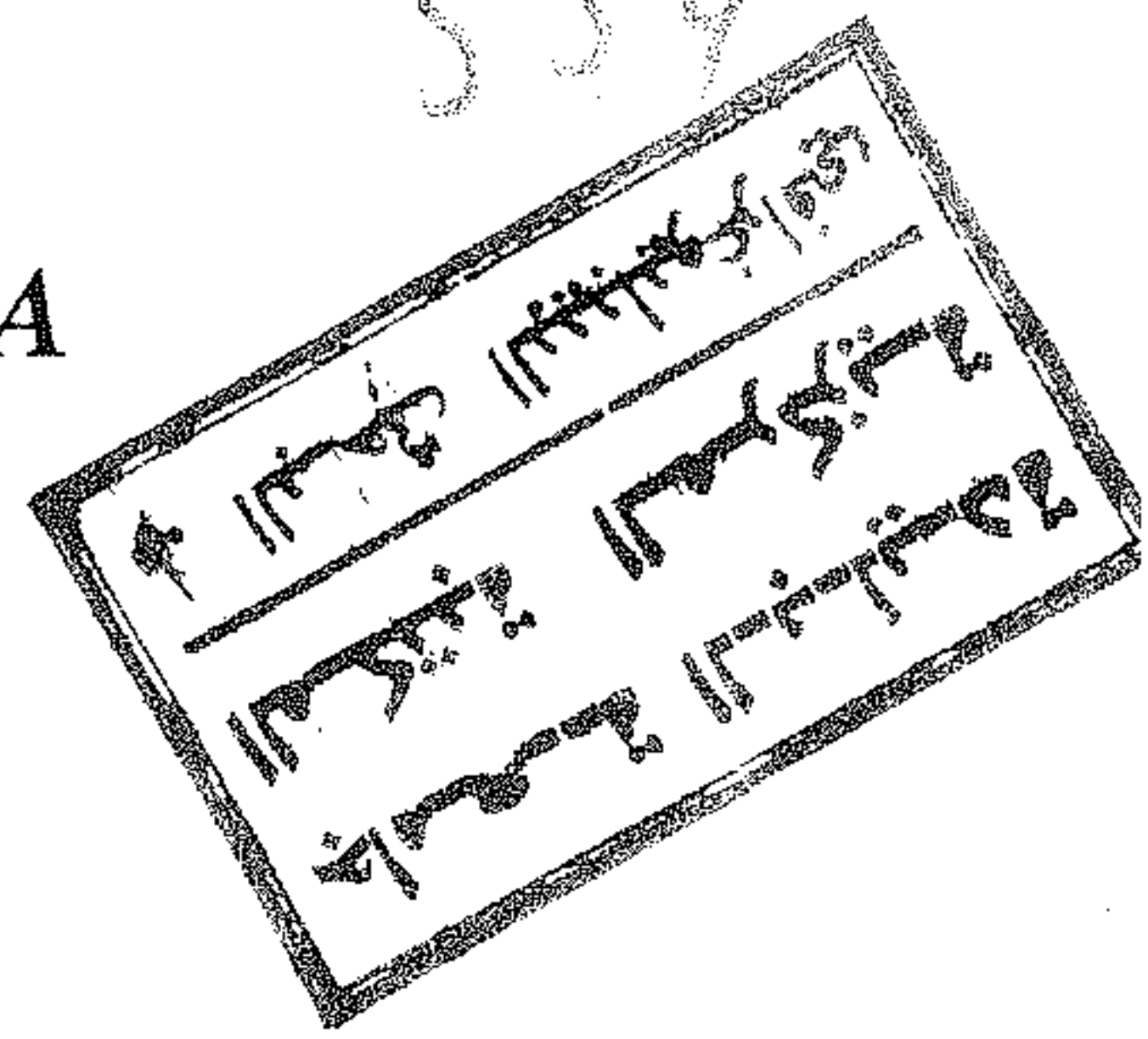


ÉTUDE DE LA RÉPARTITION SPATIALE D'EMPOASCA
VITIS GOETHE (HOMOPTERA, TYPHLOCYBIDAE)
ET APPORTS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE
I - RÉPARTITION SUR LE CEP DE VIGNE



STUDY OF SPATIAL DISTRIBUTION OF
EMPOASCA VITIS GOETHE (HOMOPTERA, TYPHLOCYBIDAE)
AND CONTRIBUTION FOR SAMPLING
I - DISTRIBUTION ON VINESTOCK

A. FOS, L. DELBAC, P. LECHARPENTIER, V. LABERGERE et J. STOCKEL

INRA, Unité de Recherches de Zoologie, Institut de la Vigne de Bordeaux*
B.P. 81, 33883 Villenave d'Ornon cedex (France)

Résumé : La répartition spatiale sur le cep de vigne de la Cicadelle des grillures a été étudiée en vignoble par des dénombrements de larves sur des plantes entières et complétée au laboratoire par un suivi des éclosions sur différents niveaux de feuilles. Les principaux résultats sont : (1) L'âge des feuilles est déterminant pour la ponte, (2) les oeufs sont disposés selon une répartition du type « fausse contagion » induite par l'environnement, (3) les larves se diluent dans la végétation au cours de la saison quelque soit le cépage, (4) l'occupation des feuilles au sein de la végétation reste représentative toute l'année, (5) la répartition des larves est similaire en été entre les rameaux primaires et secondaires. Ces résultats permettent de préconiser l'échantillonnage d'une feuille par cep au niveau de la grappe pendant toute la saison.

Abstract : The spatial distribution of the grape leafhopper on a vinestock was studied by enumerating larvae on an entire plant in a vineyard and completed by following the hatching of eggs on different leaf levels in the laboratory. The main results are : (1) the age of the leaf is determinant for egg laying. (2) The eggs are arranged according to a « false contagion » standard dispersion model induced by the environment. (3) The larvae are diluted in the vegetation during the season independently of the vine variety. (4) Leafs occupied which are in the vegetation are more representative during all the season. (5) The distribution of the larvae is similar in summer between the primary and the secondary boughs. This results allow us to recommend to sampling one leaf by the vinestock at the grape level throughout the whole season.

Mots clés : *Vitis*, *Empoasca vitis*, répartition sur le cep, échantillonnage

Key words : *Vitis*, *Empoasca vitis*, within vinestock distribution, sampling

INTRODUCTION

Des études entreprises dès 1960 sur la biologie de la Cicadelle verte de la vigne *Empoasca vitis* Goethe ont permis de déterminer son cycle, les dégâts occasionnés et leur importance (MOUTOUS et FOS, 1973) :

- en région bordelaise, cet Homoptère ampélophage présente 3 générations annuelles dont les périodes de ponte se situent généralement mi-mai, fin juin et fin juillet (figure 1),

- les larves d'*E. vitis* sont à l'origine des grillures du feuillage constatées durant les mois de juillet et d'août,

- les niveaux de population ont une influence sur l'intensité de ces symptômes,

- ces derniers enfin sont corrélés avec une baisse de rendement en quantité et en qualité.

L'évolution de la répartition spatiale des formes immatures (œufs et larves) au niveau de la plante et de la parcelle a été peu analysée. Ces informations sont indispensables pour la maîtrise des populations dans la pratique de la lutte raisonnée. L'aide à la décision devant être de plus en plus précise, une meilleure définition de l'unité d'échantillonnage à observer s'impose, d'autant plus que les seuils de nuisibilité préconisés et actuellement utilisés (MOUTOUS et FOS, 1971 ; ANONYME, 1980) ont été récemment remis en cause

par plusieurs auteurs (CORINO *et al.*, 1992 ; SENTENAC, 1992 ; BAILLOD *et al.*, 1993 ; DELBAC *et al.*, 1996). Pour remédier à ce problème, des recherches ont été menées pour préciser les caractéristiques de l'échantillon à contrôler (JERMINI *et al.*, 1990 ; BAILLOD *et al.*, 1993).

L'objectif appliqué de ce travail est de répondre clairement aux questions que le viticulteur se pose : quand, où, comment et combien d'échantillons doit-on observer pour décider ou non d'une intervention chimique ? Il fut décidé pour cela d'étudier la répartition spatiale des larves d'*E. vitis* sur le cep de vigne d'*E. vitis* dans les conditions culturales. Il convenait dans un premier temps, d'observer régulièrement les pontes de première et de deuxième générations sur feuilles prélevées en conditions de laboratoire, et dans un deuxième temps de suivre la répartition des stades immatures sur les feuilles de ceps entiers en vignoble.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

1) Répartition des pontes

Les pontes sont évaluées de manière indirecte par dénombrements des larves qui en sont issues. Si pour un niveau particulier, *Anagrus atomus* Haliday détruit beaucoup d'œufs, le niveau de ponte sera alors sous évalué, comment l'observent VIDANO *et al.* en 1988.

Les observations sont réalisées sur vigne, âgée de 4 ans, cépage Sauvignon, cultivée au domaine INRA de la Grande Ferrade (Villeneuve d'Ornon, Gironde). Chaque semaine, 15 feuilles de chacun des niveaux 2, 4, 6, 8 et 10 (figure 2) sont prélevées à raison d'une feuille par cep, choisie au hasard et d'un passage par niveau.

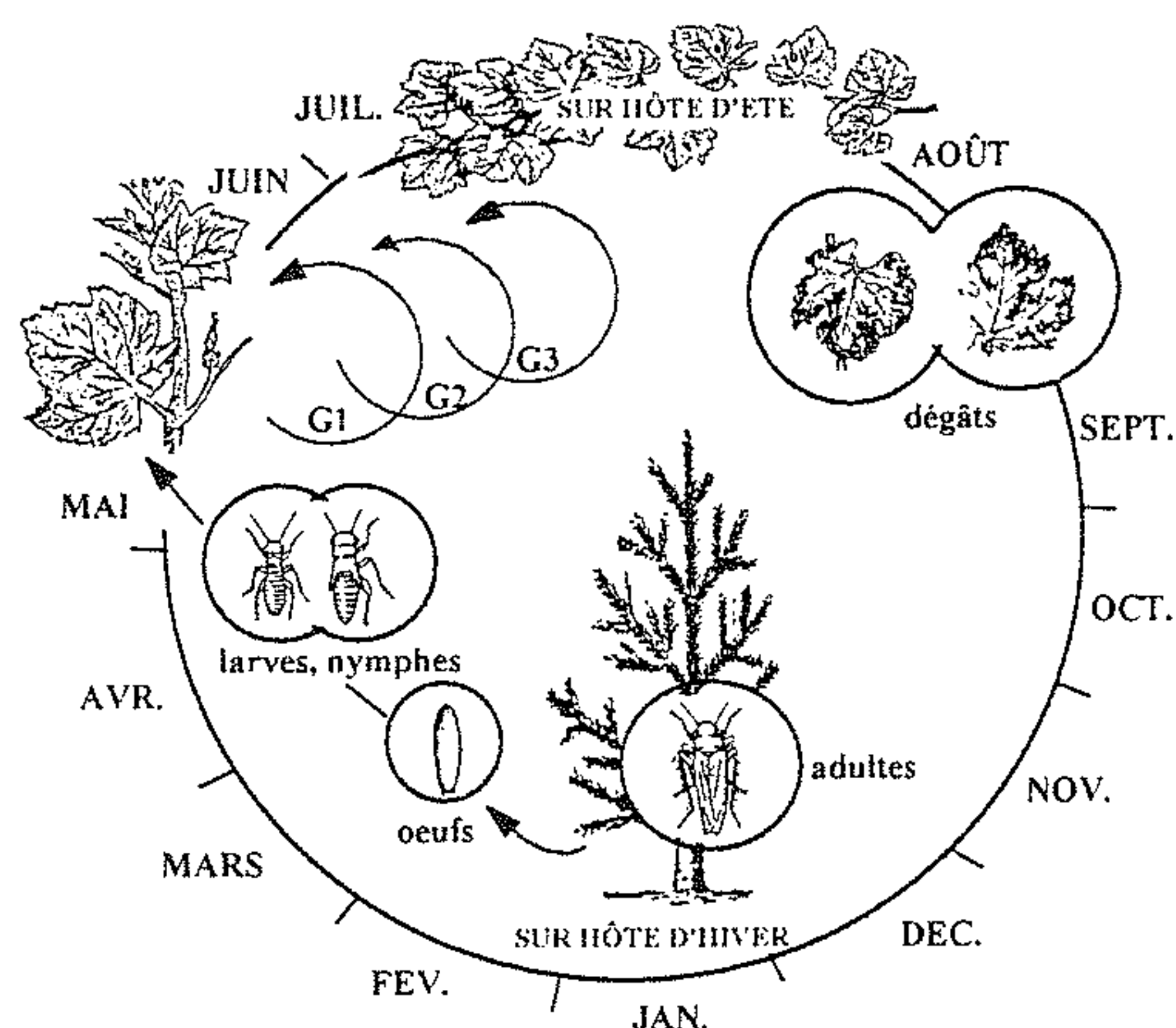


Fig. 1 — Cycle biologique d'*Empoasca vitis* Goethe (source J. STOCKEL, INRA, Bordeaux)
Fig. 1 — Biological cycle of *Empoasca vitis* Goethe (source J. STOCKEL, INRA, Bordeaux)

Les feuilles sont ensuite débarrassées au pinceau de toutes larves initialement présentes puis placées séparément dans des flacons contenant de la solution nutritive pour vigne, et disposées dans une pièce aux conditions climatiques contrôlées : $26\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, 60 à 70 p. cent HR et photopériode naturelle (MOUTOUS et FOS, 1976). Dans ces conditions, les larves éclosent dans un délai de 5 à 7 jours (GALET, 1981). Les feuilles sont contrôlées individuellement chaque jour pour noter les larves nouvellement écloses, ce qui permettra d'estimer par niveau la distribution des pontes sur les ceps.

2) Distribution des larves

L'étude a été menée en 1993 et 1995.

En 1993, les observations ont été effectuées sur un site suivi depuis 1989 au Château d'Armajan des Ormes (Sauternais). Quatre ceps (2 Sauvignon et 2 Sémillon) ont été choisis de manière aléatoire en début de campagne, à raison d'un cep par parcelle, mais de telle sorte qu'il soit encadré dans toutes les directions par au moins 2 ceps. Les différents stades larvaires présents sur ces ceps ainsi sélectionnés ont été dénombrés tout au long de la saison. A chaque observation, le niveau des feuilles était identifié.

En 1995, les mêmes notations étaient faites sur 4 ceps différents (2 Merlot et 2 Cabernet-sauvignon) sur une parcelle expérimentale de l'INRA de Bordeaux, mais en incorporant les rameaux secondaires (figure 2). Les ceps étaient choisis selon les mêmes critères qu'en 1993.

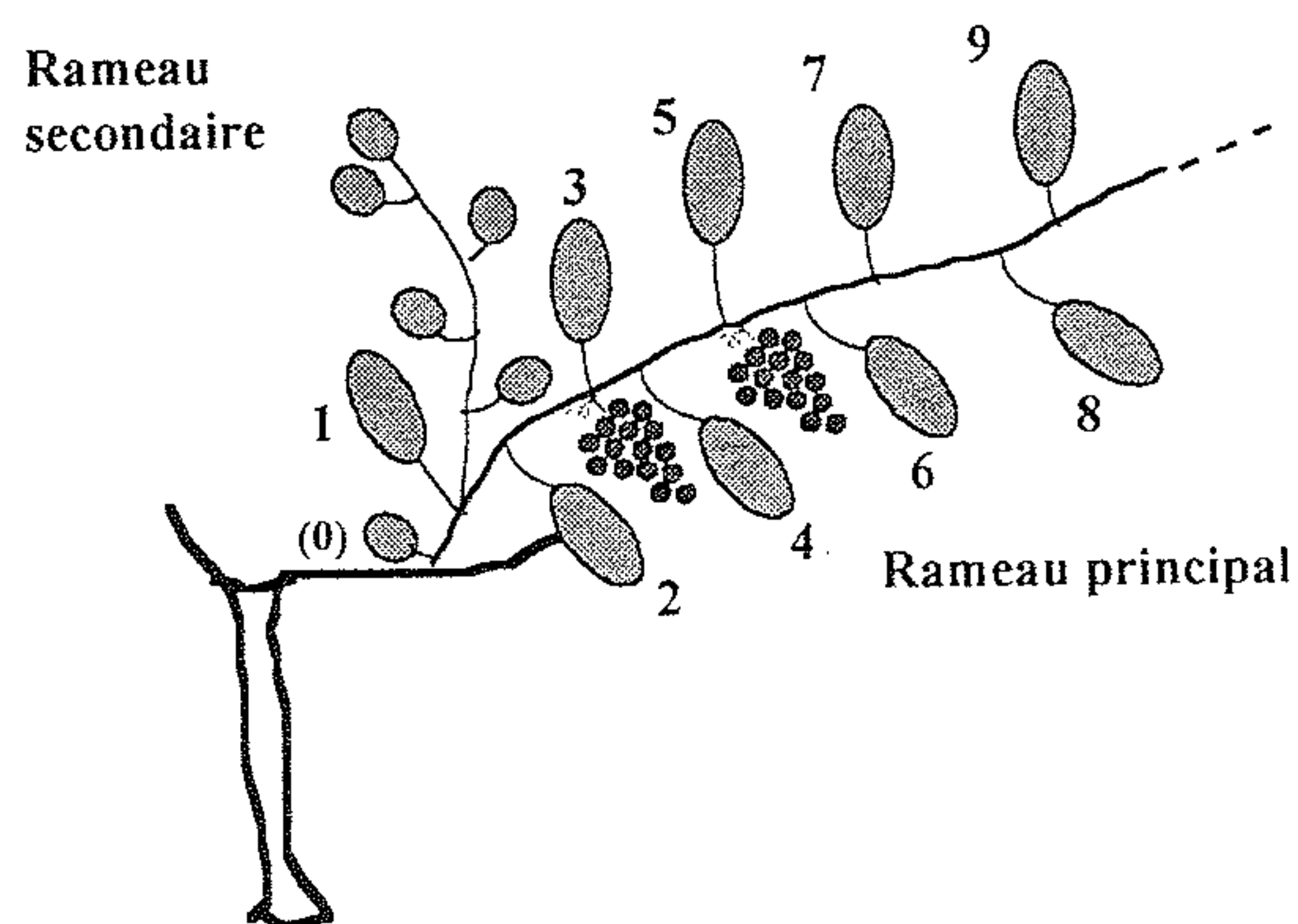


Fig. 2 — Schéma descriptif d'un cep de vigne
Fig. 2 — Descriptive diagram of a vine stock

II — ANALYSE DES DONNÉES

Les données obtenues sont traitées à l'aide du logiciel statistique Splus.

1) Distribution des pontes

Les données recueillies au laboratoire seront analysées par des méthodes statistiques d'études basées

sur le calcul d'indices d'agrégation et des tests associés.

Le rapport variance sur moyenne ou indice de dispersion I_d :

$$I_d = S^2/\bar{X}$$

nous servira à tester l'égalité de l'indice à une distribution théorique de Poisson. Si l'échantillon suit cette loi théorique, caractéristique d'une répartition aléatoire, le ratio doit être égal à 1,0. Le test du χ^2 nous permettra de démontrer cet ajustement par la formule :

$$\chi^2 = I_d (N-1) \text{ [car } N < 30 \text{ (LUDWIG et REYNOLDS, 1988)]}$$

avec N : taille de l'échantillon

Cette valeur calculée sera comparée aux valeurs théoriques de la table du χ^2 à N-1 degrés de liberté et au seuil de signification $\alpha = 5$ p. cent. Ce test bilatéral sera opposé aux valeurs limites des quantiles $p_1 = 1 - \alpha/2$ et $p_2 = \alpha/2$, soit ici $p_1 = 0.975$ et $p_2 = 0.025$ [SOUTHWOOD (1978) préconise $\alpha = 10$ p. cent, d'où les quantiles $p_1 = 0.95$ et $p_2 = 0.05$]. Si la valeur calculée est comprise dans l'intervalle des valeurs théoriques des quantiles ($p_1; p_2$), l'ajustement à la loi de Poisson se vérifie, sinon, le phénomène est agrégatif si χ^2 calculé $> p_2$, uniforme si χ^2 calculé $< p_1$.

Le caractère d'attraction entre les insectes peut être occasionné par des facteurs intrinsèques ou extrinsèques. Pour expliquer la répartition obtenue sur les ceps, nous utiliserons la formule d'Arbous et Kerrich (SOUTHWOOD, 1978) :

$$\lambda = (\bar{X} \times v) / 2K$$

avec \bar{X} la moyenne, v la fonction de distribution du χ^2 avec 2K degrés de liberté et une probabilité de 0.5.

K est le paramètre de la distribution de la loi binomiale négative. Il sera calculé par une équation itérative car les moyennes sont faibles (SCHERRER, 1984) :

$$K \log_{10} [1 + (\bar{X} / K)] = \log_{10} (N/f_0)$$

(f_0 est la fréquence de la classe d'indice 0)

Suivant la valeur de λ obtenue, on déterminera les facteurs intervenants dans la distribution :

- $\lambda < 2$ dû au facteurs de l'environnement (micro-climat, sol, plante, ennemis naturels) ;

- $\lambda > 2$ dû au comportement propre de l'insecte.

2) Distribution des larves

Elle est calculée sur les données de terrain de 1993 et 1995. En raison du dispositif adopté, les méthodes statistiques d'étude de la répartition spatiale précédemment décrites ne sont pas adaptées.

Nous utilisons pour l'analyse des comparaisons de distribution des populations sur les rameaux. Par cep, les densités larvaires totales de chaque niveau de feuille sont exprimées en proportion de la densité larvaire totale du cep. Les niveaux supérieurs à 11 sont regroupés en une seule classe pour clarifier les résultats. On réalise aussi ces calculs au niveau de la densité totale de L1 observées. Les données sont regroupées ensuite sous forme d'histogramme 2 niveaux par 2 niveaux : 1, 2-3, 4-5, 6-7, 8-9, 10 et plus.

En 1995, des observations menées aussi sur les rameaux secondaires seront prises en compte pour analyser la proportion de larves présentes sur ces rameaux.

RÉSULTATS

I — DISTRIBUTION DES ŒUFS

La figure 3 montre que la ponte est limitée au début de la première génération jusqu'au 19 mai au niveau 2 (100 p. cent des L1 observées) alors qu'il existe des feuilles mais pas encore complètement développées jusqu'au niveau 6. Elle atteint progressivement les niveaux supérieurs au cours de la croissance de la vigne. Au contraire, une quantité de feuilles de niveaux inférieurs ont disparu par flétrissement ou grillure lors de la deuxième phase de présence de l'insecte.

Dès la deuxième génération (mi-juin), on observe des pontes sur tous les niveaux jusqu'au dixième. Par la suite, la ponte est bien répartie sur l'ensemble des niveaux (20 p. cent sur chacun en moyenne). A la fin de la deuxième génération et au début de la troisième

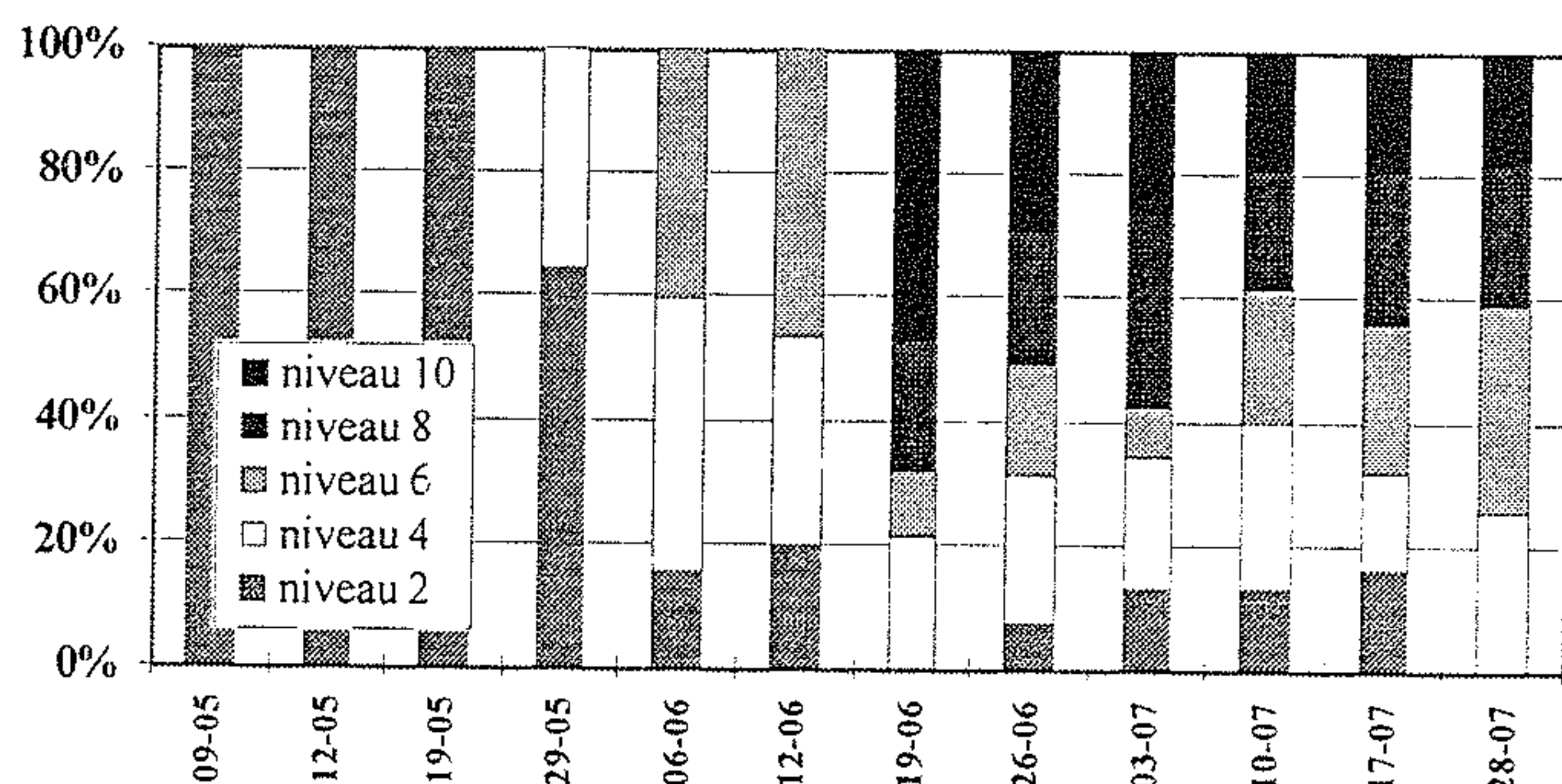


Fig. 3 — Répartition des éclosions (%) selon le niveau de feuille observée au laboratoire (1995) en fonction du temps

Fig. 3 — Hatching distribution (%) on each leaf level under laboratory conditions (1995) for each sample date

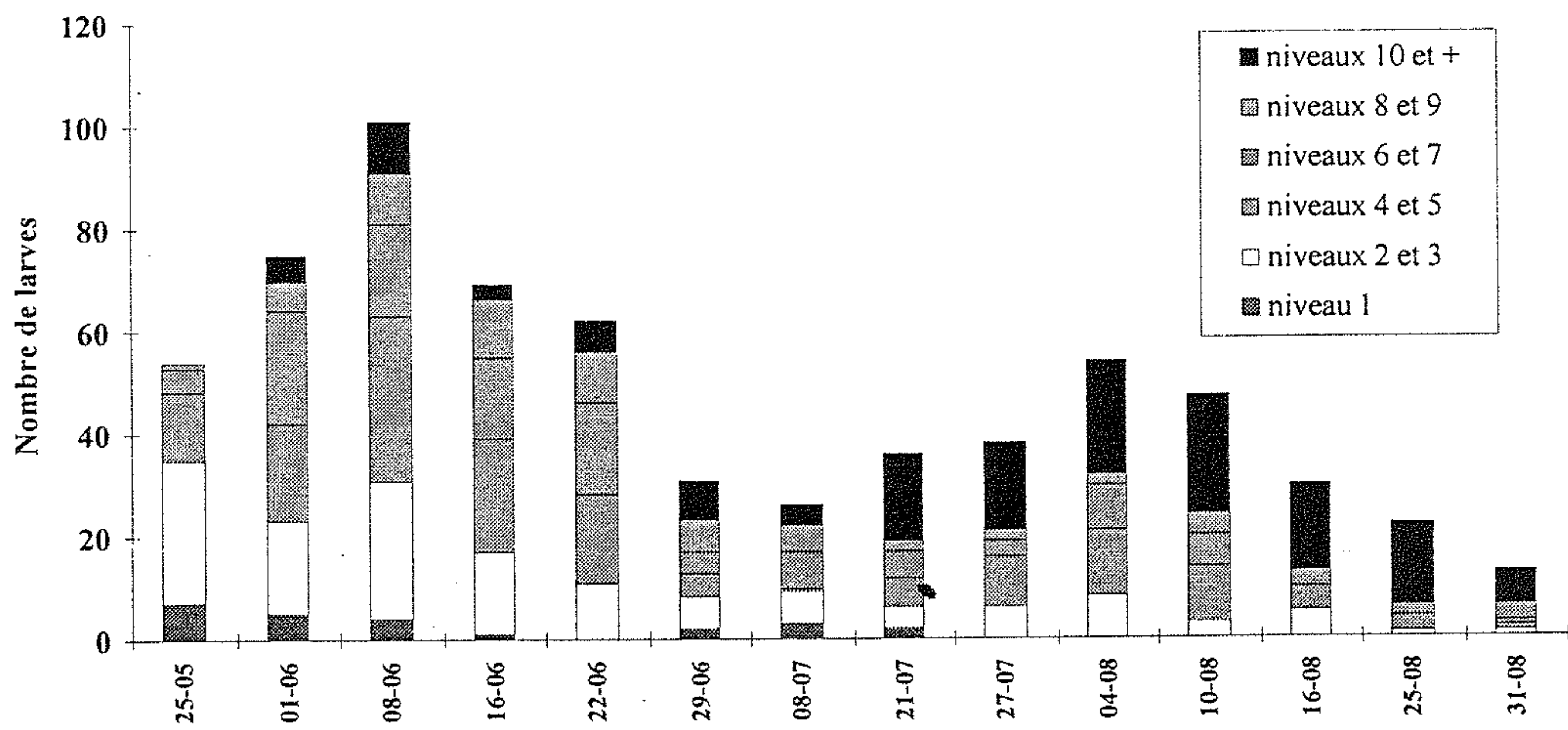


Fig. 4 — Répartition des larves sur un cep de cépage Sauvignon en 1993

Fig. 4 — Larvae distribution on a vinestock of Sauvignon variety in 1993

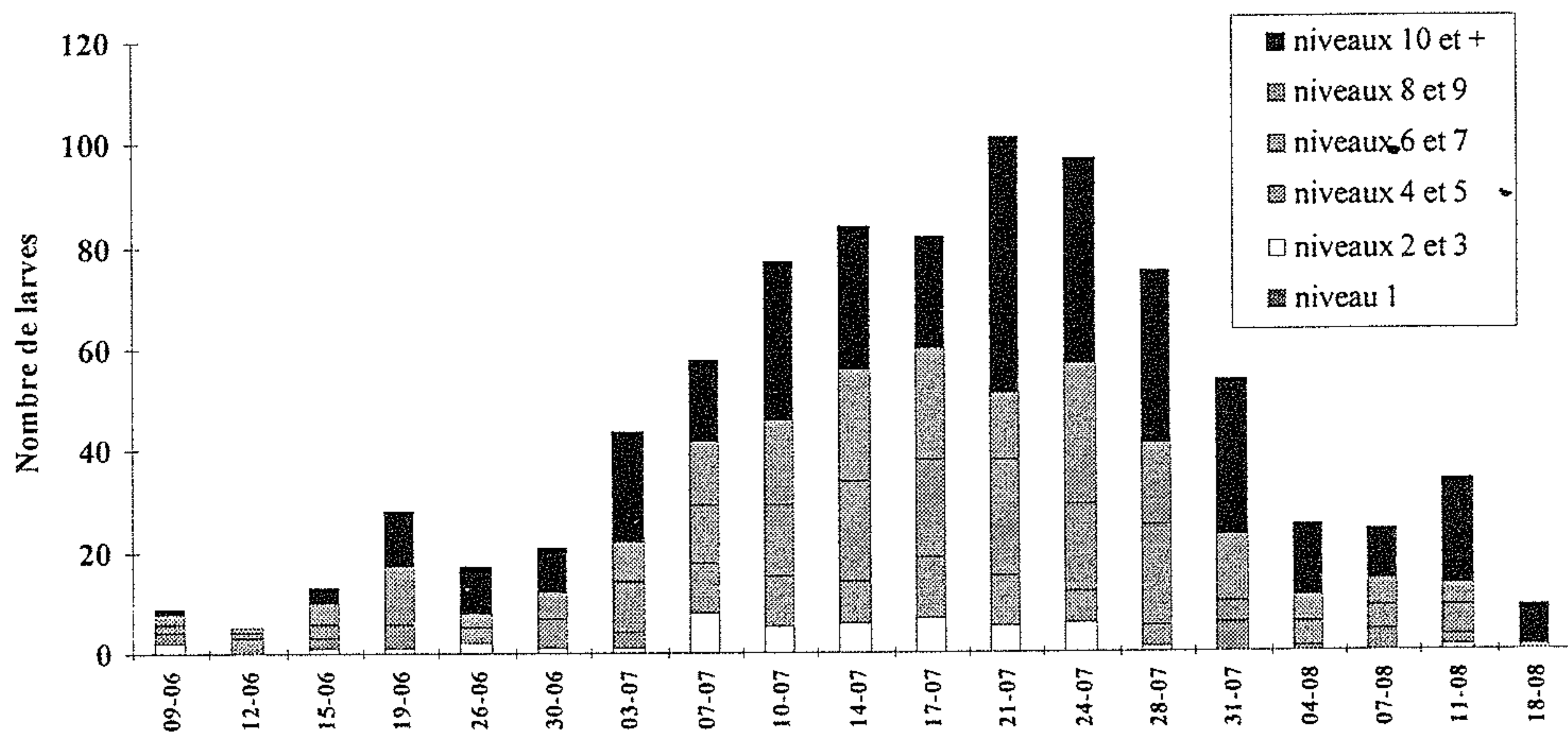


Fig. 5 — Répartition des larves sur un des ceps de cépage Cabernet-Sauvignon en 1995

Fig. 5 — Larvae distribution on a vinestock of Cabernet-Sauvignon variety in 1995

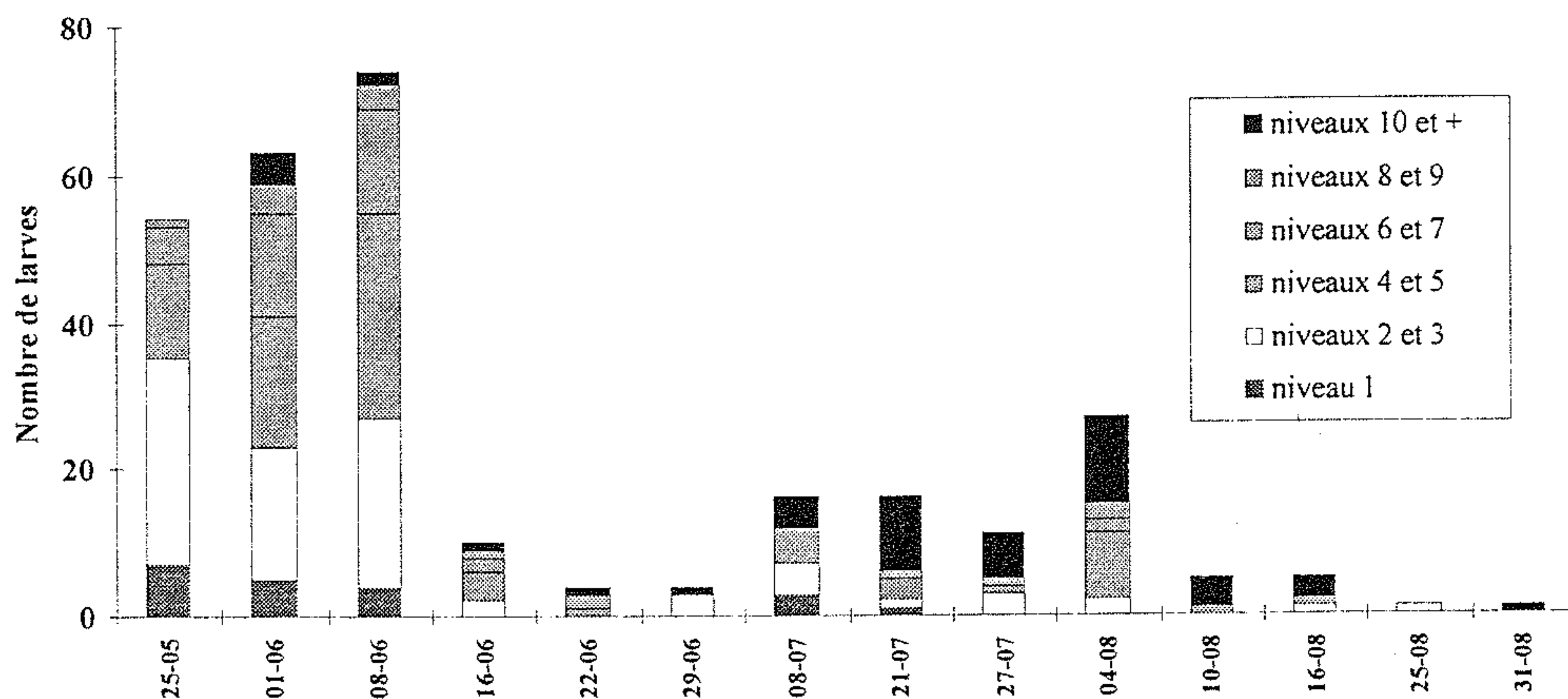


Fig. 6 — Répartition des larves de premier stade sur un des ceps de cépage Sauvignon en 1993

Fig. 6 — First stage larvae distribution on a vinestock of Sauvignon variety in 1993

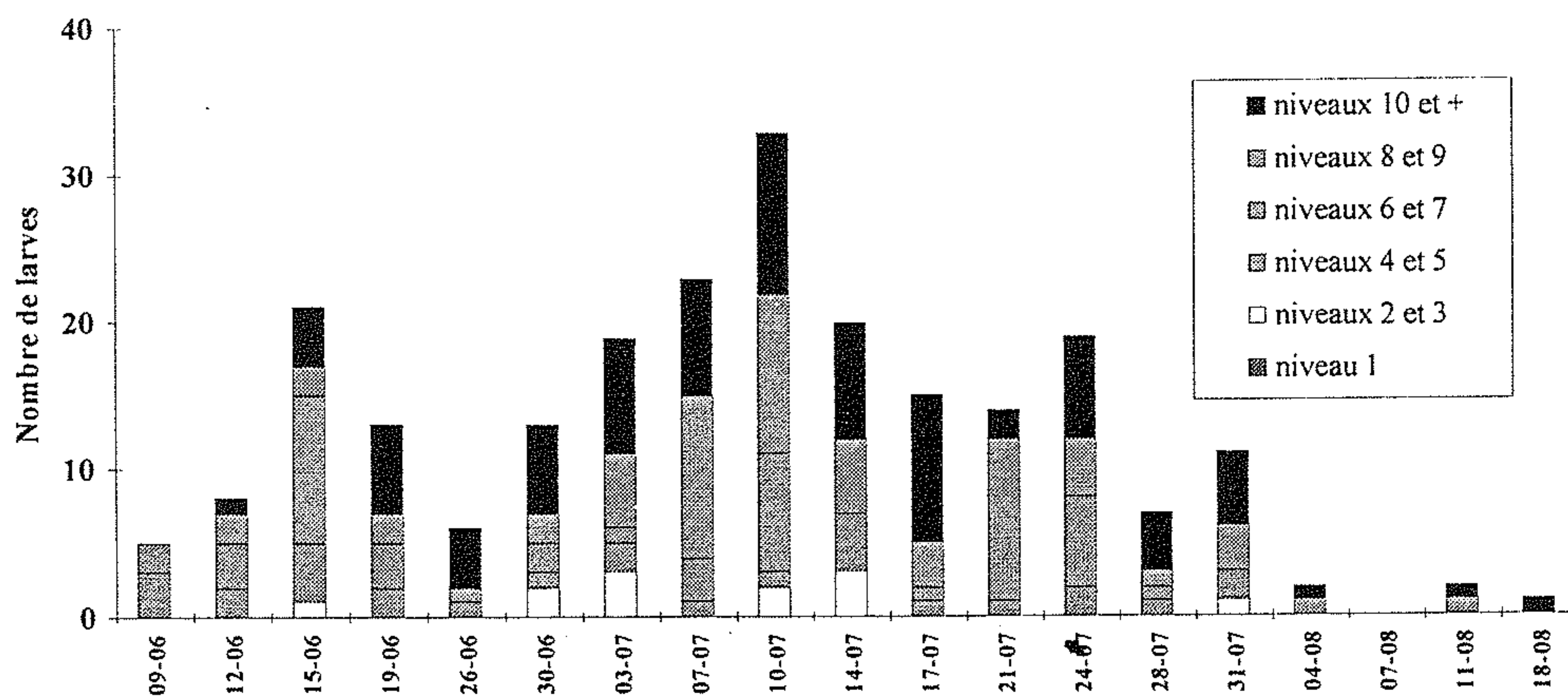


Fig. 7 — Répartition des larves de premier stade sur un des ceps de cépage Cabernet-Sauvignon en 1995
 Fig. 7 — First stage larvae distribution on a vinestock of Cabernet-Sauvignon variety in 1995

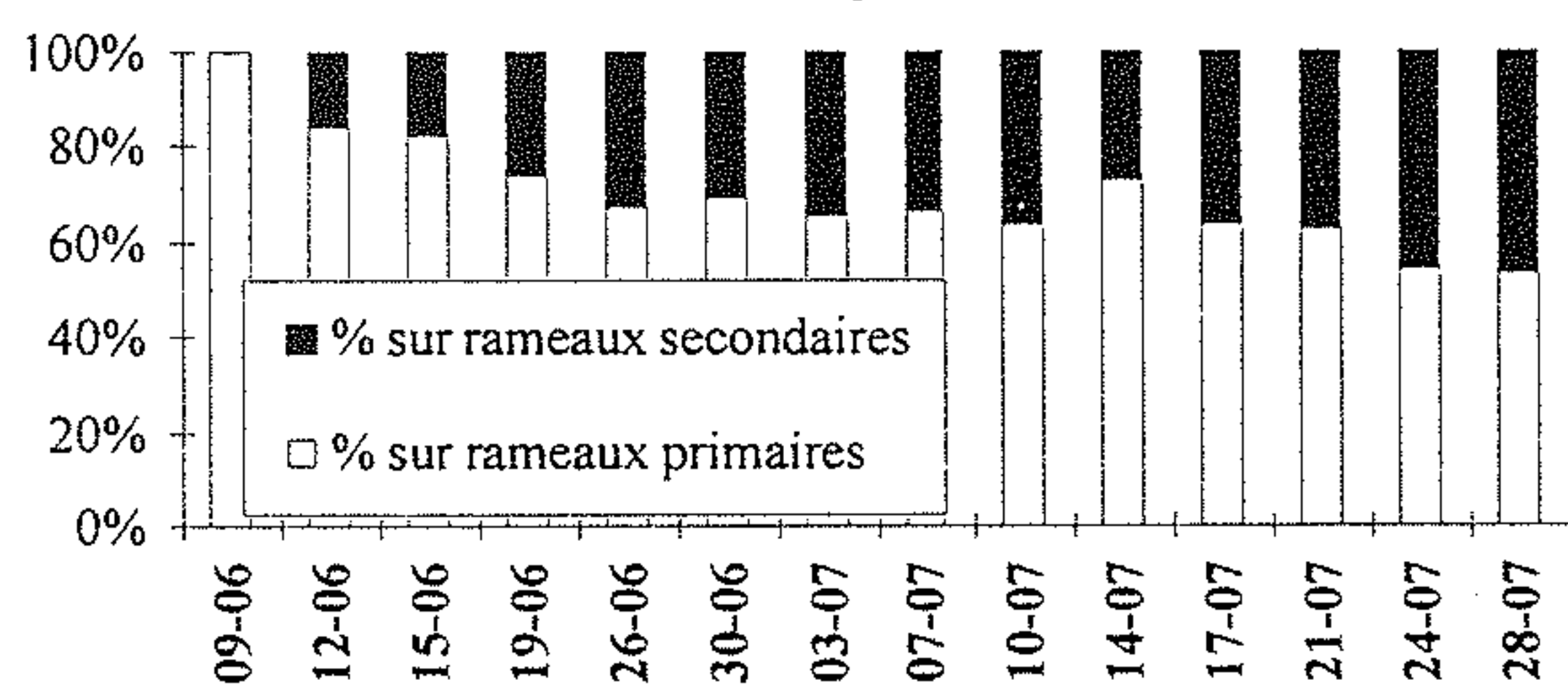


Fig. 8 — Répartition des larves selon le type de rameau en 1995
 Fig. 8 — Larvae distribution according to the bough pattern in 1995

(fin juillet), il y a de moins en moins de feuilles de niveau 2 non desséchées permettant la ponte.

D'un point de vue statistique, la ponte sur le cep, au cours du temps, est peu agrégative comme on peut l'observer par les valeurs des Khi2 et des indices de dispersion (en caractère gras) : elle apparaît globalement aléatoire. L'indice λ (mean clump size) toujours inférieur à 2 montre que la répartition des œufs sur l'ensemble des niveaux aux différentes dates est induite par l'environnement et non par le comportement de l'insecte.

Remarque : pour certaines observations, le K binomial est incalculable (infini).

II — DISTRIBUTION DES LARVES

En 1993, on note que la masse larvaire est concentrée, au début de la saison, sur la base du rameau. Les larves sont réparties ensuite sur les 10 niveaux. Cette concentration fluctuante est en relation avec la pousse de la vigne (figure 4).

En 1995, les observations sont du même ordre. On ne voit pas de différence de répartition, et ceci quel que soit le cep ou le cépage entre les 2 années (figure 5).

Au cours des dénombrements, tant en 1993 qu'en 1995, une distinction particulière des larves de premier stade (L1) montre qu'elles se concentrent en première génération sur les feuilles de la base des rameaux (niveaux 2 à 7).

Par la suite, une répartition plus homogène se produit sur le rameau (figures 6 et 7). Leur présence est notée sur tous les niveaux.

A partir de juin, les larves sont aussi présentes sur les rameaux secondaires qu'elles colonisent au fur et à mesure de leur développement (figure 8).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Le dispositif expérimental adopté pour étudier la distribution des œufs égalise les « chances » de ponte sur chaque niveau (15 feuilles par niveau). C'est une différence essentielle pour comparer les résultats avec ceux des essais en vignoble où les niveaux 1 et 2 concernent une proportion toujours plus faible des feuilles.

Pour expliquer la répartition de la cicadelle, nous devons distinguer l'œuf (stade immobile) et la larve.

I — L'ŒUF

Pour la ponte, l'âge des feuilles semble être un caractère déterminant. Les feuilles de la base, en début de première génération, sont plus développées que celles des niveaux supérieurs donc plus aptes à servir de support de ponte. Les œufs nécessitant une protection sont localisés sous les nervures ; celles des feuilles âgées sont plus épaisses et offrent une meilleure protection que celles des feuilles plus jeunes. Plus tard, lorsque le développement des feuilles devient identique pour plusieurs niveaux, avec des nervures comparables, ce facteur devient moins important. La ponte devient alors possible sur les niveaux supérieurs

(deuxième génération) et régulière sur l'ensemble du rameau.

Tout au long de la saison, les œufs semblent être déposés selon le type « fausse contagion ». Les individus sont répartis au hasard, mais avec une probabilité d'occupation des feuilles variable induite par l'**environnement**, caractère déterminant, et non par le comportement actif de l'insecte. Les biométriciens (FRONTIER, 1983 ; TAYLOR *et al.*, 1978) nous confortent dans cette interprétation. Pour ces auteurs, en effet, rares sont les répartitions écologiques assimilables à une répartition « au hasard » (individus répartis indépendamment les uns des autres avec une probabilité identique d'occupation de chaque unité d'aire).

Cette « fausse contagion » peut s'expliquer par deux hypothèses :

- la présence obligatoire de feuilles d'un certain état de développement pour que les œufs puissent être protégés sous les nervures ;

- l'existence d'un microclimat au sein de la végétation, surtout en été, qui crée un milieu plus propice au développement embryonnaire et à la survie des jeunes larves. GALET (1981) souligne, en effet, qu'*E. vitis* recherche l'ombre et l'humidité au sein du cep pour son développement. Tous les stades se retrouvent donc à la face inférieure des feuilles. Ces observations sont confirmées par VIDANO (*in* PAVAN et PAVANETTO, 1987).

II — LA LARVE

Les larves de premier stade (L1) de la première génération sont nettement plus nombreuses dans le secteur de la grappe situé en général entre les niveaux 2 et 5 (figure 1). Ces résultats correspondent à ceux de CARRON (*in* BAILLOD *et al.*, 1993) qui préconise de contrôler ces niveaux durant cette période.

En Italie, comme l'indiquent par ailleurs PAVAN et PAVANETTO (1987) pour la deuxième génération, les larves d'*E. vitis* colonisent l'ensemble de la plante tout en restant cependant plus nombreuses sur les niveaux 2 à 5. Ces auteurs obtiennent des résultats similaires en regroupant les feuilles selon trois niveaux (base, médian, apex). Pour eux, la distribution de fréquence de cette cicadelle serait du **type agrégatif** et suivrait une **loi binomiale négative**. *E. vitis* préférerait le feuillage dense, ce qui explique cette répartition. Comme pour l'oviposition, cette agrégation est du type « fausse contagion », due à l'environnement (conditions climatiques plus favorables pour le développement au sein de la végétation).

En France où le mode de conduite de la vigne est différent, nos observations sont différentes, et montrent que les niveaux de feuilles 6 à 10 sont souvent les plus colonisés par les larves d'*E. vitis*.

Au niveau du cépage, dans toutes les conditions de nos essais (4 cépages et 2 années), nous arrivons aux mêmes conclusions, mais le dispositif expérimental n'a pas été prévu pour mettre en évidence d'éventuelles différences.

Pour les autres stades, la répartition évolue au cours de la saison. Les larves se répartissent sur l'ensemble du rameau ce qui atténue la concentration initiale élevée observée en début de saison.

Cette évolution peut s'observer avec retard par l'évolution des grillures. Les dégâts sont visibles à partir de juillet (GALET, 1981) et commencent d'abord sur les feuilles complètement développées de la base du rameau, donc plus âgées et colonisées en premier. Les symptômes apparaissant un mois après les piqûres du ravageur (MOUTOUS et FOS, 1973), ces dégâts proviennent donc de la première génération centrée sur les feuilles de la base du rameau. Les grillures s'observent ensuite de plus en plus vers les niveaux supérieurs, ce qui correspond à la dilution des larves dans l'ensemble du cep.

La colonisation se fait également des rameaux primaires vers les secondaires, qui croissent avec un léger retard. Si la répartition des larves suit la croissance des rameaux, CERUTTI (*in* JERMINI *et al.*, 1990) observe généralement plus de larves sur les pousses primaires que secondaires. Le mode de taille de la vigne pourrait expliquer cette différence. Il semble, là-encore, que l'âge des feuilles secondaires soit un caractère déterminant sur la distribution des larves.

Les seuils de risques actuels de 100 larves, en première génération et de 50 larves en seconde pour 100 feuilles, reposent sur une méthode fiable d'échantillonnage. Cette méthode basée sur l'observation d'une feuille par cep prise au hasard ne donne pas entière satisfaction. Comme il a été montré que la population larvaire d'*E. vitis* se localise au sein de la masse de la végétation, une bonne estimation de la densité implique donc de prélever les échantillons essentiellement dans cette zone.

Définir des niveaux précis évoluant au cours de la saison comme cités par certains auteurs est contraignant pour l'utilisateur, coûteux en temps et aléatoire compte-tenu des modes de conduite différents. L'enchevêtrement des rameaux dès la fin du printemps devient une limite, même dans des vignobles très bien conduits.

Il semble donc plus aisé de conserver un échantillon avec un repère fixe sur le cep, mais en respectant certaines précautions :

- 1 - prélever au sein de la végétation, au niveau des grappes, tout au long de la saison,
- 2 - éviter les extrémités des rameaux,
- 3 - prélever aussi bien sur les rameaux secondaires que primaires en été,
- 4 - adopter les mêmes règles quelque soit le cépage.

Ce travail constitue une étape pour redéfinir les modalités pratiques de l'échantillonnage. L'analyse de la distribution spatiale des populations d'*E. vitis* à l'échelle de la parcelle s'impose, elle fera l'objet d'une publication future.

Remerciements : Les auteurs tiennent à remercier M. PERROMAT pour son accueil au Château D'Armajan des Ormes et sa collaboration aux expérimentations décrites ainsi que J.M. BRUSTIS et J. JOLIVET de l'Unité de Recherches de Zoologie pour leur apport aux relevés d'expérimentations et R. ROEHRICH pour la révision critique du manuscrit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1980. Protection intégrée. Contrôle périodique au vignoble. Contrôle, seuils et indications pour la lutte. *ACTA-ITV*, 79 p.
- BAILLOD M., JERMINI M., ANTONIN Ph., LINDER C., MITTAZ Ch., CARRERA E. et UDRY V., 1993. Stratégies de lutte contre la cicadelle verte de la vigne, *Empoasca vitis* (Goethe). Efficacité des insecticides et problématique liée à la nuisibilité. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **25**, n°2, 133-141.
- CORINO L., RUARO P. et ABATE R., 1992. La cicadelle de la vigne *Empoasca vitis* Goethe (Homoptera. Cicadellidae, Typhlocybinae) : études de biologie dans une région viticole du Piémont. *Bull. OILB-SROP*, **15**, n°2, 40.
- DELBAC L., FOS A., LECHARPENTIER P. et STOCKEL J., 1996. Confusion sexuelle contre l'Eudémis : impact sur la cicadelle verte dans le vignoble bordelais. *Phytoma*, **488**, 36-39.
- FRONTIER S., 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Ed. Masson, Les presses de l'Université Laval Québec, 494 p.
- GALET P., 1981. *Les maladies et les parasites de la vigne. Les parasites animaux - Tome 2*, Ed. Imprimerie du Paysan du Midi, Montpellier, France, 1876 p.
- JERMINI M., BAILLOD M. et SCHMID A., 1990. Dynamique des populations, contrôles, seuils et époque d'intervention pour la cicadelle verte, *Empoasca vitis* Goethe. Groupe lutte intégrée en viticulture. *Bull. OILB-SROP*, **13**, 162-164.
- LUDWIG J.A. and REYNOLDS J.F., 1988. *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley and Sons Eds, New York, 337 p.
- MOUTOUS G. et FOS A., 1971. Essais de lutte chimique contre la cicadelle de la vigne (*Empoasca flavescens* Fab.). Résultats 1970. *Rev. Zool. Agric. Pathol. Vég.*, **2**, 48-56.
- MOUTOUS G. et FOS A., 1973. Influence des niveaux de populations de cicadelles de la vigne (*Empoasca flavescens* Fab.) sur le symptôme de la « grillure » des feuilles. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **5**, n°2, 173-185.
- MOUTOUS G. et FOS A., 1976. Mise au point d'une méthode d'un élevage permanent d'*Empoasca vitis* Goethe, Homoptère *Typhlocybidae*. Influence de la photopériode. *Rev. Zool. Agric. Pathol. Vég.*, **75**, 149-152.
- PAVAN F. and PAVANETTO E., 1987. Seasonal abundance of *Typhlocybinae* at different leaf position, 135-141. In : *Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases & weeds*. Ed. Balkema, Rotterdam, 351 p.
- SENTENAC G., 1992. Lutte chimique contre *Empoasca vitis* Goethe et respect des *Phytoseiidae* (*Typhlodromus pyri* Scheuten). Les deux insecticides testés sont : quinalphos et flufénoxuron. *Bull. OILB-SROP*, **15**, n°2, 40.
- SCHERRER B., 1984. *Biostatistique*. Eds. Gaëtan Morin, Chicoutimi, Québec, 850 p.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978. *Ecological methods*. 2nd editions, Chapman and Hall Eds, London, 524 p.
- STATISTICAL SCIENCES, 1995. *Splus guide to statistical and mathematical analysis*, version 3.3. Seattle : Stat. Sci. a division of Math Soft. Inc.
- TAYLOR L.R., WOIWOD I.P., PERRY J.N., 1978. The density-dependance of spatial behaviour and the rarity of randomness. *J. Anim. Ecol.*, **43**, 383-406.
- VIDANO C., ARNO C. and ALMA A., 1988. On the *Empoasca vitis* intervention threshold on vine (*Rhynchota Auchenorrhyncha*). *Proc. 6th Auchenorrhyncha meeting*, Torino, Italy, 525-537.

Manuscrit reçu le 22 juillet 1997 ;
 accepté pour publication le 6 août 1997.