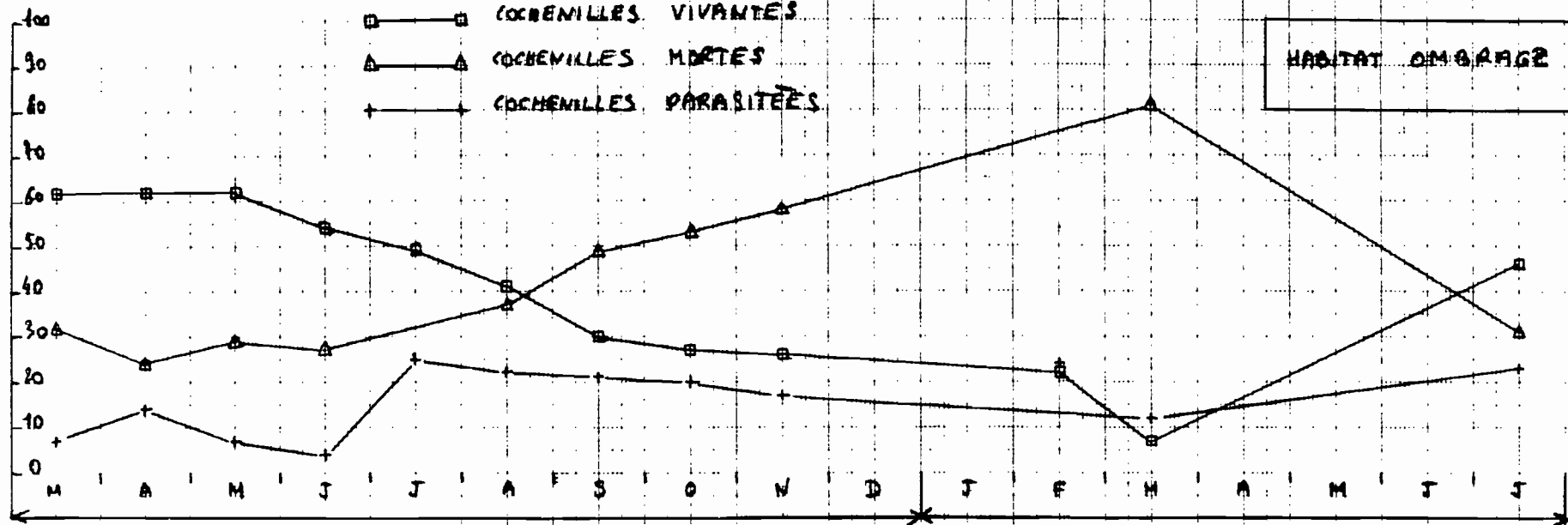


Fig 9

# TAUX DE PARASITISME

APHYTIS LEIDOSAPHES

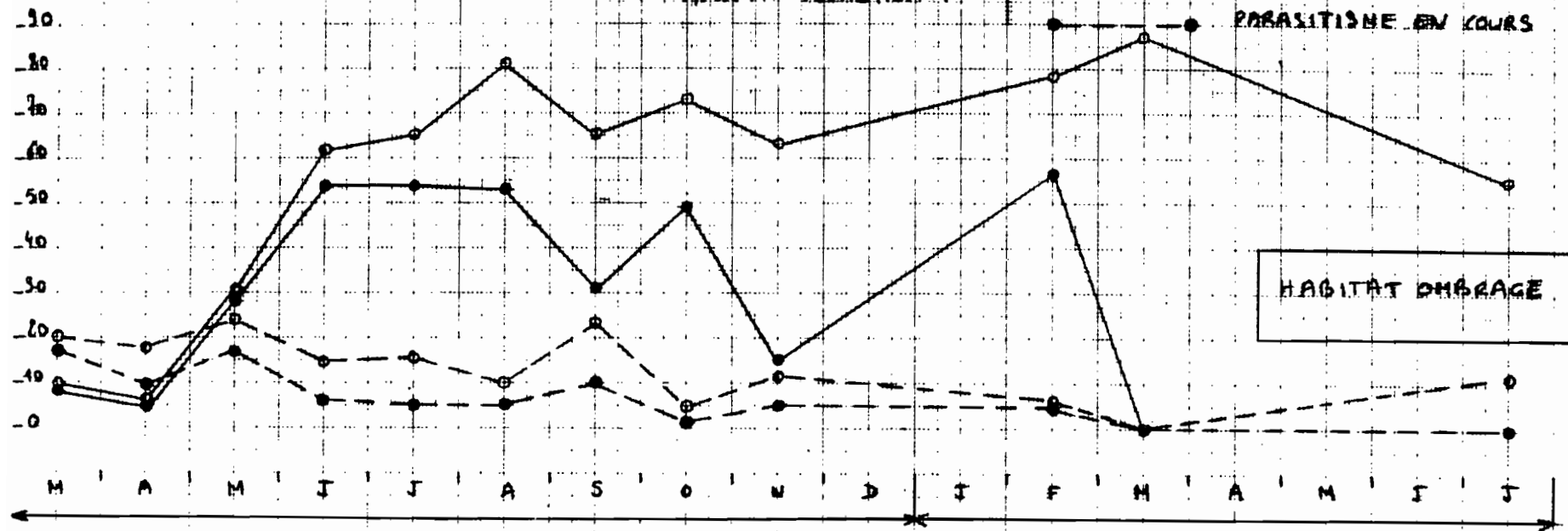
APHYTIS COCHEREAU

PARASITISME TOTAL

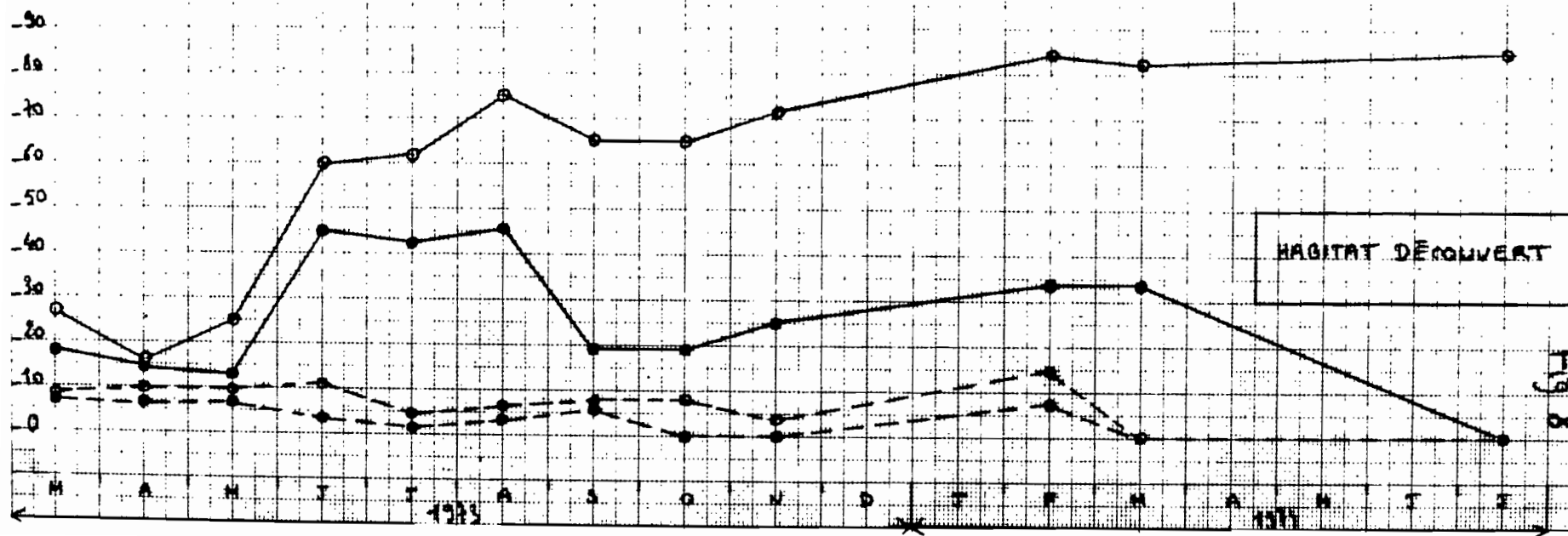
PARASITISME EN COURS

PARASITISME TOTAL

PARASITISME EN COURS



HABITAT DMI-RAGE



HABITAT DÉCOUVERT

Fig 8

### 5. mise en éclosoir

Il s'agissait pour nous de récolter une masse importante de feuilles destinées à l'obtention de parasites des deux espèces en grand nombre pour le démarrage d'un élevage des deux Aphytis au laboratoire. Ce procédé, tout utilitaire, s'avère pouvoir fournir des éléments d'information complémentaire.

- Les feuilles provenant de l'habitat ombragé, ont été mises en éclosoir le 16.7.73 et les émergences de parasites se sont succédées du 17.7. au 16.8.73 (maximum de sorties le 26.7. et le 2.8. tableau I).

| ! date    | ! <u>A. lepidosaphes</u> | ! <u>A. cochereau</u> | ! Q  | !    |
|-----------|--------------------------|-----------------------|------|------|
| ! 17.7.73 | ! 0                      | ! 1                   | ! 0  | ! 1  |
| ! 19. "   | ! 15                     | ! 2                   | ! 0  | ! 2  |
| ! 20. "   | ! 5                      | ! 1                   | ! 1  | ! 0  |
| ! 23. "   | ! 44                     | ! 2                   | ! 0  | ! 2  |
| ! 25. "   | ! 144                    | ! 2                   | ! 2  | ! 0  |
| ! 26. "   | ! 0                      | ! 3                   | ! 1  | ! 2  |
| ! 30. "   | ! 91                     | ! 4                   | ! 2  | ! 2  |
| ! 31. "   | ! 126                    | ! 3                   | ! 3  | ! 0  |
| ! 2.8."   | ! 107                    | ! 7                   | ! 4  | ! 3  |
| ! 3. "    | ! 43                     | ! 5                   | ! 3  | ! 2  |
| ! 6. "    | ! 30                     | ! 1                   | ! 0  | ! 1  |
| ! 7. "    | ! 17                     | ! 1                   | ! 1  | ! 0  |
| ! 10. "   | ! 50                     | ! 3                   | ! 1  | ! 2  |
| ! 13. "   | ! 22                     | ! 4                   | ! 3  | ! 1  |
| ! 16. "   | ! 2                      |                       |      |      |
| ! 5       | ! 696                    | ! 39                  | ! 21 | ! 18 |

Tableau I. Détails des émergences en éclosoir des espèces d'Aphytis étudiées

On remarquera que des émergences sont encore obtenues un mois après la mise en éclosoir ce qui correspond à un temps de développement relativement long pour A. lepidosaphes. Le développement de celui-ci en effet nécessite en moyenne 15 jours (25°C et 70% d'humidité) dans les conditions d'élevage classiques alors que le délai noté ici<sup>ne</sup> correspond qu'au temps de développement des vieilles larves et des nymphes. Ceci est probablement dû aux conditions de température du laboratoire pendant les mois de juillet et août (variable entre 12° et 25°).

- Les proportions entre le nombre des adultes d'A. cochereau et celui des adultes d'A. lepidosaphes peuvent être comparées à celles que

nous avons obtenues à la même époque par le piégeage (adultes également) et par les comptages (stades de développement qui peuvent normalement fournir des adultes en éclosoir).

|                                                              |       |                      |
|--------------------------------------------------------------|-------|----------------------|
| - Proportions entre les deux espèces obtenues par piégeage : |       |                      |
| <u>A. lepidosaphes</u>                                       |       | <u>A. cochereaui</u> |
| 82,7%                                                        |       | 17,3%                |
| - Proportions entre les deux espèces obtenues par comptage   |       |                      |
| <u>A. lepidosaphes</u>                                       |       | <u>A. cochereaui</u> |
| tous les stades.....                                         | 73%   | 26%                  |
| stades susceptibles                                          |       |                      |
| de donner un adulte                                          |       |                      |
| en éclosoir.....                                             | 86,2% | 17,3%                |
| - Proportions entre les deux espèces obtenues en éclosoir    |       |                      |
| <u>A. lepidosaphes</u>                                       |       | <u>A. cochereaui</u> |
| 94,6%                                                        |       | 5,4%                 |

Nous constatons qu'il y a correspondance entre les proportions obtenues par comptage et celles des piégeage (appréciation de la population dans son milieu naturel). Au contraire, les effectifs obtenus après mise en éclosoir montrent que le nombre des adultes d'A. cochereaui est inférieur à celui escompté. Ceci traduit un taux de mortalité plus élevé pour cette dernière espèce que pour A. lepidosaphes dans les conditions de développement de l'éclosoir. Le temps de développement relativement long de A. cochereaui (6) en est certainement la cause. Nous trouvons également dans ce fait l'explication des difficultés que nous avons toujours rencontrées pour obtenir de grandes quantités de parasites à partir d'un échantillon prélevé dans la nature en période de non pullulation.

#### 6. Conclusion

Contrairement à ce que l'étude avait montré en 1970 (2 et 3) lors d'une phase de pullulation de la cochenille, les parasites jouent ici un rôle négligeable dans la régulation du niveau d'abondance du ravageur A. cochereaui comme A. lepidosaphes se révèlent, en période de faibles populations de la diaspine des facteurs indépendants de la densité de l'hôte,

.../...

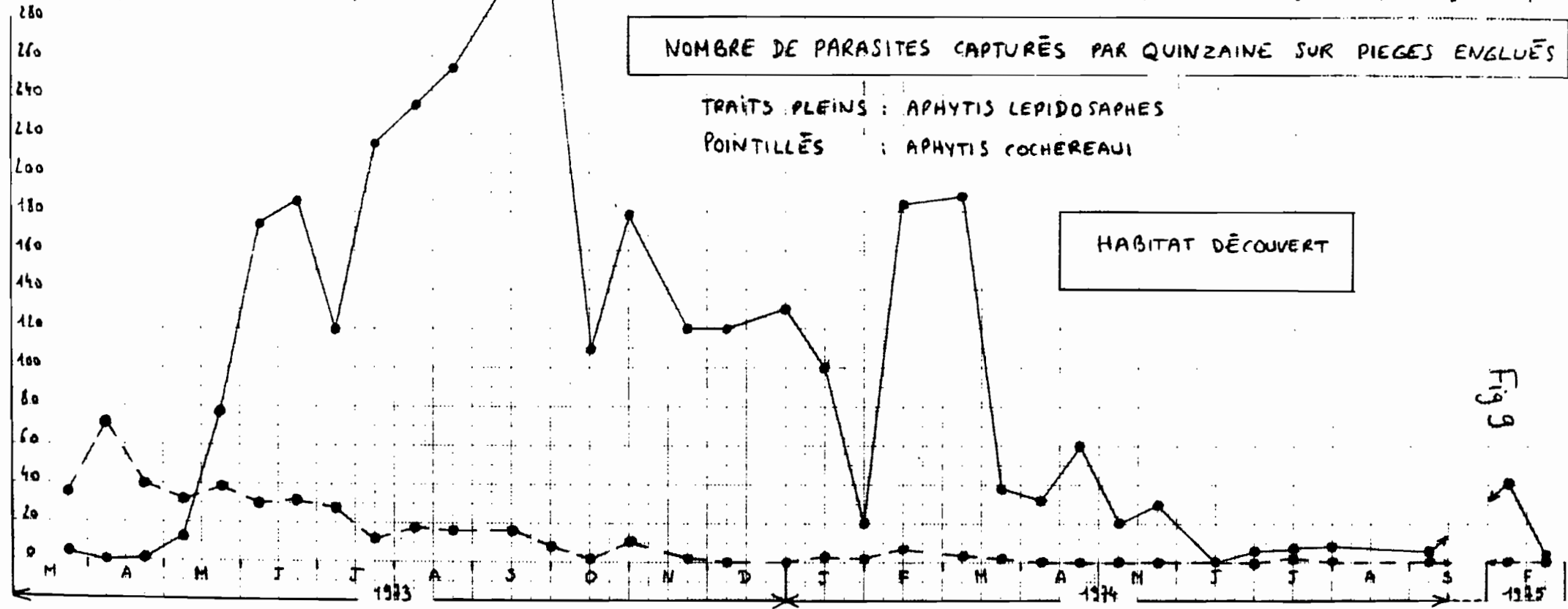
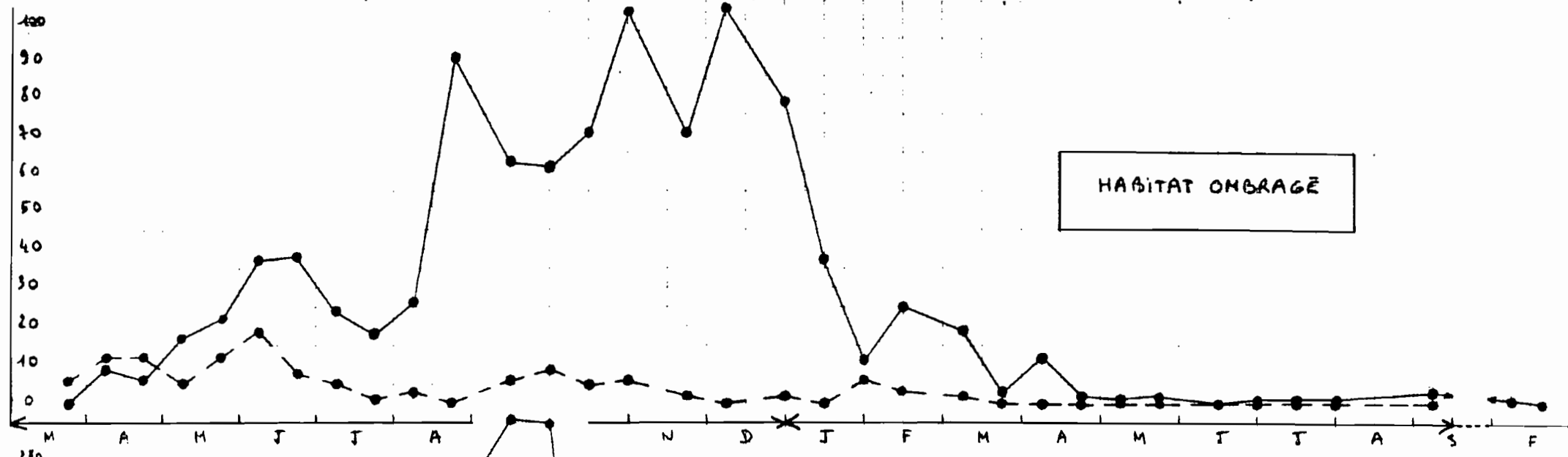
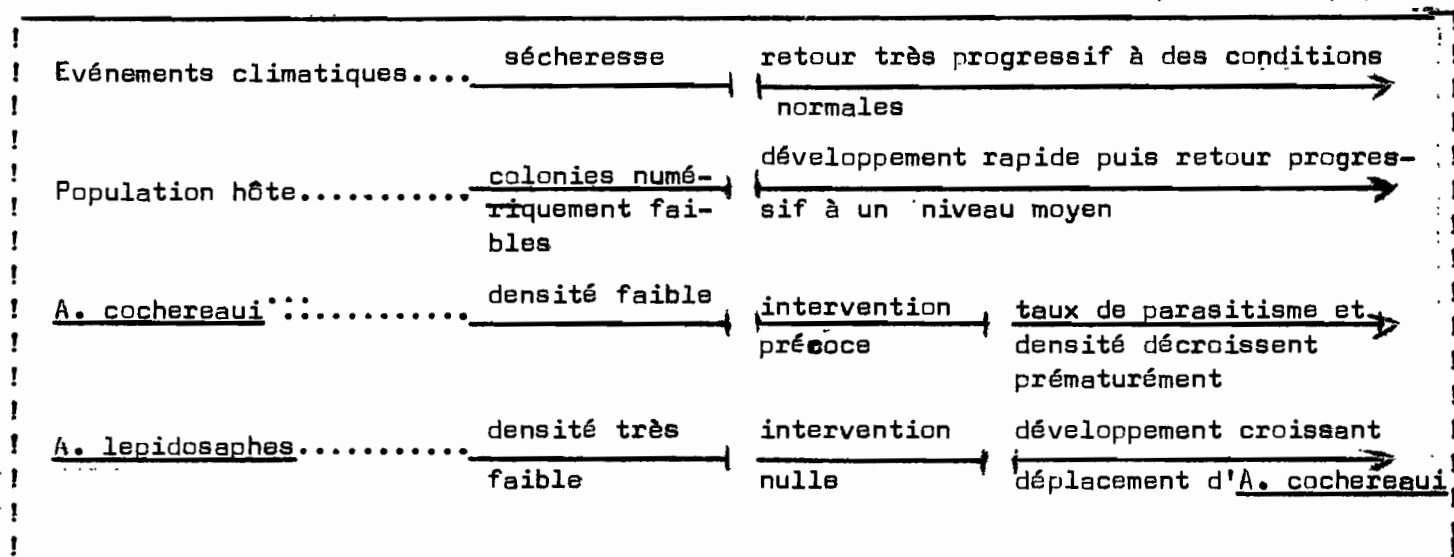


Fig 9



leur taux de parasitisme restant modeste et peu variable en deçà d'un certain seuil numérique de la population-hôte. La présente analyse nous a cependant permis d'étudier les deux Aphelinidae au sein des mêmes habitats, de tester leurs qualités adaptatives et de suivre leur compétition pour un même hôte. Nous donnerons en conclusion de cette étude un schéma récapitulatif des modalités d'intervention des deux parasites.



### Les entomopathogènes

Au cours de l'établissement des tables de vie nous avons constaté la présence de deux types de champignons entomopathogènes. Le plus abondant appartient au genre Septobasidium (champignon "B"). Le second, beaucoup plus discret, au genre Aschersonia ou Aegerita ("A"). Ce dernier a fait l'objet d'une première étude en 1970 lors des phénomènes de pullulation de cochenilles en milieu ombragé (3). C'est le seul que nous ayons alors observé et dont nous ayons suivi les populations. En 1973 dans les habitats de la vallée de Sarraméa, c'est surtout le champignon "B" que nous avons rencontré et qui s'est le mieux prêté à l'étude. Les méthodes adoptées pour l'appréciation de leur impact au sein de la biocoenose ont été évoquées plus haut.

1. précision de la méthode

a) variabilité de la surface foliaire dans un même habitat

Pour apprécier le degré d'extension des champignons sur les feuilles d'agrumes, nous avons défini des tranches d'occupation de la surface foliaire ( $1/10$   $1/4$   $1/2$   $1/1$ ) en espérant comme si toutes les feuilles avaient la même surface. Ce fait n'étant pas conforme à la réalité, nous avons voulu savoir dans quelle mesure la variabilité de la surface des feuilles vient compromettre la précision de cette méthode. Nous nous sommes donc astreints à une étude statistique et avons procédé comme suit :

- choix des 200 feuilles prélevées en habitat ombragé du 9.10. au 30.10.1973.

- répartition en 4 lots selon les niveaux de prélèvement (1 et 2, interne et externe).

- établissement de la liste des surfaces foliaires pour chaque lot (50 surfaces).

- affectation d'un coefficient  $1/10$ ,  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $1/1$ , au hasard.

- obtention des surfaces occupées par le champignon (surface foliaire corrigée du coefficient).

- calcul de la moyenne des surfaces occupées par le champignon pour chaque lot.

- étude statistique de la différence des moyennes prises 2 à 2.

- Notons que l'étude porte sur des lots de 50 feuilles alors que les chiffres retenus pour notre analyse sont des valeurs mensuelles portant sur des lots de 200 feuilles. Dans aucun des cas les moyennes ne se sont révélées significativement différentes. La variabilité de la surface foliaire apparaît donc comme négligeable.

b) différence de surface foliaire entre deux habitats

Dans un précédent rapport (5) nous avons établi qu'il existait une différence significative entre les surfaces foliaires de l'habitat ombragé et de l'habitat découvert (41 cm<sup>2</sup> en moyenne en habitat ombragé et 34 cm<sup>2</sup> en moyenne en habitat découvert). Comme précédemment nous avons procédé à une étude statistique destinée à apprécier l'importance de la variabilité de la surface foliaire entre les deux habitats.

- Choix de 200 feuilles prélevées en habitats ombragés et découverts du 9.10 au 30.10.73.

- répartition en 4 lots selon les niveaux de prélèvement.
- établissement de la liste des surfaces foliaires pour chaque lot.
- établissement d'une série de coefficients pris au hasard.
- affectation de la même liste à tous les lots.
- Obtention des surfaces occupées par le champignon.
- calcul de la moyenne des surfaces occupées par le champignon pour chaque lot.
- étude statistique de la différence des moyennes pour des lots pris deux à deux dans chacun des habitats.

Dans aucun des cas les moyennes ne se sont révélées significativement différentes compte tenu de l'échantillon prélevé et de l'imprécision des coefficients adoptés. Dans la suite de l'étude nous ne tiendrons donc pas compte des différences de surfaces foliaires entre l'habitat ombragé et l'habitat découvert.

### c) représentation graphique

Au cours de l'établissement des tables de vie, chaque feuille de l'échantillon a reçu un coefficient d'occupation par les champignons. Pour obtenir la surface réellement occupée, il aurait fallu appliquer ce coefficient à une surface moyenne comprise entre 34 et 41cm<sup>2</sup>. Nous avons préféré, pour des raisons de commodité qui n'enlèvent rien à l'intérêt de l'étude comparative entre les deux habitats, utiliser des valeurs théoriques : 10cm<sup>2</sup> pour 1/10 ; 25cm<sup>2</sup> pour 1/4 ; 50cm<sup>2</sup> pour 1/2 et 100cm<sup>2</sup> pour 1/1. Ces valeurs théoriques ont servi au tracé des graphiques (fig. 10c, fig. 12, fig. 14 et fig. 17).

## 2. champignon "A"

### a) données de l'observation

Envoyée à des spécialistes, cette espèce n'a pu être cultivée et donc identifiée. Elle a été cependant reconnue comme entomopathogène après examen des stades hôtes infestés et observation des hyphes mycéliens

.../...

en position interne. Le champignon s'attaque exclusivement aux jeunes stades nouvellement fixés et dont le bouclier est encore très fin. Classiquement sa présence se caractérise par l'existence d'une tache noirâtre tout autour des femelles de L. beckii là où les larves mobiles se sont fixées.

Les hyphes recouvrent les stades plus âgés mais sans les pénétrer. Rarement ils se glissent sur les boucliers des femelles pour infester les oeufs de la diaspine. Sa progression correspond à l'extension du mycelium d'une feuille à l'autre le long des rameaux et des pétioles. Elle semble être étroitement liée à la présence de la cochenille et des stades favorables à son développement. Des taches myceliennes isolées évoquent également une dispersion par spores. La répartition du champignon dans la frondaison n'est pas homogène. Certaines feuilles d'un même rameau sont toutes recouvertes par le champignon (les jeunes stades de la cochenille sont alors détruits à 100%) mais de nombreux rameaux et feuilles restent indemnes. La pleine efficacité du champignon est donc soumise à sa capacité de dispersion. En 1970 nous avons trouvé cette espèce très abondante en habitat ombragé "Yahoué" (3) mais rare en habitat découvert "Renard" (2). (précédente étude et photos rapport 3).

#### b) données des comptages

Pour chaque feuille de l'échantillon mensuel, nous avons apprécié visuellement la surface occupée par le champignon et compté le nombre de stades mycosés de la cochenille. Ces données permettent de quantifier plusieurs paramètres :

#### - nombre moyen de feuilles atteintes par le champignon .....

Ce paramètre est révélateur de la dispersion du champignon sur l'ensemble des frondaisons (fig. 10A). Après comparaison des courbes obtenues, il apparaît que l'impact du champignon "A" est beaucoup plus grand en habitat ombragé qu'en habitat découvert. De mars à novembre 1973, on trouve pour l'habitat ombragé des chiffres compris entre 7 et 25 feuilles atteintes (sur les 200 de l'échantillon) et de 0 à 10 feuilles pour l'habitat découvert. Ce fait peut être en relation soit avec la présence de conditions microclimatiques plus favorables en milieu ombragé, soit avec l'existence dans ce même habitat d'une densité de cochenille plus grande (fig. 5).

.../...

Pour ce qui est de la chronologie du phénomène, on s'aperçoit que la dispersion du champignon est plus grande pendant la période qui correspond à l'augmentation de la population du ravageur. Cette corrélation chronologique entre fluctuations de la densité de L. beckii et fluctuations de la densité des cochenilles mycosées plaide en faveur d'une dépendance étroite entre l'entomopathogène et son hôte.

- surface moyenne d'occupation par feuille (fig. 10B).  
.....

Si comme nous l'avons vu précédemment l'extension du champignon est étroitement liée à celle de la diaspine. Nous devrions également constater que la surface moyenne par feuille occupée par le champignon est plus importante en période de forte population de la cochenille. Les relevés graphiques montrent qu'il n'en est rien ce qui nous incite à formuler les remarques suivantes :

+ L'augmentation de la population de L. beckii se caractérise en habitat ombragé par la colonisation d'un grand nombre de feuilles et non par un développement accéléré de petites colonies sur certaines feuilles (les pourcentages moyens de la surface foliaire occupée par le champignon "A" sont tout au long de l'étude très stables autour de 10% fig. 10B).

+ En habitat découvert par contre l'augmentation de la population de L. beckii aboutit à une dispersion très hétérogène de la colonie dans la frondaison (irrégularité des pourcentages moyens de la surface foliaire occupée par le champignon : 50% en mars et 10 en avril ; 10 et 12,5 en septembre-novembre et 0 en octobre).

- surface moyenne d'occupation pour l'ensemble des frondaisons  
.....  
(fig. 10c).

Ce paramètre qui fait intervenir à la fois les deux types de données précédemment exploitées nous assure une appréciation quantitative de l'état de développement du champignon dans chacun des deux habitats.

+ En habitat ombragé, la courbe d'occupation des surfaces foliaires suit de très près celle du niveau de population de la cochenille (fig. 5). Il y a corrélation chronologique entre la dynamique des populations de l'hôte et celle des populations de l'entomopathogène.

.../...

+ En habitat découvert, le champignon est bien moins abondant et les fluctuations de sa population ne suivent pas celles de la colonie de L. beckii. Alors que le niveau de cette dernière se maintient plus longtemps en habitat découvert, le champignon régresse très rapidement (200cm<sup>2</sup> de surface foliaire couverte en avril 1973 et 10cm<sup>2</sup> en juillet). Cette soudaine raréfaction du champignon peut s'expliquer soit par l'intervention en habitat découvert de conditions microclimatiques défavorables, soit par l'apparition d'un phénomène de type différent qui pourrait bien être la compétition avec le champignon "B". Nous verrons ce point au cours des développements ultérieurs.

- nombre de cochenilles attaquées par le champignon "A" (fig. 11)  
.....

- En habitat ombragé la courbe des fluctuations du nombre des cochenilles mycosées en fonction du temps évolue de façon analogue à celle qui traduit les fluctuations de la population de la diaspine. Croissance rapide de mars à mai puis chute progressive jusqu'en février-mars 1974 avec un léger pic en octobre 1973. Mais si le processus chronologique est le même dans ses grandes lignes, on décèle des différences notables dans le rythme de ces fluctuations. Alors que la population de l'hôte est encore stable et à un haut niveau, la colonie du champignon régresse très rapidement à partir du mois de juin 1973.

- En habitat découvert, le même phénomène se manifeste. Le fait que ce dernier se déroule selon des modalités analogues dans les deux habitats incite à penser que le facteur qui l'induit est sans rapport avec les conditions climatiques.

Comme nous l'avons vu plus haut à propos de la surface moyenne d'occupation des frondaisons, il faut donc admettre qu'un facteur nouveau intervient pour modifier le développement du champignon et interrompre brutalement la corrélation qui existait entre la dynamique des populations de la cochenille et celle de l'entomopathogène.

- relation entre nombre de cochenilles mycosées et surface  
..... occupées.  
.....

La simple observation des faits nous avait jusqu'ici incités à émettre l'hypothèse d'une étroite relation entre l'activité entomopathogène du champignon "A" et sa dispersion à la surface des feuilles et dans la frondaison. Nous ne trouvions en effet les hyphes qu'exclusivement sur des surfaces colonisées par la cochenille et toujours en présence de femelles mûres et de jeunes stades fraîchement fixés. L'étude quantitative qui suit vient confirmer cette hypothèse.

Nous avons simplement tracé les courbes de régression entre les variables aléatoires "surface occupée" et "nombre de cochenilles mycosées" et calculé le coefficient de corrélation entre ces deux variables (fig. 12).

+ En habitat ombragé nous avons trouvé une corrélation positive  $r = 0,82$  compris entre 0,63 et 0,91 avec un risque de 1%.

+ En habitat découvert nous n'avons fait aucun calcul. Le seul examen du nuage de points nous révèle que la corrélation, si elle est positive est beaucoup plus faible qu'en milieu ombragé. Nous n'avons voulu tirer aucune conclusion de cette constatation concernant l'habitat découvert. Il est fort probable que le nombre réduit des cochenilles en général et des formes mycosées en particulier, soit responsable d'un manque de précision qui masque le phénomène. Il faut dire également, pour apporter un argument en ce sens, que notre technique d'attribution de coefficient est bien adaptée au champignon "B" que nous trouverons toujours beaucoup plus étendu en surface mais qu'elle est trop imprécise pour le champignon "A" dont l'intervention est souvent ponctuelle.

### c) conclusion

Les résultats que nous venons d'exposer permettent dès à présent d'acquérir certaines connaissances de la biologie et de l'écologie de l'entomopathogène désigné sous le nom de champignon "A".

De la biologie, nous dirons simplement que l'hypothèse d'une relation très étroite entre L. beckii et le champignon "A" (confirmation du caractère entomopathogène) est confirmée par l'analyse de corrélation.

Ecologiquement, le champignon "A" s'avère mieux adapté aux conditions microclimatiques de l'habitat ombragé. Sa dispersion y est plus homogène ; la surface foliaire qu'il y colonise est beaucoup plus grande qu'en habitat découvert. Si dans le but d'expliquer ce fait, on se réfère à l'étude que nous avons conduite pour déterminer quels étaient les facteurs microclimatiques de différenciation des deux habitats (4) on peut penser que parmi ceux-ci les facteurs suivants sont déterminants :

- + amplitudes hygrométriques moindres (minima relativement élevés)
- + temps de permanence plus long du film d'eau liquide à la surface des feuilles.

Les rapports avec la population de l'hôte sont très étroits et il s'établit, surtout en habitat ombragé, une harmonie entre les fluctuations numériques des deux populations. Ce phénomène également constaté précédemment pour les parasites, traduit cependant qu'aucun contrôle efficace n'est exercé par le champignon pour réduire les effectifs de la cochenille.

Notons que cette absence de pouvoir régulateur est démontré ici dans des conditions de faible niveau de population hôte et dans des habitats où se développent parallèlement deux champignons entomopathogènes. En effet, lors de nos études de 1970 (2 et 3) nous avons montré que le champignon "A" est susceptible de régler la dynamique des populations de l'hôte en période de pullulation de la cochenille et lorsqu'il est le seul entomopathogène de la biocoenose.

Dans le cas présent, la corrélation entre les fluctuations de la population hôte et celles du champignon est imparfaite (voir plus haut). Ces aberrations ne peuvent être interprétées qu'en faisant intervenir d'autres facteurs et parmi eux, le champignon "B".

### 3. champignon "B"

#### a) données de l'observation

Au cours de l'étude menée en 1970 en habitats ombragés proches de Nouméa (3) nous n'avons pas rencontré cette espèce. Elle est très abondante dans les habitats de Sarraméa où elle se développe



aussi bien en milieu découvert qu'en milieu ombragé. Le mycelium envahit très souvent une proportion importante de la feuille et forme de larges aplats brunâtres et écailleux qui s'élargissent concentriquement.

L'ensemble des hyphes recouvre la totalité des cochenilles présentes quelque soit leur stade de développement et pénètre sous les boucliers pour s'attaquer aux larves, aux adultes et aux oeufs. Sa spécificité est donc moins étroite que celle du champignon "A".

Contrairement aussi à cette dernière espèce dont le léger feutrage mycelien laissait apparaître les cochenilles en relief, il faut ici broser les hyphes pour dégager les cochenilles mycosées et les compter. La dispersion semble à priori beaucoup plus large que celle du champignon "A" tant en surface couverte qu'en nombre de feuilles atteintes.

#### b) données des comptages

De même que pour la première espèce, les relevés opérés périodiquement nous permettent de préciser certains paramètres du développement, de l'écologie et des rapports avec la cochenille hôte.

#### - nombre moyen de feuilles atteintes par le champignon .....

Le décompte des feuilles recouvertes partiellement ou en totalité par le champignon "B" dans les deux habitats montre que l'entomopathogène présente une dispersion légèrement plus grande et donc plus homogène en habitat découvert (fig. 13A). Ce fait ne peut être la conséquence d'une population hôte plus abondante (comme nous en avons fait l'hypothèse pour le champignon "A" et l'habitat ombragé) puisque cette dernière est plus séduite en milieu découvert. Seules, sans doute, les conditions microclimatiques de l'habitat doivent intervenir.

Chronologiquement, on remarquera qu'il n'y a pas de rapport étroit entre la dynamique des populations de l'hôte et celle des populations du champignon. Si la dispersion de celui-ci s'élargit au moment où la cochenille développe une colonie numériquement importante, elle continue à se maintenir à un haut niveau alors que la population de la cochenille régresse. Ce fait appelle deux hypothèses :

.../...

- il n'y a pas étroite corrélation entre activité entomopathogène et population hôte. Le champignon pourrait alors se développer à la surface des feuilles selon des modalités mi pathogènes mi saprophytes.

- le champignon "B" pourrait avoir un rôle important dans la régulation des populations de L. beckii. Il s'attaque en effet à tous les stades de développement de la diaspine et sa dispersion très large en fait un agent de mortalité présent sur la quasi totalité des feuilles. Nous développerons ces deux idées ultérieurement. Si l'on compare à présent les champignons "A" et "B" dans les caractéristiques de leur dispersion, les fig. 10A et 13A montrent à l'évidence la différence de l'impact de ces entomopathogènes sur la frondaison :

+ champignon A : entre 0 et 25 feuilles colonisées sur un total de 200.

+ champignon B : entre 80 et 200 feuilles colonisées sur un total de 200.

- surface moyenne d'occupation par feuille (fig. 13B)  
.....

Elle est de 20 à 45%. Aucune différence ne peut être décelée entre les deux habitats. Elle est de l'ordre de 5 à 20% en moyenne pour le champignon "A" (fig. 10B).

- surface moyenne d'occupation pour l'ensemble des frondaisons  
.....  
(fig. 14). Ce paramètre permet l'appréciation quantitative de l'état de développement de la population du champignon.

Celui-ci se montre également actif, au point de vue colonisation du feuillage, quelque soit l'habitat. Notons une tendance vers un meilleur développement en habitat découvert, phénomène qui peut être observé avec le plus d'ampleur de mars à juin 1973, période pendant laquelle L. beckii augmente sa population.

Chronologiquement nous avons durant cette phase, une correspondance étroite entre cochenilles et entomopathogènes et nous pouvons noter qu'elle se manifeste plus fortement en habitat découvert qu'en milieu ombragé (fig. 5, et 14). Au-delà, à partir de juillet 73, cette corrélation disparaît. La population du champignon se maintient à un haut niveau de dispersion alors que la colonie de la diaspine régresse.

Pour l'entomopathogène ce dernier processus n'interviendra que plus tard en février 1974.

Les surfaces d'occupation sont de l'ordre de 1500 à 8000cm<sup>2</sup> par 200 feuilles ; elles sont de 0 à 250cm<sup>2</sup> pour le champignon "A" sur le même échantillon de feuilles (surfaces théoriques, voir plus haut).

- nombre de cochenilles attaquées par le champignon "B" (fig. 11)  
.....

La différence entre l'activité du champignon dans les deux habitats se manifeste ici de façon particulièrement probante.

Le milieu découvert semble là encore le plus favorable au développement et à l'activité entomopathogène de l'espèce "B". Ses fortes populations se mettent en place dès l'augmentation de la colonie de la diaspine et provoquent rapidement la mort d'un grand nombre de cochenilles (en juin 1973, 10500 formes mycosées dans une population dont le nombre des femelles mortes vivantes et parasitées est de 700 (fig. 5). Son action se maintient jusqu'en novembre 1973 alors que la régression de la population hôte débute en février pour devenir effective dès septembre de la même année.

En habitat ombragé, au contraire, l'intervention du champignon "B" est très lente et n'atteint son maximum qu'en octobre-novembre 1973 période à laquelle le nombre des cochenilles s'est déjà notablement réduit (fig. 11).

La comparaison avec l'activité entomopathogène du champignon "A" suscite de plus quelques remarques (fig. 11).

✦ En habitat ombragé, le champignon "A" développe très rapidement des populations numériquement importantes (aussi importantes que celles du champignon "B" en habitat découvert). Celles-ci se réduisent ensuite progressivement au fur et à mesure que le champignon "B" se développe. Nous pensons que c'est là une des manifestations de la compétition entre les deux agents entomopathogènes. Cette compétition entraîne la réduction relativement rapide de la colonie "A" et son remplacement progressif par le champignon "B". Durant ce processus, la régulation de la population hôte est assurée en premier lieu par le champignon "A" (dont nous avons vu les capacités de dispersion relativement faibles) puis par le champignon "B" dont les populations ne sont que tardivement efficaces.

.../...

C'est dans ce processus asynchrone de remplacement d'une espèce entomopathogène par une autre que nous croyons voir un facteur fondamental de la relative abondance des populations de L. beckii en milieu ombragé.

+ En habitat découvert, le champignon "B" se développe dès l'augmentation de la population hôte et sa compétition avec le champignon "A" provoque la quasi disparition de celui-ci dès (juillet 1973). Selon le schéma évoqué précédemment le contrôle de la cochenille serait exercé efficacement par le seul agent entomopathogène "B" et aboutirait à l'absence de fortes populations de la diaspine dans cet habitat.

- relation entre nombre de cochenilles parasitées et densité de .....  
la population-hôte. Les déductions du paragraphe précédent .....  
vont se voir confirmées par l'étude du rapport entre le nombre de cochenilles parasitées et la densité de l'hôte représentées par le nombre de cochenilles mortes vivantes et parasitées dénombrées sur le même échantillon.

Nous avons pour cela établi graphiquement les droites de régression et calculé les coefficients de corrélation pour les deux variables aléatoires et dans les deux habitats en définissant deux périodes :

+ Avant juillet 1973 : croissance rapide de la population de .....  
L. beckii jusqu'à son niveau maximum et mise en place des colonies d'entomopathogènes (fig. 5 et 11).

+ Après juillet 1973 : régression de la colonie de la diaspine et intervention maximale des champignons "A" et "B" (fig. 5 et 11).

- En habitat découvert, à part quelques relevés du début de l'étude, tous les points se confondent au sein d'un même nuage. Les droites de régression des deux périodes sont très proches l'une de l'autre ainsi que les coefficients de corrélation. Il y a donc étroite corrélation entre les deux variables (densité de la population hôte et nombre de cochenilles mycosées) tout au long de la période d'étude. On peut en conclure que le champignon "B" assure une étroite régulation de l'hôte dès le début de l'expansion de celui-ci et que ce contrôle se maintient jusqu'à la réduction de la colonie de L. beckii à un niveau numérique relativement bas.

- En habitat ombragé, deux nuages de points s'individualisent et les droites de régression comme les coefficients de corrélations sont très différents : Avant juillet, la corrélation entre les deux variables est très faible ; après juillet elle est plus forte. (fig. 16). Nous avons ici confirmation du schéma que nous avons proposé plus haut. L'intervention du champignon "B" pour la régulation des populations de la diaspine n'intervient qu'assez tard (après juillet). Au paravant, la faiblesse de son action entomopathogène a laissé place à un développement important des populations de L. beckii. Ce manque de dynamisme initial est à imputer en partie à la compétition avec le champignon "A" que nous savons plus efficace en milieu ombragé mais surtout aux conditions microclimatiques du milieu ombragé qui lui sont probablement moins favorables.

- relation entre nombre de cochenilles mycosées et surface foliaire occupée (fig. 17). L'hypothèse formulée p.30 comme l'un des éléments d'une alternative et selon laquelle il n'y aurait pas étroite corrélation entre l'activité entomopathogène du champignon "B" et la population hôte peut être ici examinée. La représentation graphique que nous avons exécutée à cet effet montre qu'il y a une forte corrélation positive entre la surface occupée par le mycelium et le nombre de cochenilles infestées. L'hypothèse est donc infirmée. En habitat découvert  $r = 0,88$  et en habitat ombragé  $r = 0,90$  au risque de 1%. On peut cependant noter que pour une même surface occupée par le champignon, le nombre de cochenilles mycosées est plus grand en milieu découvert ce qui traduit une plus étroite interdépendance entre l'hôte et l'entomopathogène au sein de cet habitat.

### c) conclusion

Le champignon "B" s'est révélé au cours de cette étude, un des principaux agents biologiques responsables de la disparité qui existe entre les deux habitats pour ce qui est de l'importance numérique de la cochenille. Il s'avère également responsable de la régulation des populations de L. beckii en dehors des périodes de pullulation. Ce pouvoir régulateur est le fait de certaines propriétés adaptatives qui font défaut au champignon "A" ;

- grand pouvoir de dispersion au sein des frondaisons et dans les deux types d'habitat.

- il s'attaque à tous les stades de développement de la cochenille et couvre rapidement les surfaces foliaires dans les deux habitats.

- sa réponse à toute augmentation de la population de l'hôte est rapide et son intervention conduit à la régression de la population du ravageur. Il est cependant moins efficace en habitat ombragé où il entre en compétition avec l'espèce "A" pour laquelle les conditions microclimatiques<sup>sont</sup> sans doute plus favorables. La réduction de son pouvoir régulateur en milieu ombragé est responsable du développement de populations de L. beckii relativement plus importantes qu'en habitat découvert.

- ces considérations qui s'inspirent de la présente étude ne peuvent s'appliquer qu'aux périodes de non pullulation de la cochenille. Une généralisation serait ici abusive.

## VI - / Conclusion /

Dans le cadre de deux premiers rapports (4 et 5), nous avons essayé d'analyser les mécanismes de la dynamique des populations de L. beckii au sein de deux habitats et en période de non pullulation.

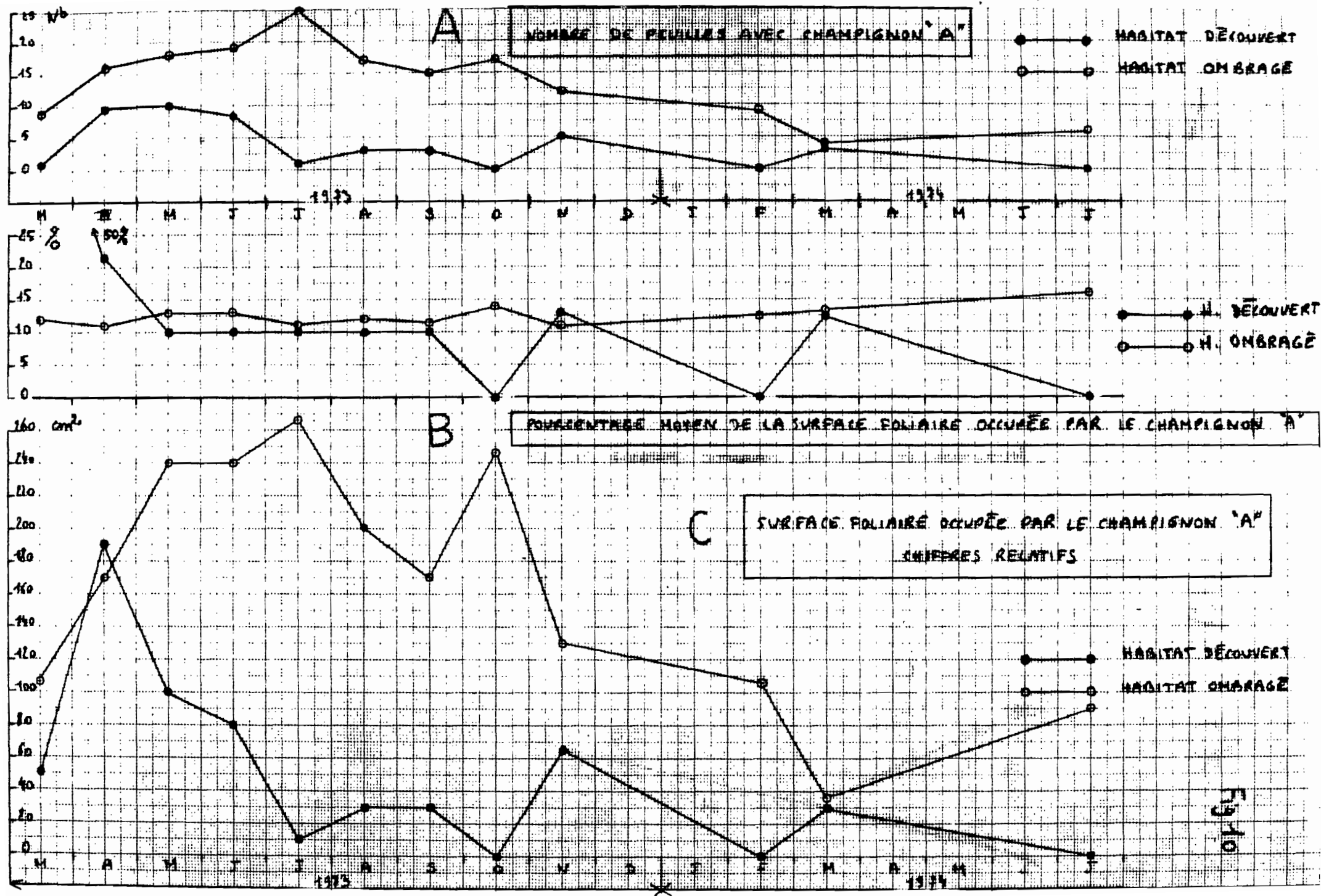
Au cours de cette étude nous avons montré que les habitats découverts et ombragés étaient susceptibles de moduler les fluctuations de population de la diaspine selon des directions différentes :

- directement, par l'impact des facteurs température, hygrométrie relative, insolation et ventilation, ces habitats sont tour à tour et selon la période de l'année ou l'heure de la journée, favorables ou défavorables à L. beckii.

- indirectement par le biais des modifications physiologiques imposées à la plante-hôte, le microclimat fait de l'habitat découvert un biotope propice au développement de la cochenille.

- les agents biologiques tels les parasites et entomopathogènes, trouvent au sein des deux habitats des conditions écologiques qui les révèlent comme agents puissants de la régulation des populations du ravageur ou comme facteurs indépendants de la densité de l'hôte peu efficaces.

.../...





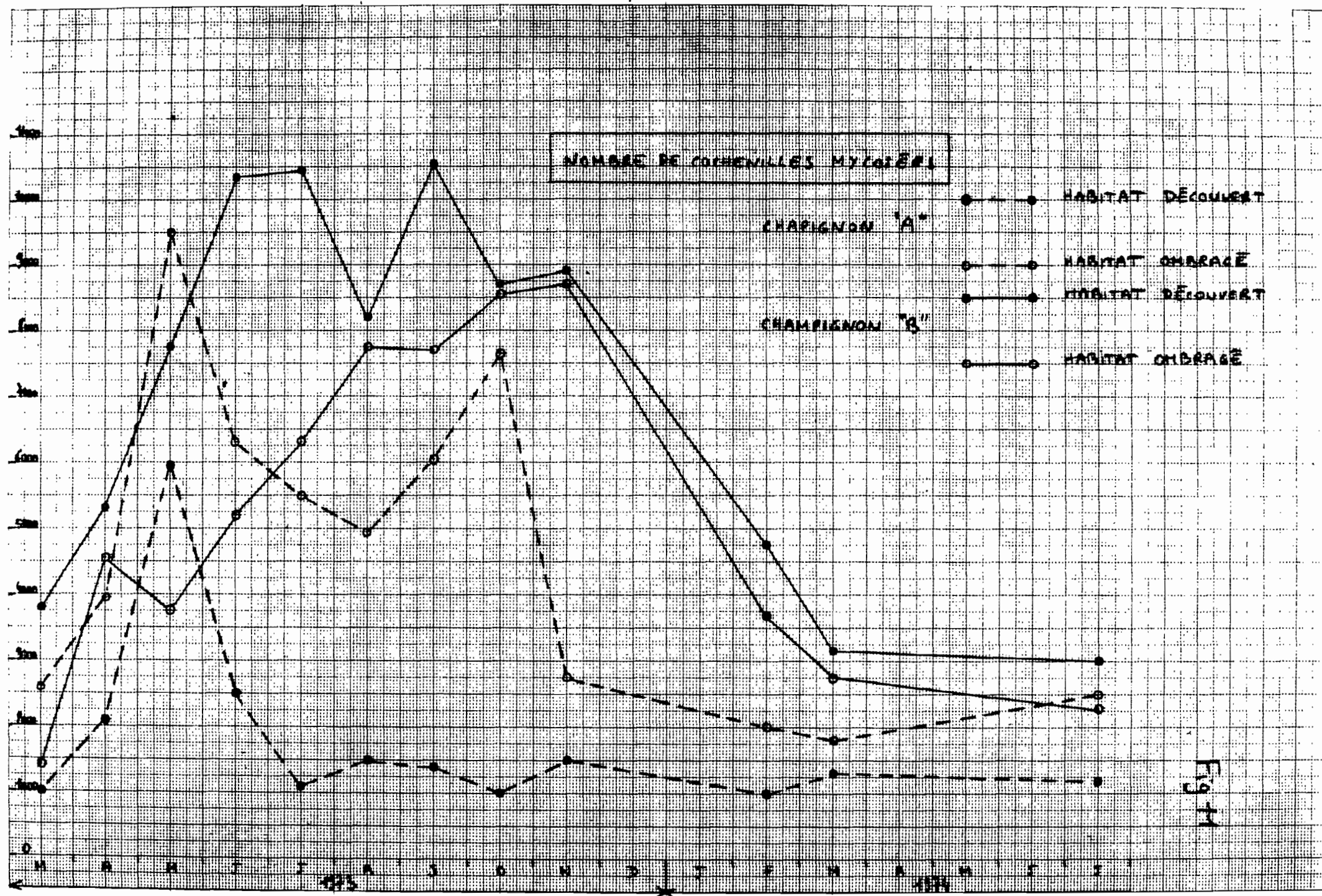
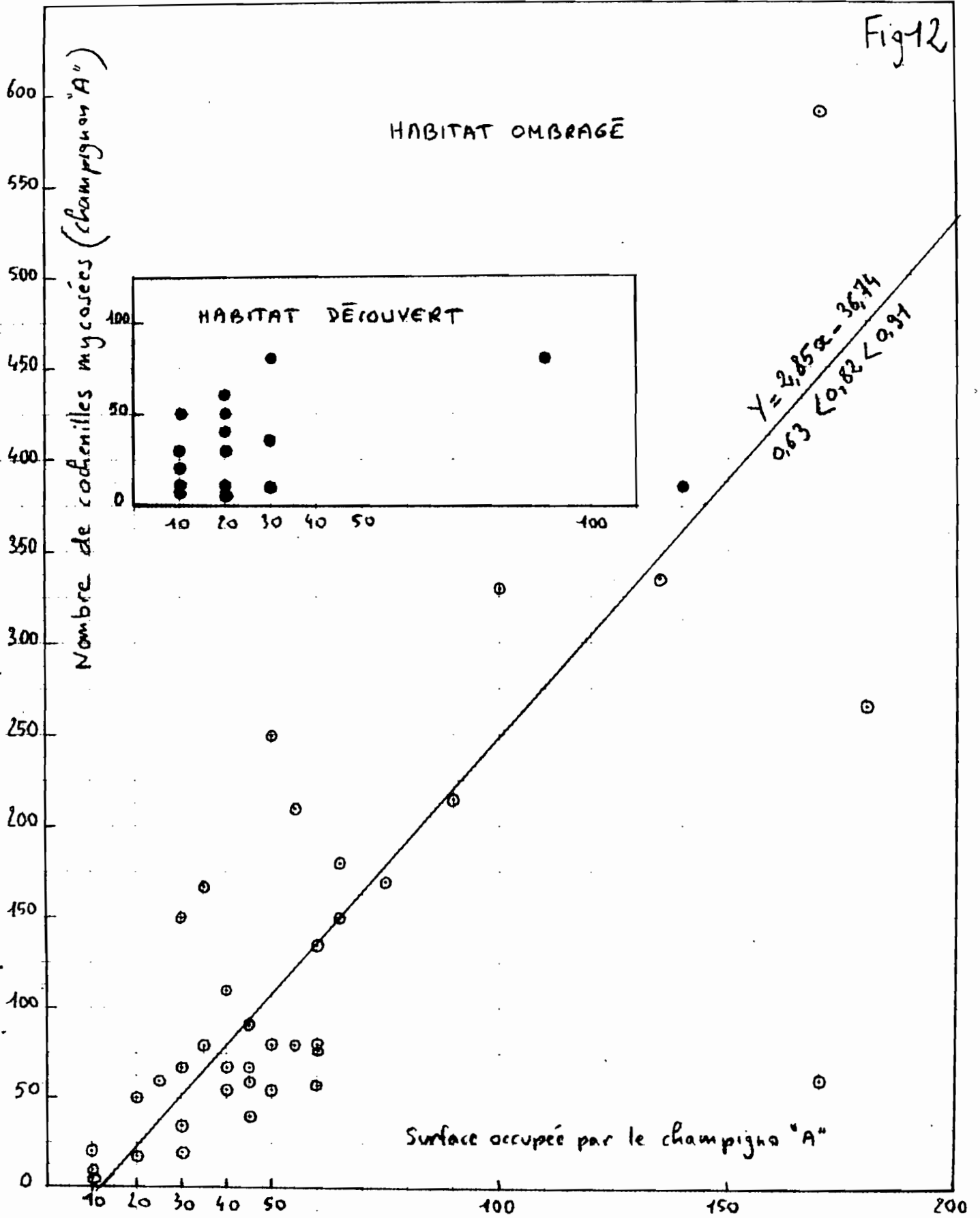




Fig 12



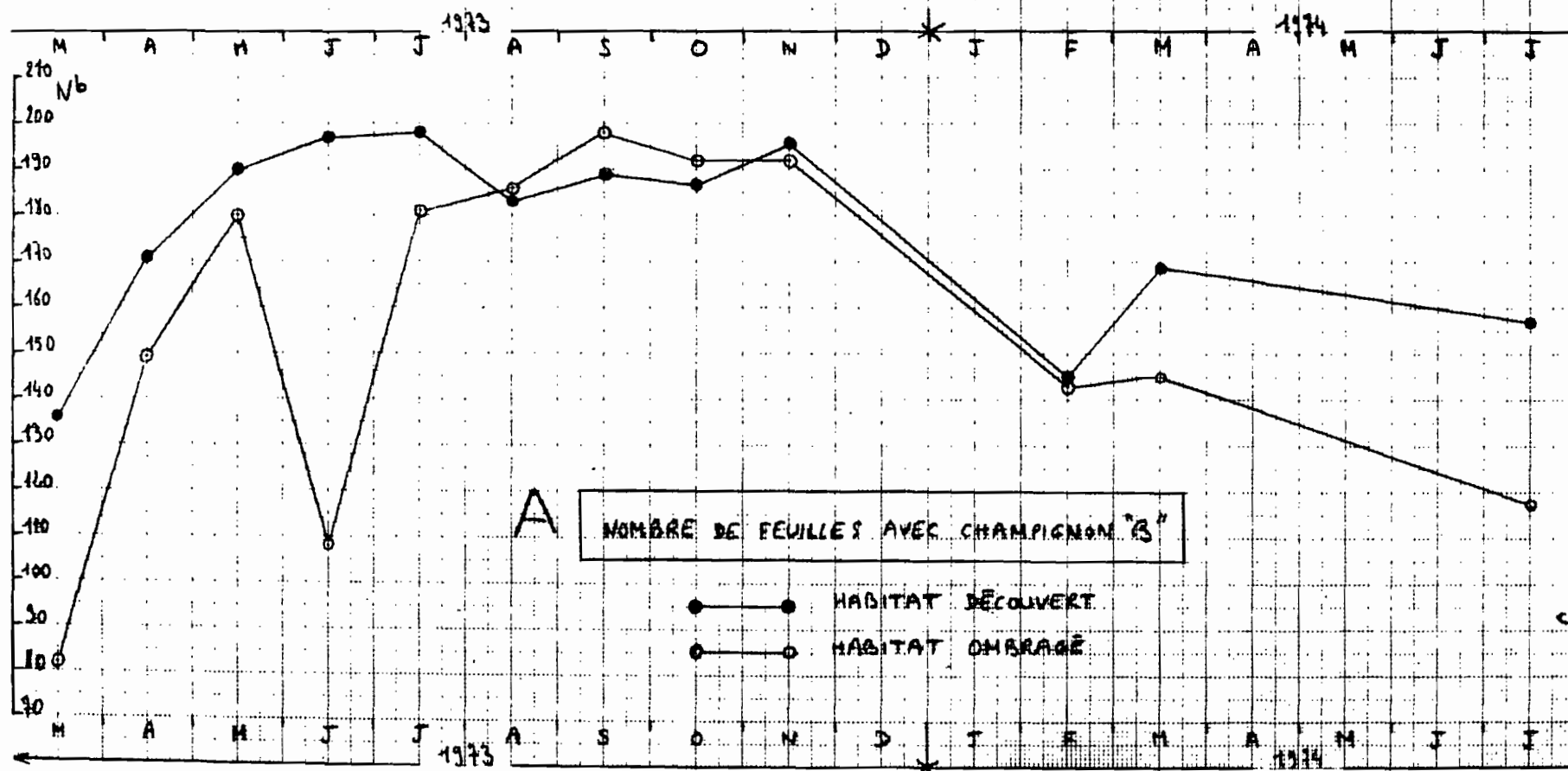
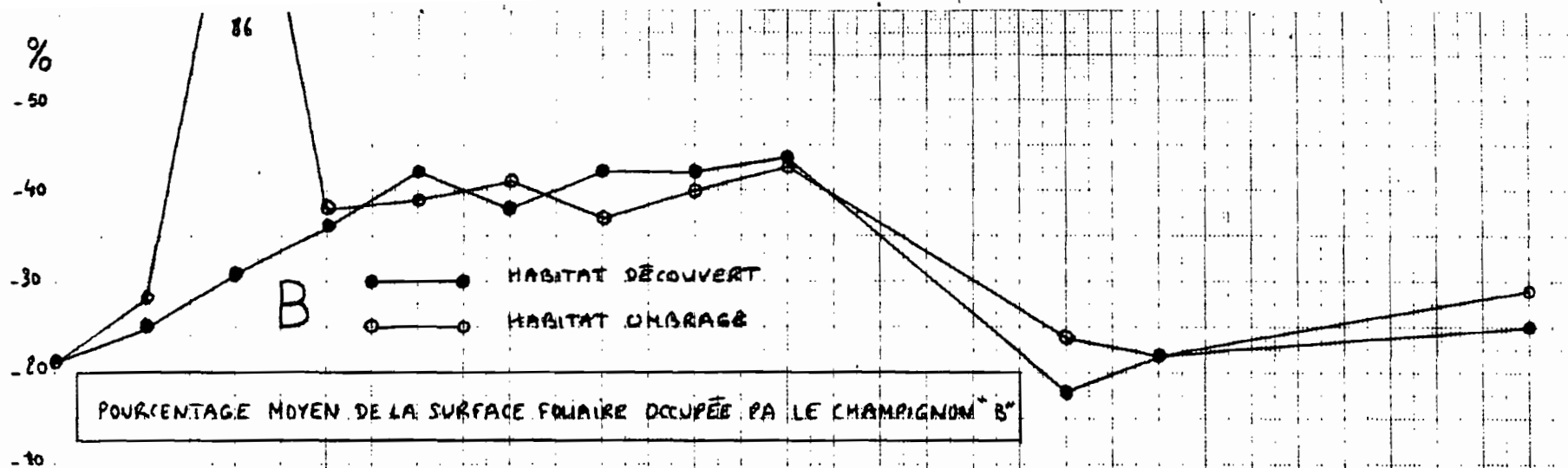


Fig 13

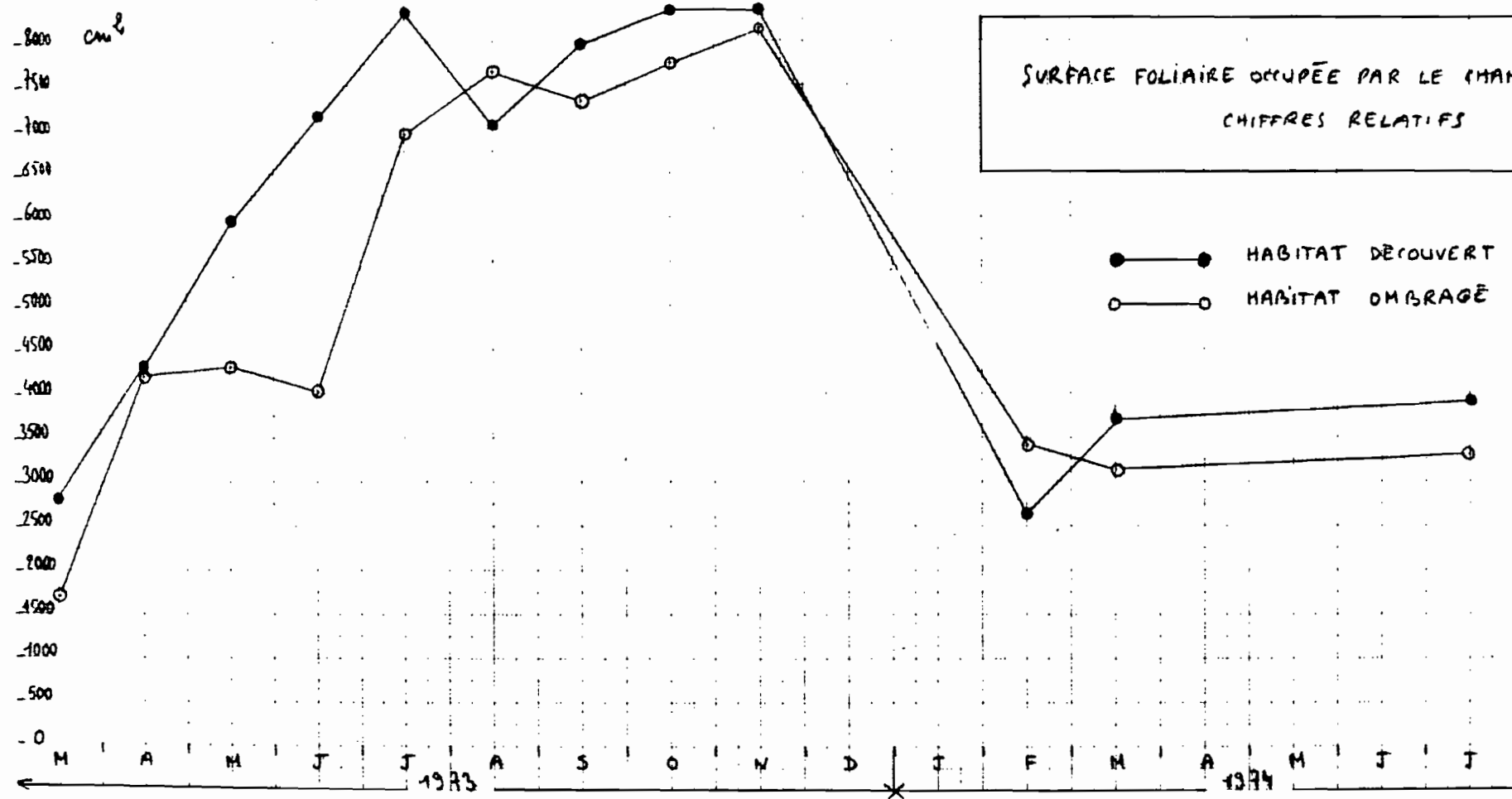


Fig 14

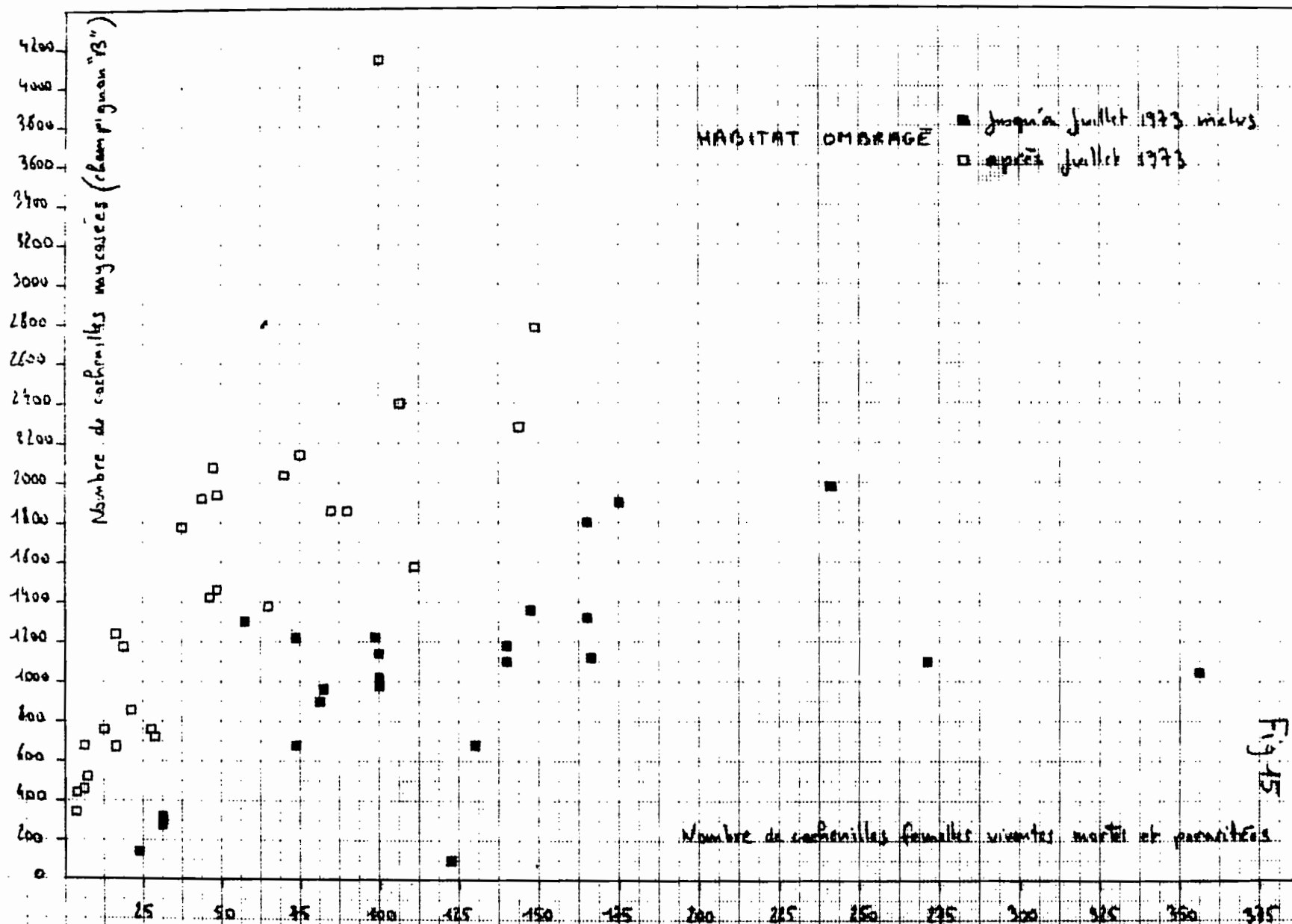


Fig. 15

Fig 16

HABITAT DÉCOUVERT

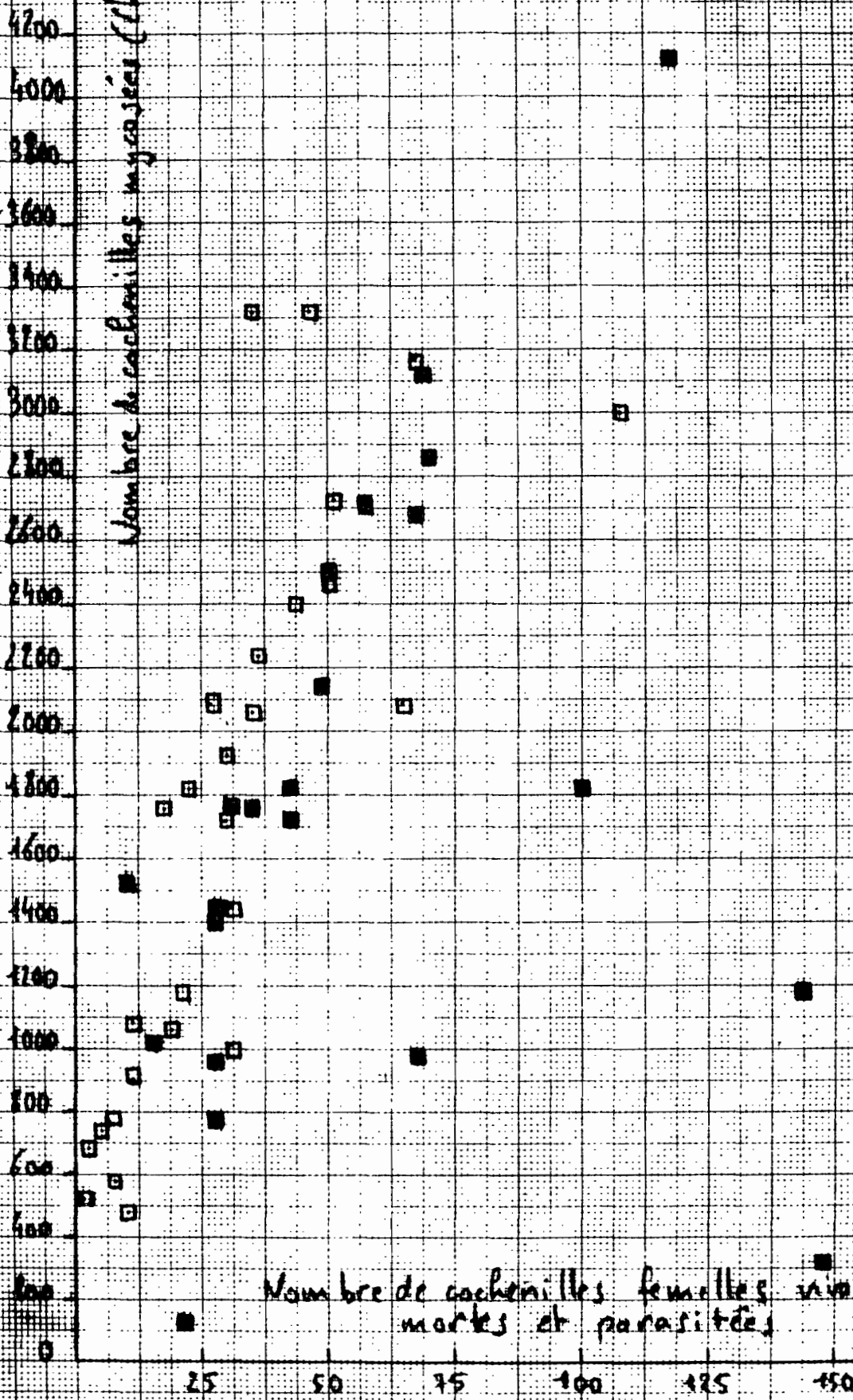
Jusqu'à juillet 1973 inclus

Après juillet 1973

Nombre de cochenilles mycosées ("B")

Nombre de cochenilles mycosées ("B")

Nombre de cochenilles femelles vivantes  
mortes et parasitées



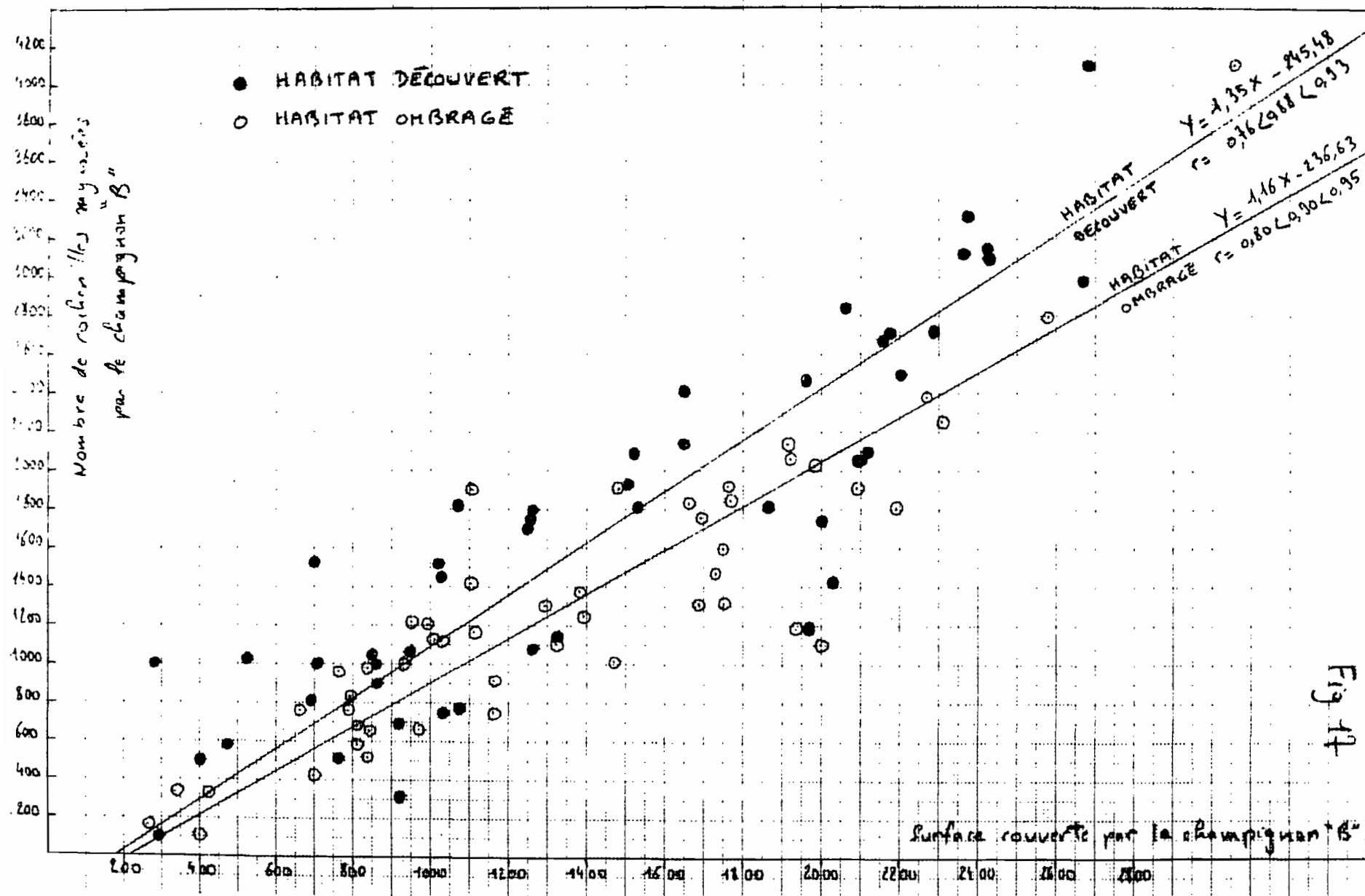


Fig 14

Les parasites étudiés dans ce rapport font partie de cette deuxième catégorie. Au contraire c'est dans les entomopathogènes qu'il faut voir les principaux facteurs de modulation des fluctuations numériques de la colonie de L. beckii. Le champignon "B" (Septobasidium sp.) et à un moindre degré le champignon "A", est responsable de la relative abondance du ravageur en habitat découvert. C'est lui également qui assure la régression de la population de la cochenille dans les deux habitats.

REMARQUE

Pour cette étude nous avons exploité des données recueillies dans deux habitats particulièrement propices à une étude comparative : "Séquestres japonais ombragés" et "Séquestres japonais découverts".

Parallèlement au recueil des informations dans ces deux biotopes, nous avons entrepris les mêmes relevés dans deux autres habitats de la vallée de Sarraméa : "Villaz ombragé" et "Séquestres japonais citronniers" qui offrent vis à vis des deux précédents des conditions écologiques légèrement différentes.

Faute d'avoir pu étudier dans le détail les conditions microclimatiques de ces deux autres milieux nous n'avons pas pu utiliser une information que nous tenons en réserve.

# REFERENCES DES RAPPORTS ET PUBLICATIONS CITES DANS LE TEXTE

- (1) FABRES, G. 1970. Données biologiques et écologiques concernant Lepidosaphes beckii et ses parasites en Nouvelle-Calédonie. Multigraphié, 50 p., 8 figs.
- (2) FABRES, G. 1971a. Lepidosaphes beckii et le parasitisme d'Aphytis cochereau. Multigraphié, 17 p., 18 figs.
- (3) FABRES, G. 1971b. Le contrôle naturel de Lepidosaphes beckii en habitat ombragé. Multigraphié, 29 p., 6 figs.
- (4) FABRES, G. 1975a. Le contrôle naturel des populations de L. beckii dans les habitats ombragés et découverts de la vallée de Sarraméa.
- I - Bioclimatologie en habitats ombragés et découverts.  
Appréciation de l'influence directe des facteurs climatiques sur la physiologie de la cochenille.  
Multigraphié, 31 p., 18 figs.
- (5) FABRES, G. 1975b. II - Eléments de physiologie de la plante-hôte. Incidence du métabolisme du végétal support sur la physiologie de la cochenille et la dynamique de ses populations.  
Multigraphié, 25 p., 2 figs., 8 tableaux.
- (6) FABRES, G. 1975c. Intervention du parasite Aphytis cochereau (Hymn. Aphelinidae) lors d'une pullulation de son hôte Lepidosaphes beckii (Homopt. Diaspididae) en Nouvelle-Calédonie. Entomophaga, 20 (1).
- (7) FABRES, G. 1974a. Contribution à l'étude d'Aphytis cochereau et d'A. lepidosaphes (Hymn. Aphelinidae) parasites de Lepidosaphes beckii (Homopt. Diaspididae) en Nouvelle-Calédonie. Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.) 10 (2) 371-379.
- (8) FABRES, G. 1974b. Particularités biologiques d'Aphytis cochereau (Hymn. Aphelinidae) parasite de Lepidosaphes beckii (Homopt. Diaspididae) en Nouvelle-Calédonie. C.R. Acad. Sc. Paris 277 D 1159.