

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 126 (1975)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse)  
**Autor:** Bovey, P. / Linder, A. / Müller, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765235>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Recherches sur les insectes des châtaignes au Tessin (Suisse)<sup>1</sup>

Par P. Bovey, A. Linder et O. Müller

Oxf.: 453 : 416.2

Institut d'Entomologie de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich

Institut de Statistique mathématique de l'Université de Genève

### 1. Introduction

A la suite des dégâts importants occasionnés dans les châtaigneraies du canton du Tessin par les «vers» des châtaignes, lesquels avaient porté en 1948 et 1949 un grave préjudice à la vente de la production indigène, le Département cantonal de l'agriculture avait alors exprimé le vœu que des recherches fussent entreprises sur les insectes responsables de ces pertes.

La Station fédérale d'essais viticoles et arboricoles à Lausanne n'ayant pas la possibilité de se charger de cette tâche, feu le Dr. *L. Martinoli*, alors chef du Service cantonal d'arboriculture, sollicita en 1950 la collaboration de l'Institut d'entomologie de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich, dont le premier auteur venait de prendre la direction. Avec l'appui financier du Département précité et de l'E. P. F. Z., ces recherches purent être entreprises en 1952. Elles furent confiées en cette première année à M. M. *Martignoni*, ing. agr., qui mit en évidence, en certaines régions du canton, l'importance économique d'une Tordeuse jusqu'alors considérée comme pratiquement indifférente, *Pammene fasciana* L. (= *P. juliana* Stephens, nec Curtis), dont les dégâts s'ajoutaient localement à ceux des deux espèces courantes, le Carpocapse des châtaignes (*Laspeyresia splendana* Hb.) et le Balanin des châtaignes (*Curculio elephas* Gyll.) (Martignoni, 1954).

Les intéressants résultats de cette première campagne permirent dès 1953 le développement de ces recherches qui purent être poursuivies durant quatre années grâce à l'appui financier du Département cantonal de l'agriculture et de la Fondation pour le développement de l'Economie suisse par la recherche scientifique.

Parallèlement aux recherches biologiques de base indispensables afin de préciser le cycle évolutif des espèces nuisibles dans les conditions du

<sup>1</sup> Imprimé avec participation de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.

Tessin, une vaste enquête fut entreprise pour déterminer l'importance relative de chacune des espèces nuisibles dans les diverses régions de production du canton. Les travaux sur le terrain furent dès lors confiés au troisième auteur, alors assistant de recherches à l'Institut d'entomologie. Il voua une attention particulière à *Pammene fasciana*, jusqu'alors très mal connue et dont l'étude fit l'objet de sa thèse de doctorat (Müller, 1957). A la fin des travaux, un rapport sur l'ensemble des recherches poursuivies de 1953 à 1956 fut adressé au Département cantonal de l'agriculture, accompagné de recommandations en vue de limiter les dégâts sur fruits. Mais diverses circonstances ne permirent pas de réaliser alors la publication d'un travail d'ensemble sur cette étude.

Bien que l'intérêt pour la culture du Châtaignier et la récolte de ses fruits ait beaucoup diminué au Tessin (voir page 812), il est apparu utile au premier auteur, avec les loisirs de la retraite, de reprendre ce projet, tant du point de vue scientifique que pratique.

Il nous est un agréable devoir de remercier ici le Département cantonal tessinois de l'agriculture et le Conseil de la Fondation précitée du large appui financier qui a permis la réalisation de ces recherches. Nous adressons un hommage reconnaissant à la mémoire du Dr. L. Martinoli qui en a été l'initiateur et nos remerciements à son successeur à la tête du Service cantonal d'arboriculture, M. C. Hofmann, ainsi qu'à son ancien collaborateur M. A. Frigerio, pour les précieux appuis qu'ils nous ont prêtés tout au long de ces recherches. Enfin, nous remercions M. le Professeur H. Leibundgut de l'accueil qu'il a réservé à la publication de ce travail dans le *Journal forestier suisse*.

## 2. Observations biologiques sur les insectes des châtaignes au Tessin

### 2.1 Généralités

Dans l'ensemble de l'aire de production du Châtaignier, deux insectes sont connus comme ravageurs importants de ses fruits, à savoir: le Carpocapse des châtaignes (*L. splendana* L.) et le Balanin des châtaignes (*C. elephas* Gyll.).

A la suite d'une enquête effectuée en Italie, d'après examen de fruits mûrs provenant des diverses régions de production du pays, Russo (1947) a signalé, comme hôtes occasionnels des châtaignes, trois autres micro-lépidoptères tortricides, *Laspeyresia fagiglandana* Zell. (= *L. grossana* Haw.), plus spécialement inféodée au hêtre (faînes), *Laspeyresia amplana* Hb. dont la chenille vit principalement dans les glands des chênes et *Pammene fasciana* L.

Au cours de notre large enquête au Tessin, nous n'avons jamais observé dans les châtaignes les chenilles des deux premières de ces trois Tordeuses.<sup>1</sup>

Par contre, les observations de Martignoni (1953) devaient pour la première fois attirer l'attention sur l'importance relative de *Pammene fasciana* comme ravageur des châtaignes au Tessin. Mais alors que le Carposcapse (*L. splendana*) et le Balanin (*C. elephas*) sont répandus dans l'ensemble du Canton, *P. fasciana* n'est apparue vraiment nuisible que dans le Sottoceneri et très localement dans une région seulement du Sopraceneri (Val Blenio).<sup>2</sup>

Nos observations ont donc porté sur trois espèces, les Tordeuses *L. splendana* et *P. fasciana*, et le Curculionide *C. elephas*.

## 2.2 La Tordeuse précoce des châtaignes, *Pammene fasciana* L. (= *P. juliana* Stephens nec Curtis)

Cette espèce ayant fait l'objet d'une étude détaillée de l'un de nous (Müller, 1957), nous nous bornerons ici à préciser ses caractères distinctifs et à rappeler les particularités de son cycle évolutif dans les conditions du Tessin.

Le papillon, qui mesure 14 à 15 mm d'envergure, se distingue aisément de celui de *L. splendana* par son coloris plus vif et par les dessins de ses ailes antérieures (fig. 1). A la suite d'un champ basal gris plombé apparaît une tache blanc-ivoire qui du milieu du bord dorsal se dirige vers l'apex. Le speculum, ou «Spiegel» des auteurs allemands, présente deux bandes gris plombé brillantes encadrant un espace brunâtre avec quatre traits noirs. Le long du bord antérieur, les intervalles clairs des virgules costales sont très nets. Chez certains individus, ces dessins s'estompent par suite de l'envahissement de l'aile antérieure par des écailles grises. Les ailes postérieures sont gris-brun.<sup>3</sup>

L'œuf a l'aspect d'une lentille plan convexe à contour ovale (0,69 x

<sup>1</sup> Si *L. amplana* peut être considérée comme un ravageur occasionnel des châtaignes dans toute l'aire de répartition du Châtaignier, il n'en est pas de même de *L. fagiglandana* qui, dans le centre de l'Italie (Naples, Avellino, Salerne), s'y est révélée plus nuisible à ces fruits que *L. splendana* (Russo, 1947).

<sup>2</sup> On désigne sous les noms de *Sopra-* et *Sottoceneri* les parties du canton du Tessin comprises respectivement au nord et au sud du col du Monte Ceneri. Le Sottoceneri en est la partie méridionale étroite groupant les districts de Lugano et Mendrisio, tandis que le Sopraceneri comprend la plaine de Magadino et toute la partie du canton située au nord de cette dernière.

<sup>3</sup> Pour la morphologie détaillée des papillons des Tordeuses des châtaignes, en particulier des genitalia, voir Russo (1947).

0,61 mm). Dans la masse du vitellus, de couleur blanc-ivoire au début, apparaît au bout de quelques jours un anneau coloré rouge-pourpre (fig. 2).

Le chenille évolue en cinq stades dont les dimensions respectives sont: 1,5 à 2 mm, 3,5 à 4 mm, 5 à 6 mm, 7 à 9 mm, 10 à 13 mm, les dimensions moyennes de la capsule céphalique étant: 0,21, 0,49, 0,76, 1,05 et 1,36 mm. De coloration blanchâtre ou légèrement rosée, la chenille est, dès le 2e stade, très facilement reconnaissable de celle de *L. splendana* par ses grands verruqueux brunâtres entourant la base des soies thoraciques et abdominales et par la présence d'un peigne anal (fig. 5). La tête est brune, les écussons prothoracique et anal brun clair, avec ponctuation sombre.

La chrysalide, longue de 7 à 9 mm, est de coloration brun clair à brun foncé.

*P. fasciana* est répandue dans presque toute l'Europe où on l'observe des régions méridionales de France et d'Italie jusqu'au sud de l'Angleterre et de la Scandinavie, ainsi qu'en Dalmatie et en Crimée. Elle est également signalée d'Asie mineure. Sa plante-hôte principale est le Châtaignier, mais selon *v. Kennel* (1921) et *Schütze* (1931), sa chenille vit également dans les glands, les faînes, les samares de l'Erable et les galles du Chêne. C'est une espèce univoltine qui hiverne, en diapause, à l'état de chenille à son complet développement dans un hibernaculum tissé dans les anfractuosités ou sous les vieilles écorces du tronc et des grosses branches, exceptionnellement à la surface du sol. La nymphose a lieu assez tôt au printemps, dès le début de mai, et les insectes parfaits apparaissent au bout de 20 à 30 jours. Durant le jour, les papillons se tiennent immobiles à la face inférieure des feuilles, sur les branches ou le tronc, où ils sont très difficiles à repérer. Ils ne deviennent actifs qu'à la fin de la journée, dès 19 à 20 heures, et le vol se poursuit jusqu'à 23 heures, l'intensité maximum se situant de 22 à 23 heures. Un contrôle du vol, effectué en 1954 à Trevano près Lugano, en 1955 à Ludiano dans le Val Blenio, a donné des résultats comparables (fig. 20). Dans les deux localités, à une année d'intervalle, les premiers papillons ont été capturés, au début de juin, à un moment où les châtons primaires du Châtaignier apparaissaient bien formés. Le vol maximum s'est échelonné de mi-juin à mi-juillet, environ deux mois avant

---

Tordeuse précoce des châtaignes (*Pammene fasciana* L.)

Figure 1. Papillon, grossi env. 5 fois.

Figure 2. Œufs à la face supérieure d'une feuille, grossis env. 3 fois.

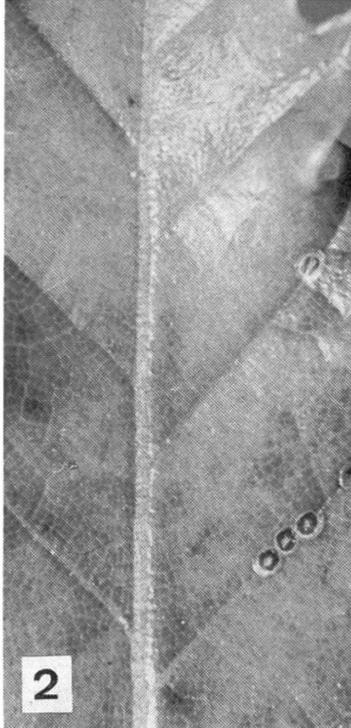
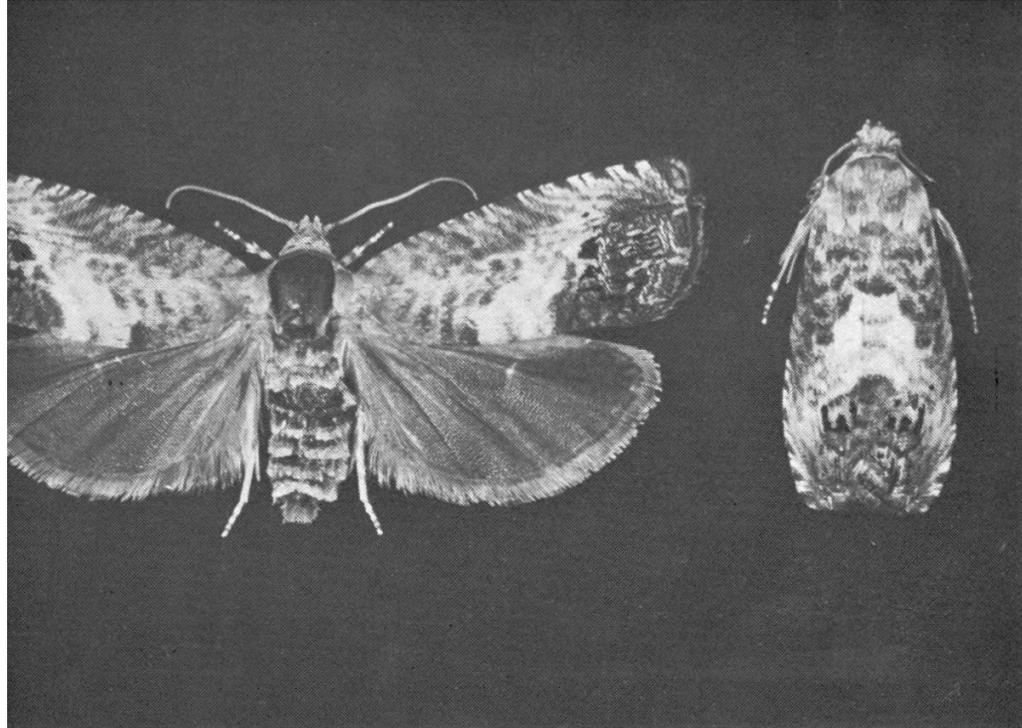
Figure 3. Jeune cupule attaquée par une chenille dont on remarque les excréments entre les aiguillons (gr. 2 fois).

Figure 4. Cupule attaquée avec chenille à l'intérieur (gr. 2 fois).

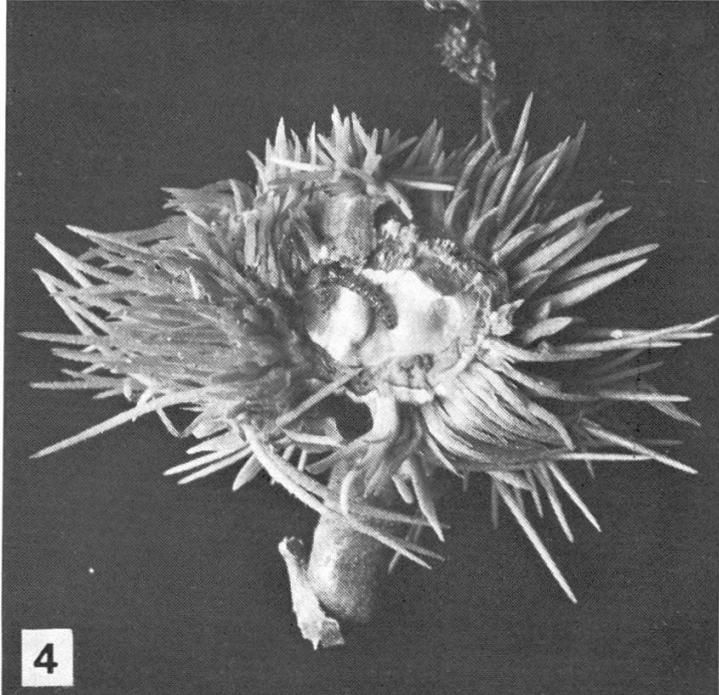
Figure 5. Chenille du 5e stade (gr. 4 fois).

Figure 6. Attaque tardive d'une cupule dont les fruits commencent à brunir (gr. 3 fois).

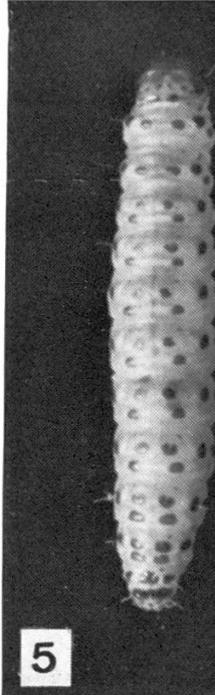
Figure 7. Deux cocons sous un fragment d'écorce du tronc (gr. 4 fois).



2



4



5



7

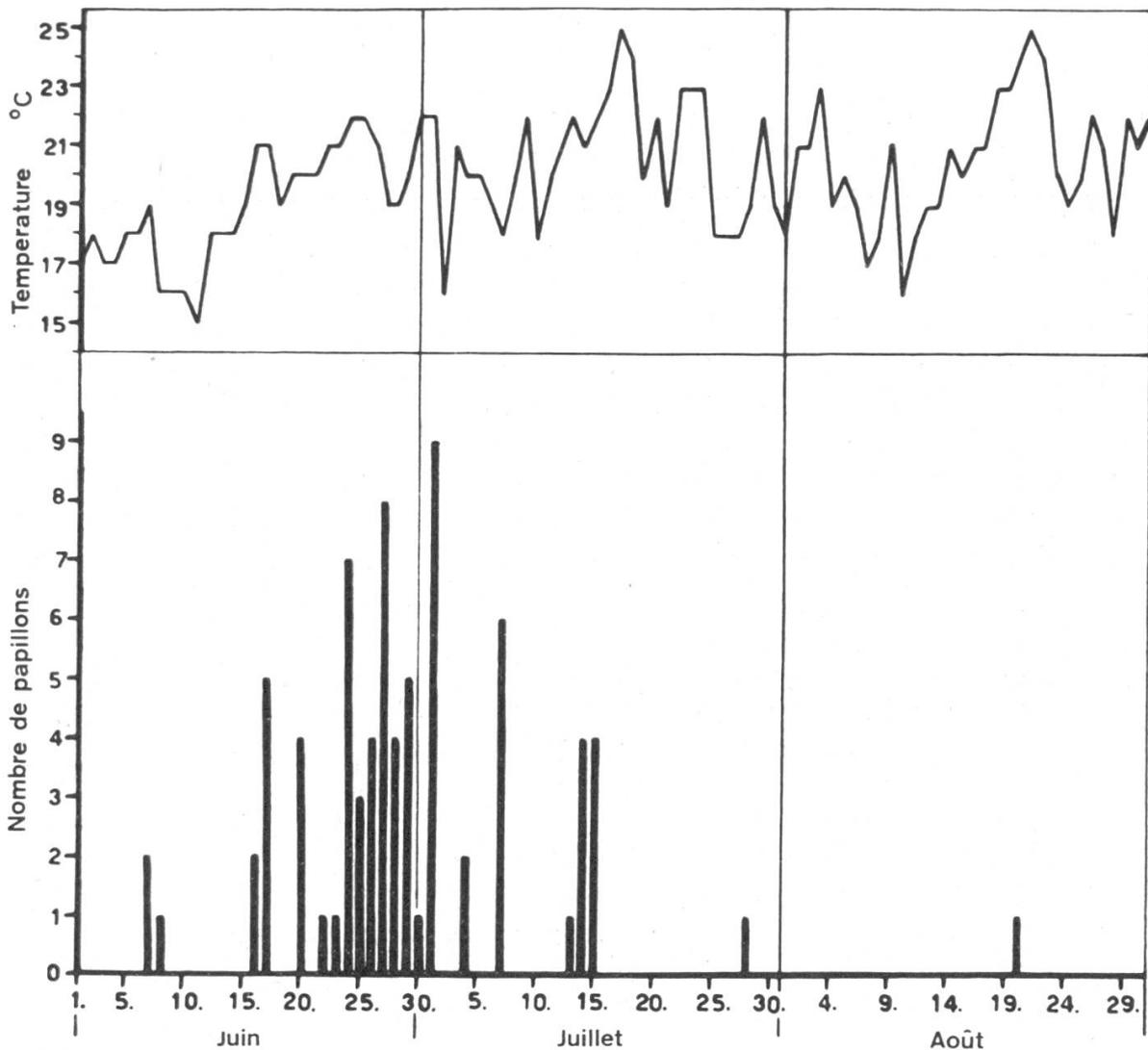


Figure 20. Vol des papillons de *P. fasciana* à Ludiano en 1955 (en haut, courbe de la température moyenne journalière).

celui de *L. splendana*. Quelques individus isolés ont été capturés jusqu'à la mi-août.

Du point de vue phénologique, le vol maximum correspond à la période qui s'étend de la floraison des châtons primaires à la chute des châtons secondaires, les involucre apparaissant bien visibles, avec les jeunes fruits différenciés (fig. 19a, voir page 796).

La maturation des œufs étant postmétabolique, la ponte débute 4 à 5 jours après l'accouplement qui a lieu durant l'essaimage. Chaque femelle pond en moyenne 180 œufs, au maximum jusqu'à plus de 300, lesquels sont déposés isolément sur les feuilles (fig. 2), toujours au voisinage des fruits, plus rarement sur les rameaux qui portent les cupules. Leur durée d'incubation, variable en fonction de la température, est de 10 à 12 jours dans les conditions du Tessin. A température constante, en thermostat, elle est de  $+14^{\circ}$  à  $+32^{\circ}$  C une fonction hyperbolique qui répond à la formule

$D(t-11\text{ }^{\circ}\text{C}) = 2000\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{heures}$ . Minimale à  $+32\text{ }^{\circ}\text{C}$  avec 4 jours, elle est retardée de 1 jour à  $+34\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Dès son éclosion, la jeune chenille s'attaque tout d'abord soit à une feuille dont elle ronge l'un des épidermes et le parenchyme sous-jacent tout en respectant les grosses nervures, et en recouvrant la partie atteinte de fils soyeux, soit à la base d'une cupule. Dès le 3<sup>e</sup> jour, elle pénètre latéralement ou par son extrémité dans une cupule où elle opère ses deux premières mues. Les dégâts s'y traduisent par la destruction partielle des jeunes fruits, les excréments étant rejetés par l'orifice de pénétration (fig. 3). Au bout de 11 jours, la chenille, qui a atteint le 3<sup>e</sup> stade, quitte la première cupule atteinte pour pénétrer dans une bogue saine, généralement au point de contact de deux bogues où les excréments apparaissent bien visibles entre les aiguillons de la cupule. La 3<sup>e</sup> mue survient au bout de 8 jours et la chenille du 4<sup>e</sup> stade pénètre ensuite dans une 3<sup>e</sup> bogue dont les fruits, plus développés, suffisent à assurer son développement et celui du 5<sup>e</sup> et dernier stade, lesquels durent respectivement 8 et 10 jours. Au Tessin, le développement larvaire complet s'échelonne ainsi sur 5 à 6 semaines; sous condition de températures constantes, il peut être exprimé par la formule  $D(t-11\text{ }^{\circ}\text{C}) = 9240\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{heures}$ .

Les dégâts occasionnés aux jeunes fruits déterminent un arrêt de croissance des bogues attaquées qui brunissent sur l'arbre et ne tardent pas à tomber à terre. Cette chute coïncidant avec la chute physiologique normale, il n'est pas surprenant que les dégâts de *P. fasciana* aient passé inaperçus, même dans les régions où la Tordeuse est abondante. L'échantillonnage des «vers» dans les châtaignes mûres ne permet d'y inventorier que celles de ses chenilles issues des derniers œufs pondus (fig. 6), dès le début d'août, c'est à dire une très faible proportion de ses populations.

La chenille du 5<sup>e</sup> stade parvenue à son complet développement quitte le plus souvent la dernière bogue attaquée lorsqu'elle se trouve encore sur l'arbre. Ainsi qu'il ressort de contrôles systématiques dans les châtaigneraies, ces chenilles cheminent le long des branches et du tronc à la recherche d'un abri pour y tisser le cocon soyeux (hibernaculum) (fig. 7) dans lequel elles passeront, en diapause, la fin de l'été, l'automne et l'hiver (Müller, 1957). Il peut arriver que des chenilles incomplètement ou complètement développées tombent à terre avec une bogue. Dans ce cas, elles regagneront pour la plupart le tronc, qu'elles repèrent sans doute comme une masse sombre sur un fond plus clair, à la recherche soit d'une bogue saine pour y achever leur développement, soit d'un abri pour y tisser leur hibernaculum.

L'hibernation sur l'arbre est donc la règle chez *P. fasciana*, tout au moins dans les châtaigneraies dont les arbres offrent des abris favorables pour la nymphose. Sur les jeunes arbres à écorce encore lisse, ce comporte-

ment offre la possibilité de capturer une très forte proportion de la population larvaire de cette espèce par la pose de bandes-pièges en carton ondulé sur le tronc et les grosses branches. Les chenilles gagnent leur quartier d'hiver dès la fin juillet, principalement durant la seconde quinzaine d'août et le début de septembre, les dernières jusqu'à fin octobre.

Les chenilles de *P. fasciana* sont la proie d'un assez grand nombre de parasitoïdes qui se recrutent parmi les *Tachinidae* (Diptères), les *Ichneumonidae*, les *Braconidae* et les *Chalcidoidea* (Hyménoptères). Sur la base des contrôles de bandes-pièges, les plus importants ont été les Ichneumonides *Hemiteles inimicus* Grav., *H. areator* Panz., *Lissonota buolianae* Hart. et *Trichomma enecator* Rossi. En 1954 et 1955, le parasitisme apparent a varié de 9 à 55 % et fut en moyenne de 27 %.

### 2.3 *Le Carpocapse des châtaignes, Laspeyresia splendana* Hb.

Proche parente du Carpocapse des pommes (*Laspeyresia pomonella* L.), cette Tordeuse se rattache comme la précédente à la sous-famille des *Olethreutinae*.

Le papillon, qui mesure 17 à 19 mm d'envergure, est représenté par deux formes. Chez la forme typique (fig. 8), l'aile antérieure, gris cendré à gris-brun, présente un champ basal plus foncé bien distinct. Chez la forme *reamurana* Hein., elle est, jusqu'au speculum bordé de deux bandes argentées et renfermant cinq traits noirs, brun foncé uniforme, sans champ basal visible (fig. 9).

A l'origine, ces deux formes ont été considérées comme de bonnes espèces, la première inféodée au Chêne, la seconde au Châtaignier. Mais les observations de Joannis (1915), confirmées par Russo (1947) et Coutin (1961) établirent clairement que nous avons affaire à une seule espèce, les deux formes de coloration apparaissant en proportion variable aussi bien au sein des populations vivant sur le Chêne que sur le Châtaignier.

En 1955, de châtaignes récoltées à Ludiano (Tessin), sont issus 41 % de *splendana* typiques et 59 % de *reamurana*, proportions assez voisines de celles citées par Joannis (42 % / 58 %) et par Coutin dans les Cévennes où il a noté en trois années d'observations 68 % de *reamurana*. Cette proportion paraît se modifier vers le sud, car Russo (1947), constatant la présence des deux formes au Piémont, n'a observé que la forme *reamurana* dans la région de Naples.<sup>4</sup>

L'œuf est très semblable à celui de *P. fasciana*, mais de forme plus ovale et plus long (0,72 x 0,55 mm) (fig. 10). Un anneau coloré rouge-pourpre apparaît également dans le vitellus au bout de quelques jours.

<sup>4</sup> Une étude du déterminisme de ces caractères et de la répartition des deux formes dans l'ensemble de l'aire de l'espèce serait intéressante.

Comme celle de *P. fasciana*, la chenille évolue en cinq stades larvaires dont les dimensions sont respectivement 1,5 à 2 mm, 3,5 à 5 mm, 6 à 9 mm, 10 à 12 mm et 13 à 15 mm, celles de la capsule céphalique (moyenne), 0,26, 0,49, 0,75, 1,05 et 1,31 mm.

Le corps de tous les stades est de coloration blanche à blanc laiteux, sans verruqueux visibles. La tête des deux premiers stades est brunâtre, celle du 3e stade brun-noir et celle des 4e et 5e stades jaune-orange. L'absence de peigne anal et de grands verruqueux constitue un critère distinctif sûr (fig. 11).

La chrysalide, de couleur brune, se distingue de celle de *P. fasciana* par sa taille un peu plus grande (9 à 11 mm).

*Laspeyresia splendana* est répandue dans toute l'Europe tempérée — où elle remonte jusqu'au nord-ouest de l'Angleterre (Cumberland), au Danemark, au sud de la Scandinavie et de la Finlande — ainsi qu'en URSS, en Asie mineure et au Japon. Sa chenille y évolue aux dépens des fruits du Châtaignier et de toutes les espèces de Chênes, le Chêne rouvre (*Quercus petraea* Liebl.) et le Chêne pédonculé (*Q. robur* L.) restant en Europe les seules plantes-hôtes de cette Tordeuse au-delà de la limite nord du Châtaignier.

La biologie de *L. splendana* sur le Châtaignier était encore mal connue lorsque débutèrent nos recherches et les données ci-après résumées sont principalement le résultat des observations poursuivies au Tessin de 1953 à 1956.

Comme *P. fasciana* et à l'encontre de *L. pomonella*, *L. splendana* est dans toute son aire de répartition une espèce strictement univoltine. La nymphose des chenilles, qui hivernent à l'intérieur d'un cocon parcheminé à faible profondeur dans le sol, a lieu beaucoup plus tard que celle de *P. fasciana*, soit dès la mi ou fin juillet. Les papillons apparaissent 20 à 30 jours plus tard. Ils sont de mœurs crépusculaires et nocturnes, leur activité se poursuivant jusqu'à minuit. Le contrôle du vol des papillons effectué au moyen d'une lampe à vapeurs de mercure (Robinson) en 1954 à Lugano, en 1955 à Ludiano dans le Val Blenio, a donné des résultats comparables (fig. 21).

---

Carpocapse des châtaignes (*Laspeyresia splendana* Hb.)

Figure 8. Papillon de la forme typique (gr. 3,5 fois).

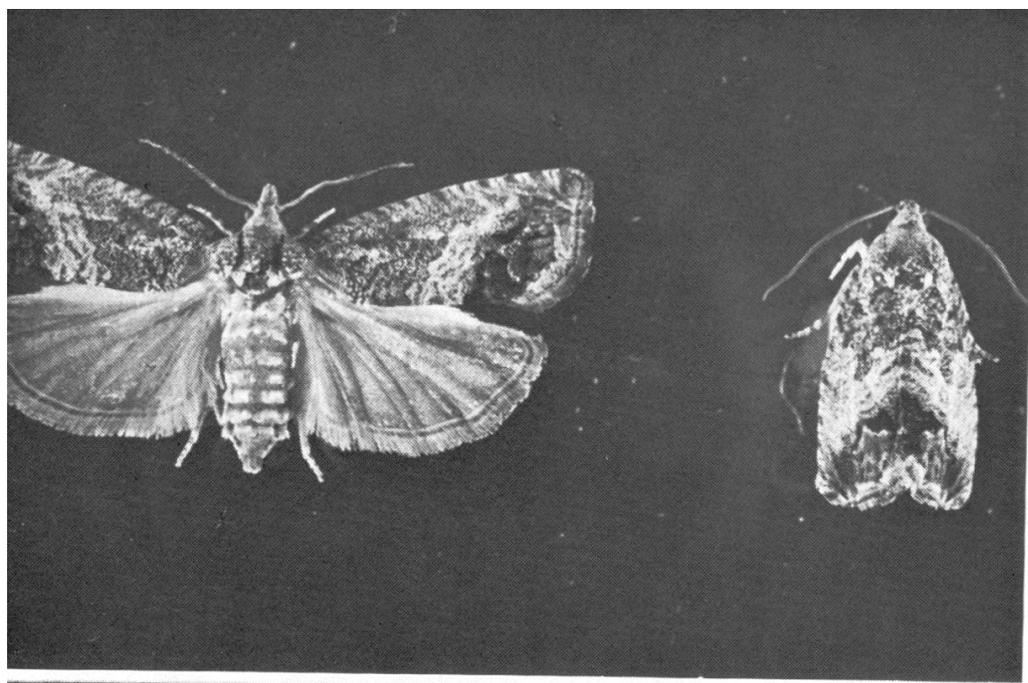
Figure 9. Papillon de la f. *reaumurana* Hein. (gr. 3,5 fois).

Figure 10. Œuf à la face inférieure d'une feuille (gr. 8 fois).

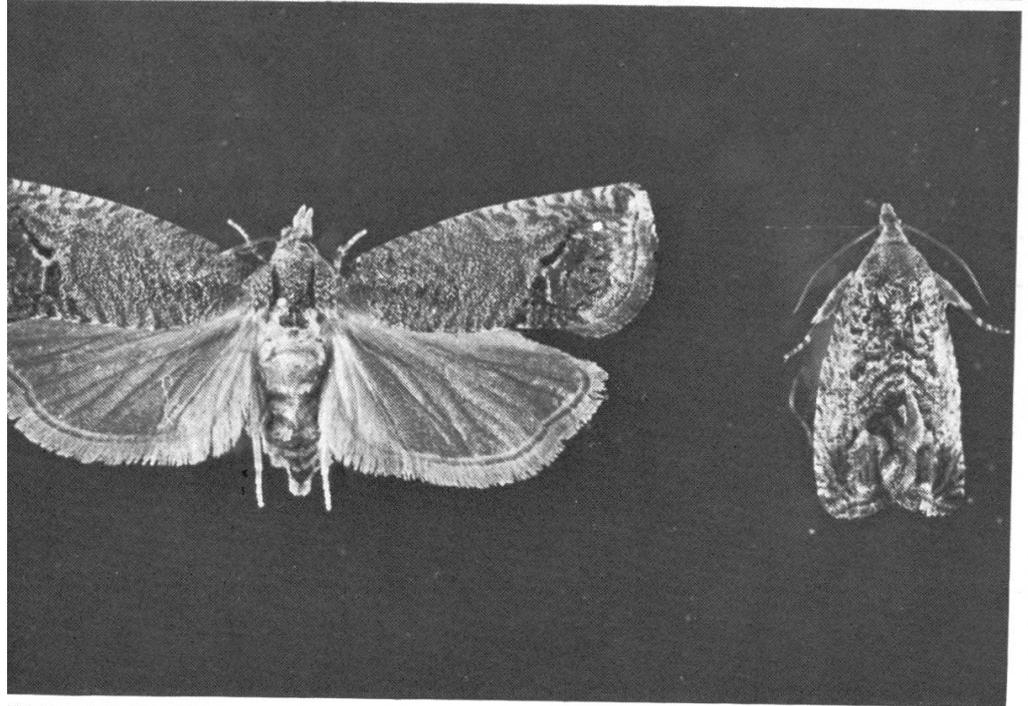
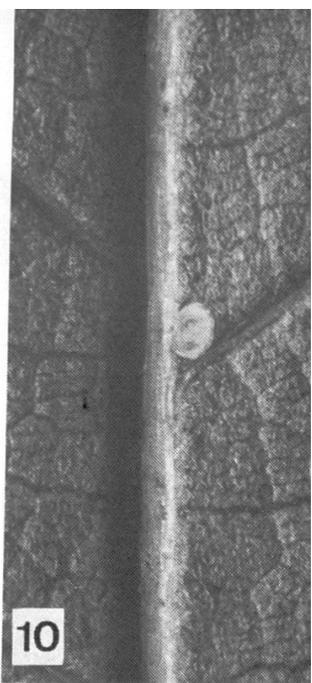
Figure 11. Chenille du 5e stade (gr. 4 fois) (remarquer l'absence de verruqueux, bien visibles sur le thorax et l'abdomen de la chenille de *P. fasciana*).

Figure 12. Châtaigne attaquée avec chenille à son complet développement (gr. 2 fois).

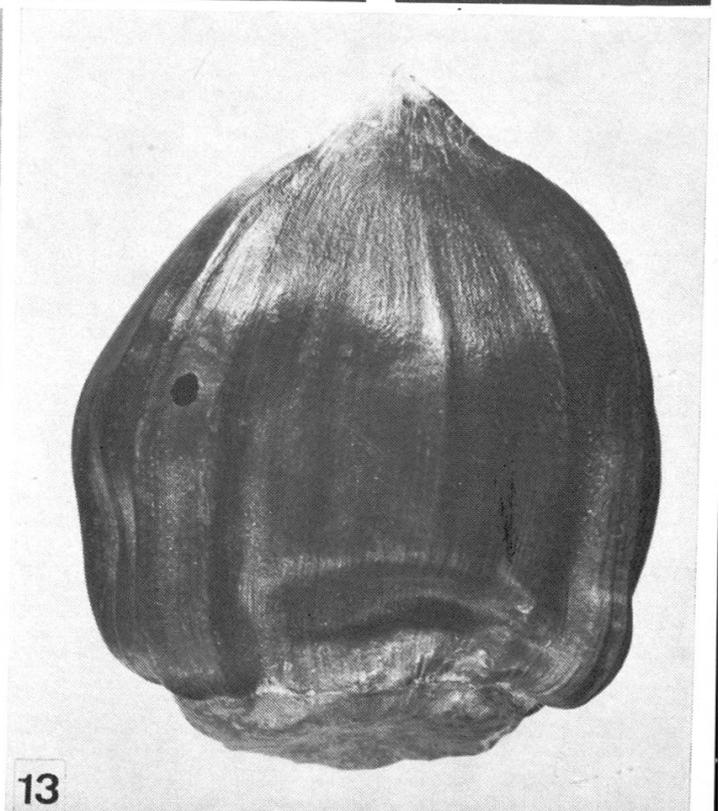
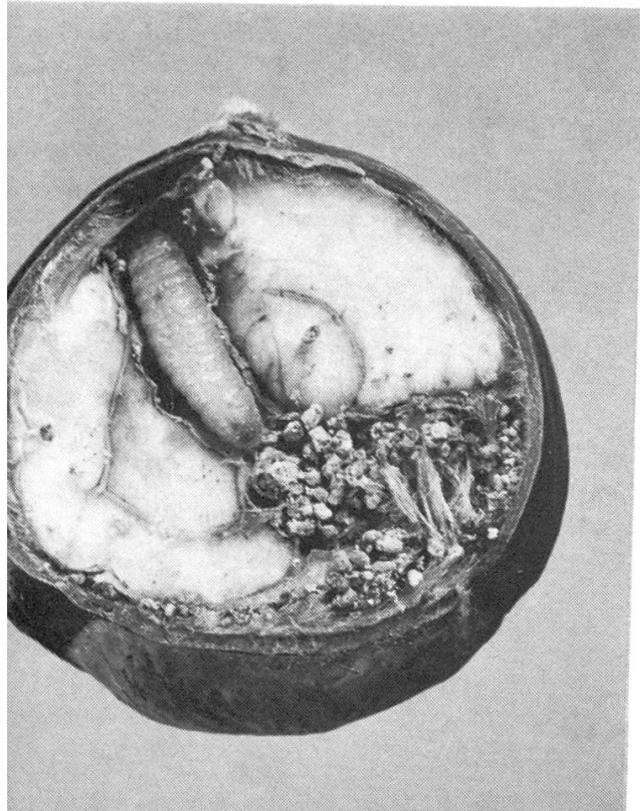
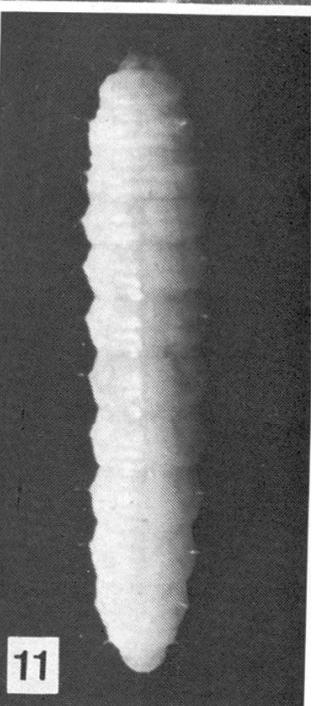
Figure 13. Châtaigne attaquée avec trou de sortie de la chenille et impression basale (gr. 2 fois).



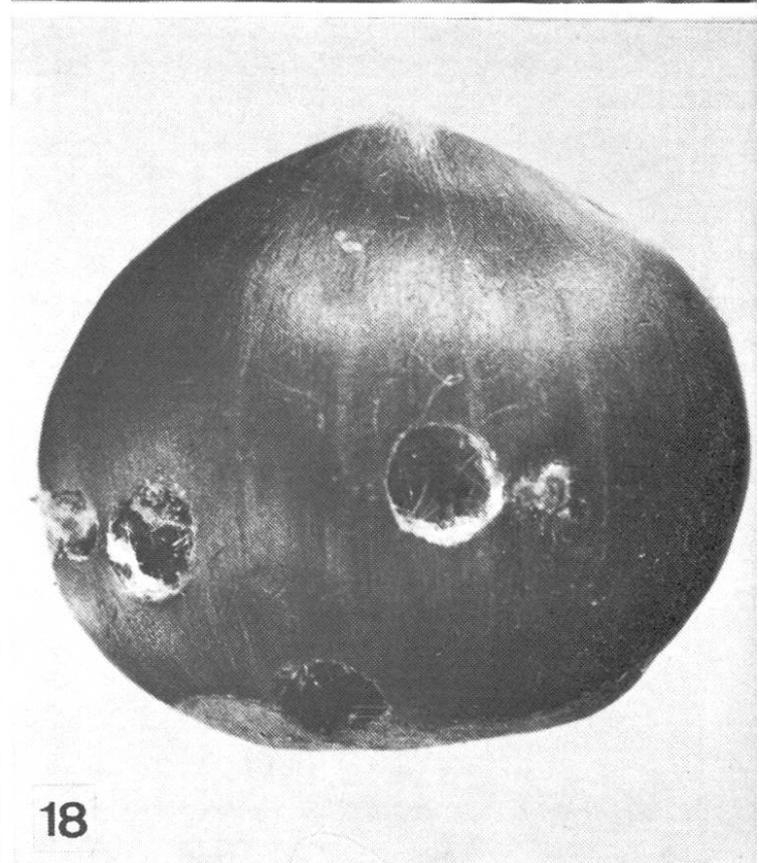
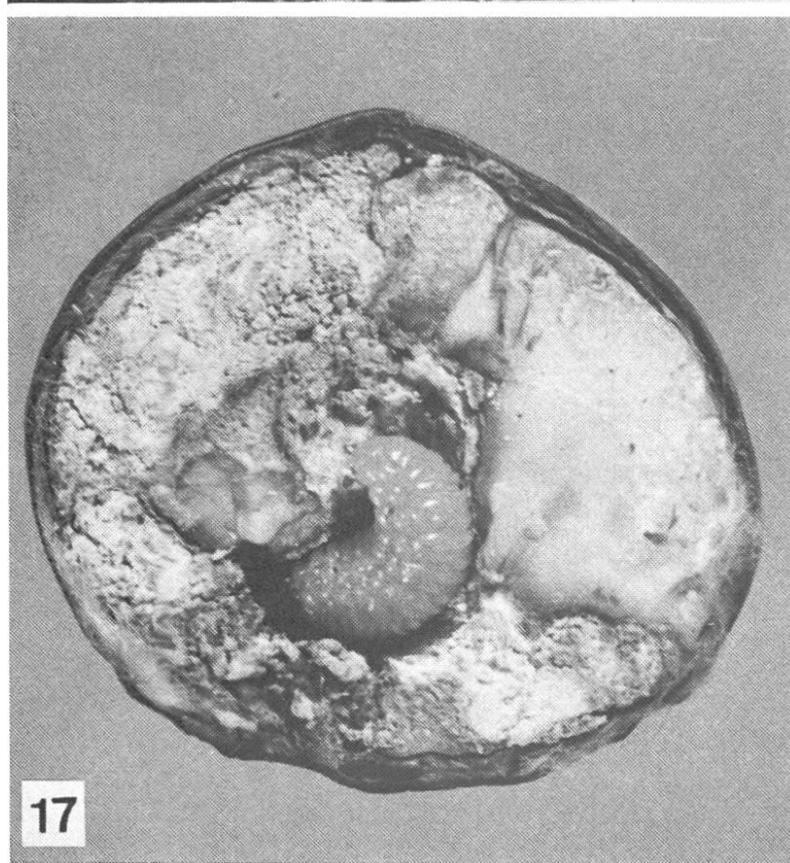
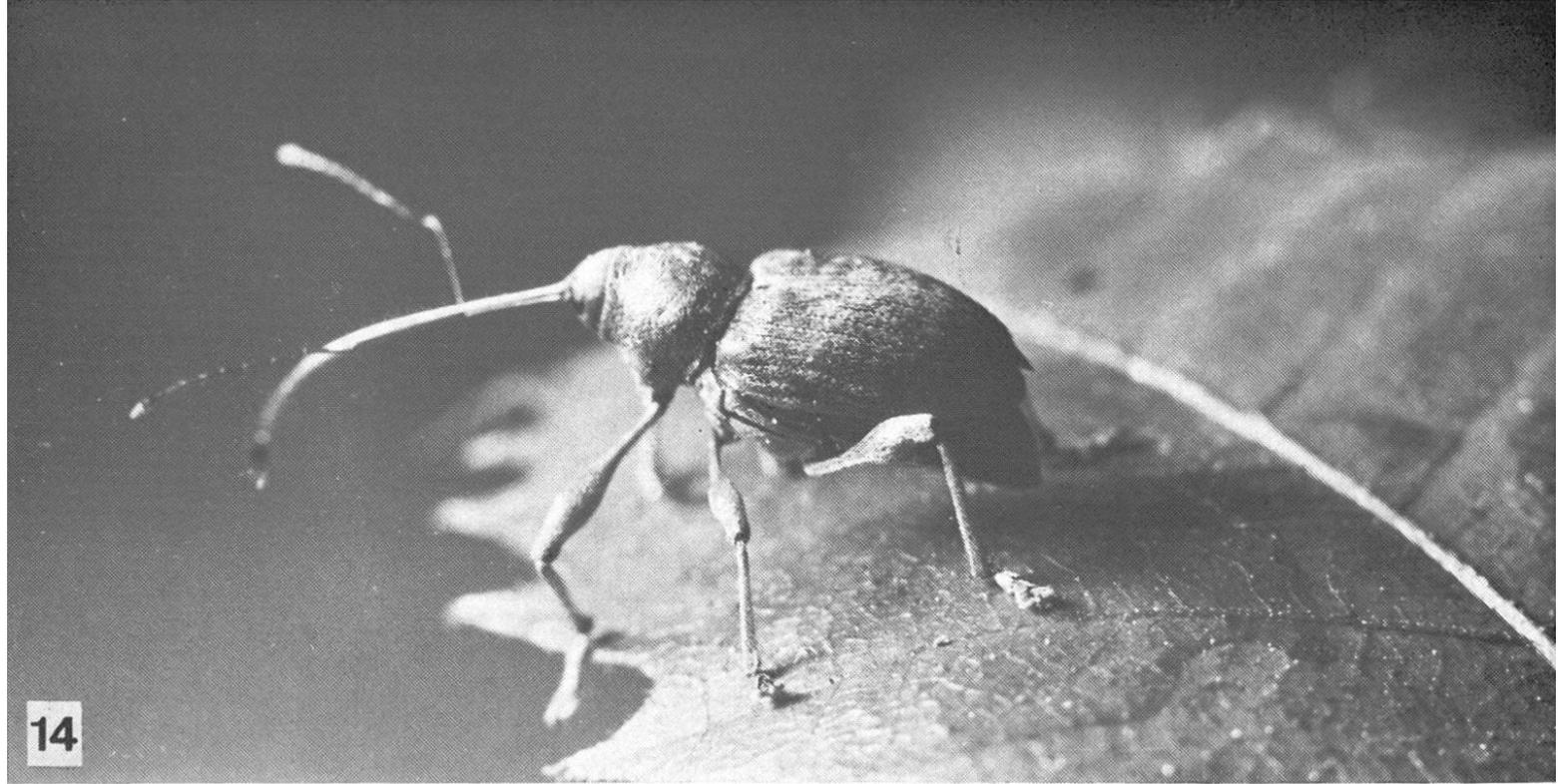
10



11



13



Les premiers individus sont apparus dans les deux stations au milieu d'août, soit environ un mois après la fin du grand vol de *P. fasciana*, à un moment où les châtaignes étaient bien formées dans les cupules dont les dimensions atteignaient 2 à 3 cm de diamètre. Le vol maximum s'est échelonné de mi-août à mi-septembre et les derniers papillons ont été capturés fin septembre, quand les châtaignes, complètement développées, commençaient à se colorer (fig. 19b, voir page 796).

La ponte débute 4 à 5 jours après l'éclosion des femelles et l'accouplement. Dans nos essais, chaque femelle fertile a pondu de 60 à 300 œufs, en moyenne 150, qui furent exclusivement déposés isolément sur les feuilles, en général le long d'une nervure (fig. 10) et toujours au voisinage des fruits.

La durée d'incubation des œufs, variable en fonction de la température, est de 10 à 12 jours dans les conditions du Tessin.

La jeune chenille a un comportement très différent de celui de *P. fasciana*. Dès son éclosion, elle ne se nourrit jamais sur les feuilles, mais recherche une cupule à la base de laquelle elle pénètre directement pour atteindre le hile d'une châtaigne. Elle y creuse, entre ce dernier et la base de la cupule, une galerie de 3 à 15 mm, puis s'introduit dans le fruit où elle effectuera tout son développement. La galerie chemine tout d'abord dans la zone extérieure de l'albumen pour y pénétrer plus profondément au fur et à mesure de la croissance larvaire. Les excréments granulés — en quoi ils se distinguent de ceux de la larve du Balanin, plus fins — ne sont pas rejetés au dehors, mais s'accumulent dans la galerie, derrière la chenille (fig. 12). La présence de légères traces de la galerie initiale sur le hile est, au début, le seul signe de l'attaque par cet insecte. Mais lorsque le dégât est avancé, les fruits infestés se reconnaissent souvent à une impression basilaire, comme s'ils avaient été mordus (fig. 13).

Un fruit peut être infesté par plusieurs chenilles, mais en général une seule parvient à son complet développement. Cet isolement secondaire est le résultat d'une compétition intraspécifique, bien qu'un fruit suffise au développement de 2 à 3 chenilles. Ce curieux comportement se manifeste aussi chez *L. pomonella* où il avait retenu l'attention, au 18<sup>e</sup> siècle, du grand naturaliste Réaumur (Bovey, 1966). Exceptionnellement, lorsqu'elles ne se rencontrent pas, deux chenilles peuvent se développer dans un fruit. Mais il est intéressant de relever que la chenille de *L. splendana*

---

Balanin des châtaignes (*Curculio elephas* Gyll.)

Figures 14 à 16. Femelle adulte sur une feuille, larve et nymphe dans le sol (gr. 7 fois).

Figure 17. Châtaigne attaquée avec une larve à complet développement (gr. 2 fois).

Figure 18. Châtaigne attaquée avec trou de sortie de quatre larves (gr. 2 fois).

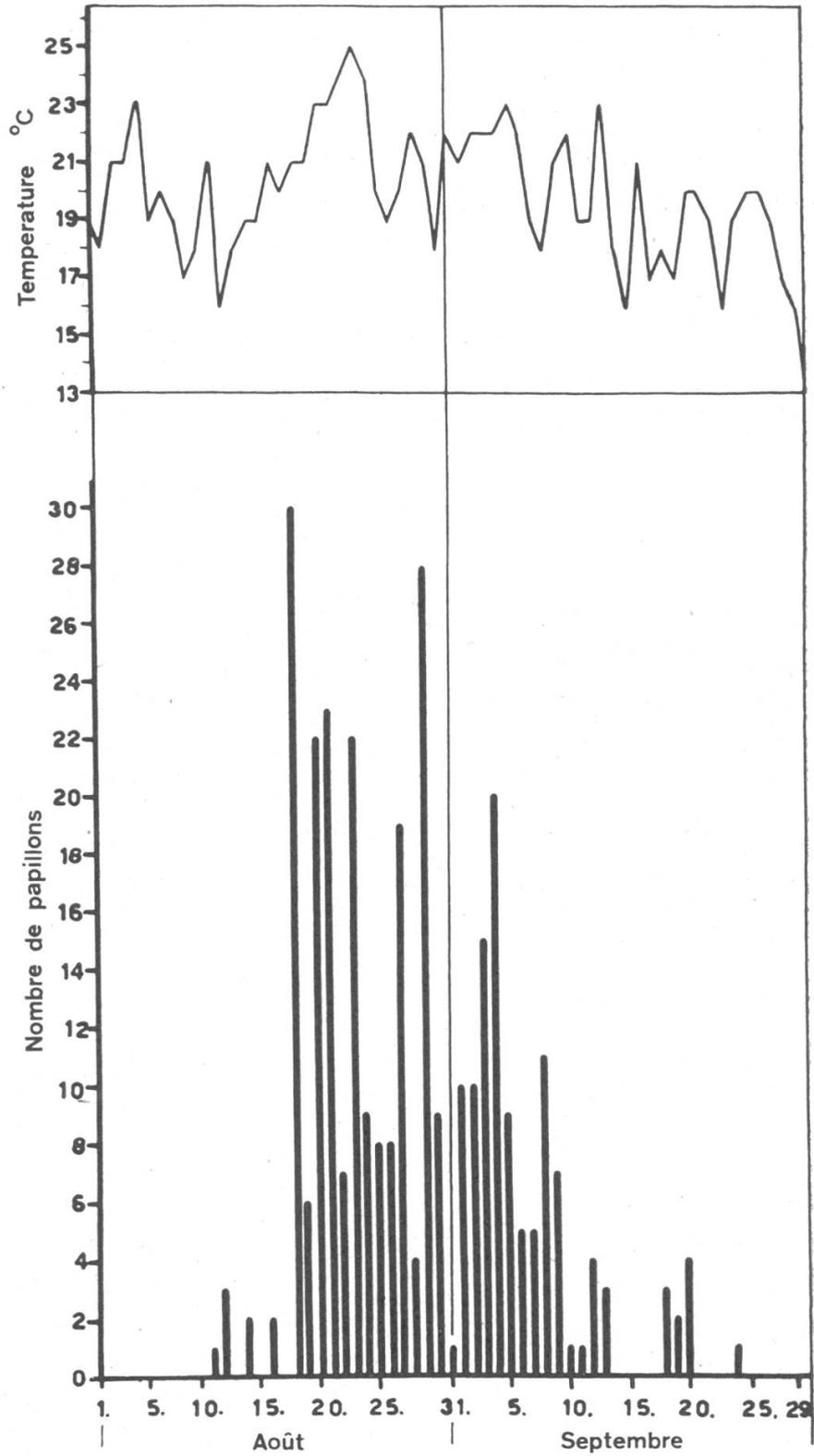


Figure 21. Vol des papillons de *L. splendana* à Ludiano en 1955.

peut poursuivre son développement dans un fruit habité par une ou plusieurs larves de Balanin qu'elle tolère.

La durée totale du développement larvaire varie de 40 à 45 jours et le fruit attaqué tombe généralement à terre avant cette échéance. Peu avant de quitter le fruit encore sur le sol ou dans les entrepôts, la chenille pratique dans son enveloppe un trou de 1,5 mm de diamètre qu'elle obstrue aussitôt d'une toile soyeuse. La sortie, qui survient dans les jours suivants, est une opération laborieuse, le corps de 3 mm de diamètre devant passer au travers de ce minuscule orifice qui a la dimension de la capsule céphalique. Aussitôt hors du fruit, la chenille, mue par un géotropisme positif, cherche à s'enfoncer sous les débris qui recouvrent le sol ou à faible profondeur dans ce dernier pour y tisser un cocon constitué de fils soyeux imprégnés d'une sécrétion qui durcit à l'air et lui confère un aspect parcheminé très caractéristique. Elle y passera l'hiver et le printemps en diapause pour se métamorphoser au début de l'été.

Comme c'est aussi le cas de *P. fasciana* (Müller, 1957), le passage au froid n'est pas indispensable à la rupture de la diapause et, sous trois températures constantes, les durées des divers stades ont pris les valeurs indiquées au tableau 1.

Tableau 1

Temp. °C	Durée en jours du développement:				Total
	embryonnaire	larvaire	de diapause	nymphal	
17,0	14	47	141	28	230
18,8	11	38	114	23	186
20,5	9	32	96	19	156

Au Tessin, les chenilles quittent les fruits de fin septembre à début d'octobre jusqu'en novembre, parfois début de décembre, avec un maximum de sorties durant les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> décades d'octobre. Le parasitisme apparent des chenilles a été reconnu plus faible que chez *P. fasciana*, ce qui est probablement en relation avec leur genre de vie plus caché sous l'enveloppe de la cupule garnie de piquants. On a observé deux espèces seulement, le Braconide *Ascogaster canifrons* Wesm. dont la femelle pond dans l'œuf de son hôte et dont le cycle biologique lui est synchrone, et l'Ichneumonide *Ephialtes calobatus* Grav. La première espèce, la plus importante, a parasité en 1955 au Tessin en moyenne 28 % des chenilles. Par ailleurs, on a noté un très faible parasitisme des œufs par *Trichogramma* sp.

#### 2.4 Le Balanin des châtaignes, *Curculio elephas* Gyll.

(= *Balaninus elephas* Gyll.<sup>5</sup>)

Le Balanin des châtaignes est un élégant coléoptère curculionide de 6 à 10 mm de long, de couleur gris fauve, caractérisé par son arrière-corps cordiforme et par un rostre aussi long que le corps chez la femelle (fig. 14), moitié plus court chez le mâle.

C'est un charançon à affinités méridionales, fréquent et nuisible dans les zones montagneuses de l'Afrique du Nord, en Italie, en Espagne, dans le centre et le sud de la France et dans les Balkans. En Suisse, il est fréquent au Tessin, plus rare en Valais (*Favre*, 1890), mais ne semble jamais y avoir été observé au nord des Alpes (*Linder*, in litt.). Il est par contre signalé d'Allemagne occidentale (*Hoffmann*, 1963). Sa larve vit dans les glands des Chênes à feuilles persistantes et caduques et dans les fruits du Châtaignier où elle provoque souvent de graves dégâts.

Au cours de nos recherches, nous avons surtout visé à apprécier par notre enquête l'importance relative de cette espèce dans les diverses régions de production du Tessin, sans prêter très spécialement attention à sa biologie qui nous est assez bien connue par les travaux de *Colizza* (1929) en Italie — qui en donne par ailleurs une bonne description morphologique — de *Coutin* et *Dussaussoy* (1956) et de *Coutin* (1958, 1960) en France, ainsi que de *Popova* (1960, 1962) en Bulgarie.

*C. elephas* hiverne à l'état larvaire assez profondément dans le sol, à l'intérieur d'une logette confectionnée à même la terre et dont les parois sont enduites d'une sécrétion qui durcit à l'air. Le cycle fondamentale, univoltin, se complique du fait qu'une certaine proportion des larves de chaque génération peut hiverner deux ou trois fois.

La nymphose, très tardive, a lieu au Tessin durant la seconde quinzaine de juillet et le début d'août. La durée de vie de la nymphe y est de 4 à 6 semaines, comme c'est le cas en Bulgarie; par contre, elle est de 10 à 15 jours dans le sud de l'Italie. L'apparition des adultes a lieu ainsi de mi-juin à fin juillet dans les régions méridionales de l'aire, de mi-août à mi-septembre dans ses parties septentrionales (Tessin, Piémont, Cévennes, Bulgarie) (fig. 22) à un moment où les châtaignes encore vertes sont bien formées dans l'involucre (fig. 19, voir page 796).

L'accouplement a lieu aussitôt après l'éclosion et la ponte débute 8 à 10 jours plus tard, soit au Tessin dès fin août / début de septembre, pour se prolonger jusqu'en octobre.

A l'aide de son long rostre, la femelle perce un trou au travers de l'involucre et de l'enveloppe du fruit, le plus souvent dans sa moitié basale

<sup>5</sup> En application stricte des règles de nomenclature, les Balanins doivent être rattachés au genre *Curculio* Linné (1758) qui a la priorité sur *Balaninus* Germar (1817) (*Dieckmann*, 1970).

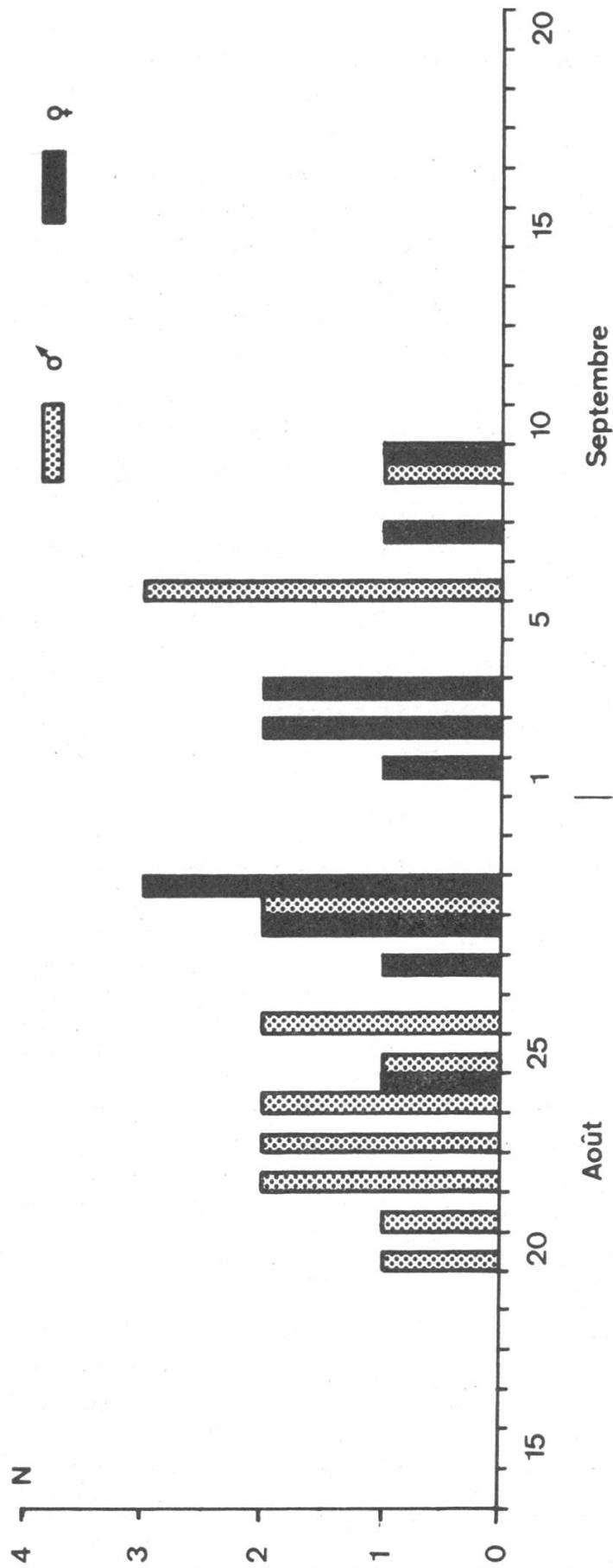


Figure 22. Sortie du sol de 17 ♂♂ et de 14 ♀♀ de *Curculio elephas* issus de 128 larves provenant du Tessin et enfouies dans un grand pot à fleurs rempli de terre fine (mortalité larvaire 77 %; 2 larves sont restées en diapause).

(Coutin, 1956). Elle se retourne ensuite et dépose au travers de cet orifice un œuf, rarement 2 ou 3, dans une petite cavité à même la couche externe de l'albumen.

En captivité, la longévité des deux sexes est de 20 à 30 jours et la période de préoviposition des femelles implique une nutrition nécessaire à la maturation des premiers œufs. La ponte d'une femelle, qui dépose de 25 à 50 œufs, s'échelonne durant 15 à 20 jours (Coutin, 1958). Dans la nature, l'incubation des œufs varie en fonction des conditions locales de température, de 5 à 8 jours (Colizza, Italie méridionale) à 15 à 20 jours (Coutin, Cévennes).

L'œuf, sub-ovale, blanc et lisse, mesure 0,4 à 0,5 mm de long. La larve eucéphale, apode et arquée passe par 4 stades pour atteindre 7 à 12 mm à son complet développement (fig. 15).

Si chaque femelle ne dépose normalement qu'un œuf par fruit, plusieurs femelles peuvent infester un même fruit. Comme les larves de Balanin n'entrent pas en compétition, à l'instar des chenilles de *L. splendana*, on peut en observer plusieurs dans une châtaigne, jusqu'à 8 à 10 selon Colizza, parfois en compagnie d'une chenille du Carpocapse. C'est ainsi que l'examen de 223 fruits infestés récoltés à Verscio en 1954 a donné les résultats indiqués au tableau 2.

Tableau 2

<i>Fruits attaqués par:</i>	<i>N. de fruits</i>	<i>Fruits attaqués par:</i>	<i>N. de fruits</i>
1 Balanin	95	1 Balanin, 1 Carpocapse	12
2 Balanins	74	2 Balanins, 1 Carpocapse	5
3 Balanins	23	3 Balanins, 1 Carpocapse	1
4 Balanins	5	4 Balanins, 1 Carpocapse	1
5 Balanins	1	1 Carpocapse	5
		2 Carpocapses	1

La durée du développement larvaire est d'environ 40 jours et la sortie des larves de fruits qui se trouvent sur le sol ou déjà dans les entrepôts s'échelonne, au Tessin, du début d'octobre à la fin de novembre, avec un maximum durant la seconde quinzaine d'octobre.

Les fruits attaqués par le Balanin conservent leur forme, si bien que rien ne trahit, avant sa sortie, la présence d'une larve si ce n'est la minuscule cicatrice du trou de ponte. Après cette sortie, ils se reconnaissent facilement de ceux qui ont été habités par la chenille du Carpocapse à la présence, à l'intérieur des galeries, d'excréments très fins et au trou de sortie beaucoup plus gros (3 à 4 mm) (fig. 17 et 18). Immédiatement après leur sortie, les larves, mues par un géotropisme positif, s'enfoncent dans le sol pour y confectionner la logette d'hibernation et de nymphose à une profondeur de 10 à 70 cm, suivant la compacité du terrain.

La figure 23 rend compte des résultats inédits d'une expérience réa-

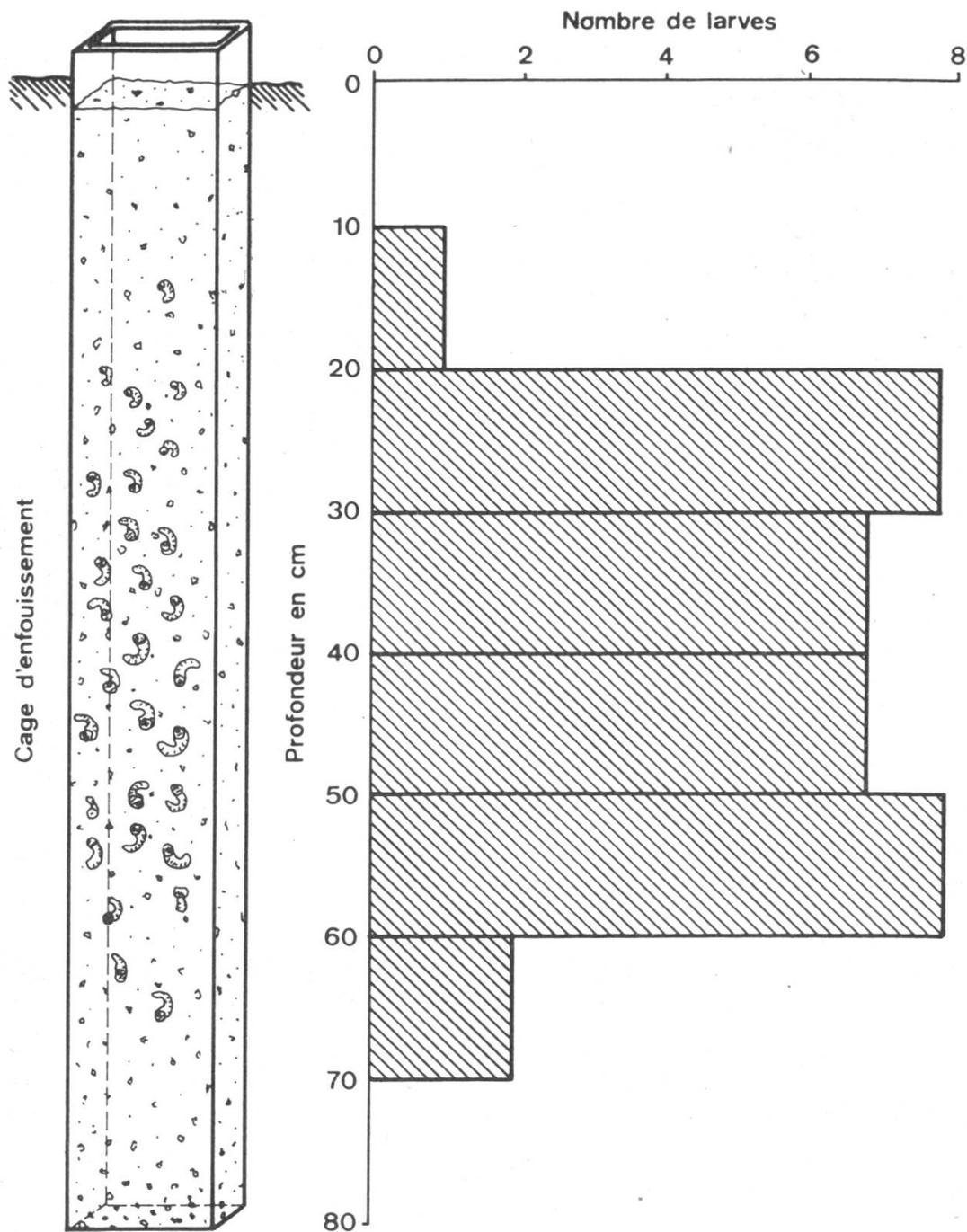


Figure 23. Profondeurs d'enfouissement de 33 larves de *C. elephas* déposées à leur sortie de châtaignes véreuses à la surface de la terre fine qui remplissait la cage représentée à gauche.

lisée en 1943 par le premier auteur, laquelle a consisté à laisser s'enfourer le 2 novembre, dans une caisse allongée en bois (75 x 10 x 6 cm) remplie de terre de jardin et enfouie dans du sable humide, un lot de 37 larves de *B. elephas* dès leur sortie des fruits. 33 larves ont été retrouvées le 10 décembre dans leur logette de nymphose à des profondeurs variant de 10 à 70 cm, la majorité d'entre elles dans la zone comprise entre 20 et 60 cm.

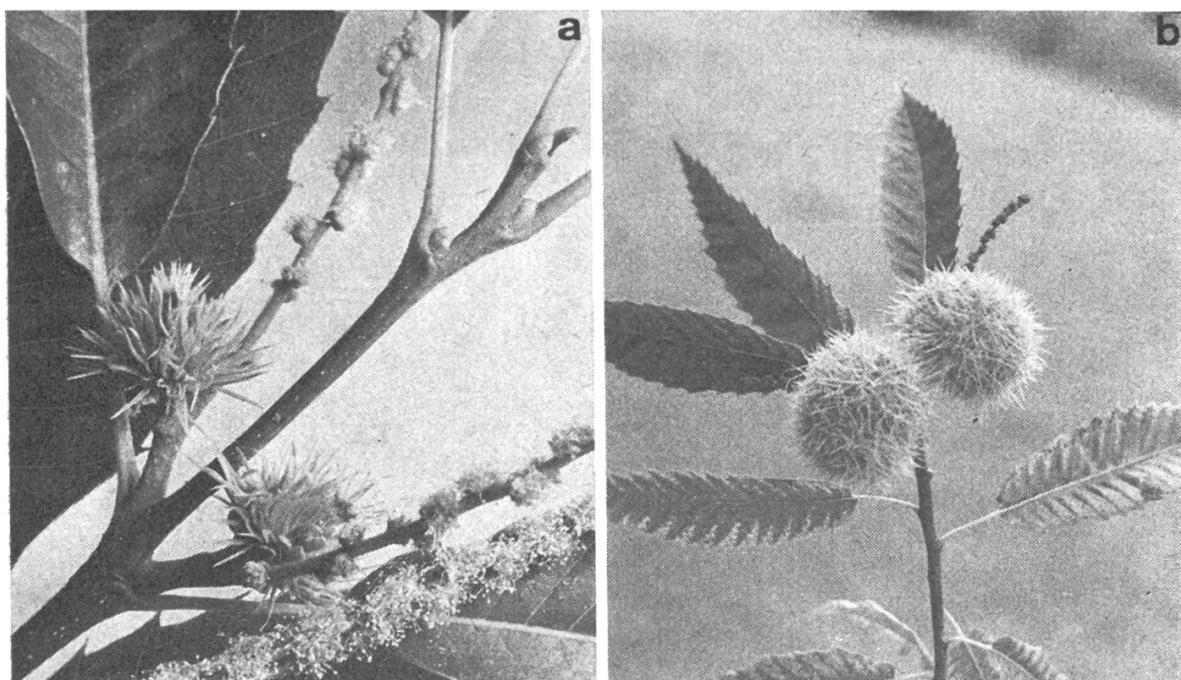


Figure 19. Stades phénologiques du Châtaignier: a) au moment du vol et de la ponte de *P. fasciana* (gr. nat.); b) au moment du vol et de la ponte de *L. splendana* et *C. elephas* (réd. 2,4 fois).

Colizza (1929) indique 30 à 40 cm comme profondeur de l'enfouissement des larves.

Si la majorité des larves subissent leur nymphose l'année suivante, une proportion variable, mais souvent appréciable, reste en diapause dans le sol pour y subir deux, trois, voire même quatre hibernations, ainsi que l'a clairement montré Coutin (1961). Les résultats de deux expériences qui ont consisté à contrôler la sortie des adultes issus d'un nombre déterminé de larves enfouies dans le sol en 1956, sous des conditions en empêchant toute réinfestation, sont mentionnés au tableau 3.

Tableau 3

Larves enfouies en octobre 1956	Sorties d'adultes:			Proportion de survivants
	1957	1958	1959	
6000	859	442	27	12 22 %
2000	638	309	16	2 48 %

(D'après Coutin, 1961)

Cette possibilité d'hivernations multiples joue certainement un rôle dans la dynamique des populations de l'espèce.

Les intéressantes recherches de Coutin et Dussaussoy (1956) dans les Cévennes ont par ailleurs clairement mis en évidence que les possibilités de ponte sont étroitement dépendantes de la structure du revêtement épineux de la cupule. Cela ressort à la fois d'observations dans la nature sur le degré d'infestation de trois variétés et d'expériences en cages d'élevage.

Dans la variété «Bourgeois», dont les cupules portent des aiguillons divergents et clairsemés et présentent quatre bandes inermes, les auteurs ont constaté une infestation de 90 %. Cette dernière fut de 65 % sur la variété «Coutinelle» dont les aiguillons divergents sont ramifiés à la base et recouvrent les bandes inermes et de 2 % seulement sur la variété «Marron du Gard» dont les aiguillons «très serrés comportent un feutrage sous-jacent de piquants plus courts au niveau des bases des grands aiguillons». Par ailleurs, après suppression des aiguillons sur tout ou partie de l'involucre, les pontes se font de préférence sur les zones dénudées. Ces constatations ont été confirmées en Bulgarie par *Petrova* (1960) qui relève que deux des huit variétés locales ont présenté une résistance complète. Nous avons affaire ici à un intéressant cas de résistance qui relève de facteurs mécaniques et la sélection de variétés avec cupule munie d'aiguillons denses et divariqués contribuerait à une sérieuse limitation des dégâts du Balanin. A ce propos, *Hoffmann* (1963) note qu'au «cours de l'opération de forage, ce n'est pas le rostre qui pénètre difficilement dans les fruits très épineux, mais l'ovipositeur qui ne peut s'en approcher suffisamment pour l'introduction des œufs».

### 3. Enquête sur l'importance économique des insectes des châtaignes au Tessin

#### 3.1 Généralités

Avant de songer à des mesures de lutte pour lesquelles ces recherches avaient été sollicitées, il était indispensable de connaître, dans les diverses régions de production de la châtaigne, l'importance relative des trois ravageurs qui y sont à l'œuvre.

Il ne pouvait être question de recourir à un échantillonnage unique des fruits mûrs tel que l'a pratiqué *Russo* (1947) en Italie. *P. fasciana* opérant ses dégâts au début de la période de développement des fruits, il était indispensable de trouver une méthode permettant de rapporter les dégâts à l'ensemble de la production des fruits.

Comme l'on ne disposait d'aucune expérience pour une enquête statistique de ce genre, les échantillonnages effectués en 1953 et 1954 avaient surtout pour objet de rechercher la méthode qui apparaissait susceptible de donner une image représentative des populations des trois espèces nuisibles et de leur répartition dans les châtaigneraies tessinoises. Le procédé adopté au début a consisté à contrôler dans chaque station, à intervalles de 10 à 15 jours, dès le début de la chute des bogues, tous les fruits tombés sur une surface déterminée choisie au hasard sous la couronne de l'arbre.

En 1953, les contrôles furent effectués dans 7 communes, à savoir 3 du Sopraceneri (Ludiano, Moghegno et Camorino) et 4 du Sottoceneri (Aranno, Davesco, Vernate et Caneggio), à raison de 6 à 8 arbres par localité.

Sous chaque arbre échantillonné, choisi au hasard, on a procédé au ramassage des fruits sur deux surfaces de 10 m<sup>2</sup>, la première constituée par un cercle, la seconde par un anneau correspondant autour de ce cercle.

En 1954, les contrôles ont été faits à raison de huit arbres par station dans les neuf localités suivantes: Ludiano, Personico, Osogna, Moghegno, Golino, Camorino (Sopraceneri), Davesco, Vernate et Caneggio (Sottoceneri). L'expérience de 1953 ayant montré qu'une surface plus restreinte sous chaque arbre suffisait, l'échantillonnage a été fait sur trois cercles de 1 m<sup>2</sup> de surface, choisis pour chaque arbre dans différentes directions et à différentes distances du tronc.

Les résultats de 1953 et 1954, ainsi que l'examen des moyens disponibles, ont servi de base à l'élaboration du plan d'échantillonnage pour 1955 et 1956. L'analyse des données acquises a permis de constater qu'il était préférable de se limiter à une surface de 1 m<sup>2</sup> par arbre et de multiplier le nombre des stations.

Tenant compte de ces constatations et de notre désir d'obtenir une vue d'ensemble de la situation dans le canton du Tessin, nous avons procédé à un échantillonnage des fruits tombés dans les 116 communes qui possédaient plus de 2000 châtaigniers en production, à raison de 1 m<sup>2</sup> par commune sous un arbre en production choisi au hasard.

Dans les neuf communes échantillonnées en 1954, on a procédé à des contrôles réguliers tous les dix à quinze jours, depuis la chute des premières bogues jusqu'à celle des derniers fruits; dans les 107 autres communes, à un seul contrôle, à la fin de la saison, sous des arbres où la récolte n'avait pas été faite. Il s'est avéré dans ce dernier cas que l'examen des bogues et des fruits ramassés sur la surface d'échantillonnage permettait d'apprécier avec une approximation suffisante l'ensemble des dégâts, ainsi que ceux de chaque espèce.

### *3.2 Evaluation du dégât moyen et de l'erreur-type correspondante*

Les échantillonnages doivent rendre compte de l'importance des dégâts causés par les divers ravageurs des châtaignes, plus précisément permettre d'établir quelle est en moyenne la proportion des châtaignes attaquées par chacun de ces ravageurs.

Nous donnons ci-après les formules à l'aide desquelles le dégât moyen et l'erreur-type correspondante ont été calculés. Pour cela, nous partons du plan d'échantillonnage tel qu'il a été envisagé en 1953 et 1954.

Ce plan d'échantillonnage a été conçu de façon que dans l'ensemble des communes considérées (ensemble de base), à savoir celles comptant plus de 2000 châtaigniers, un certain nombre d'arbres soient échantillonnés. Dans chacune de ces communes, on a donc choisi au hasard un nombre déterminé de châtaigniers sous chacun desquels les châtaignes ont été

récoltées et examinées sur une surface circulaire déterminée. Il s'agit donc d'un plan d'échantillonnage à plusieurs degrés; les communes constituent le premier degré, les arbres le second et les cercles le troisième.

Pour l'interprétation des résultats, nous admettons que le nombre total des arbres varie peu d'une commune à l'autre, de même que celui de la surface de projection des arbres. Il n'en est certainement pas ainsi, mais il ne serait pas simple d'établir les données pour un calcul plus exact.

Nous introduisons les désignations suivantes:

	Ensemble de base	Echantillons
Nombre de communes	N	n
Arbres par commune	M	m
Cercle sous les arbres	K	k

L'unité d'échantillonnage est le cercle. Il y a ainsi NMK cercles dans l'ensemble de base et nmk dans l'échantillon.

Soit dans la commune h, sous l'arbre j un cercle échantillonné désigné par l'index i, nous aurons:

$x_{hji}$	= Nombre total des châtaignes récoltées	} dans la commune h, sous l'arbre j, sur le cercle i.
$y_{hji}$	= Nombre de châtaignes atteintes	

L'estimation de la proportion moyenne des châtaignes atteintes, désignée par a, est simplement le rapport de la somme de tous les y sur la somme de tous les x, si l'on s'en tient à la supposition formulée plus haut. Nous aurons alors:

$$a = \frac{\sum_h \sum_j \sum_i y_{hji}}{\sum_h \sum_j \sum_i x_{hji}} \quad (1)$$

L'estimation a de la proportion des châtaignes atteintes est grevée d'une erreur d'échantillonnage qui peut être exprimée par l'erreur-type (ET). Cette erreur dépend d'une part des rapports n/N, m/M et k/K, d'autre part aussi de la variabilité des y et des x entre communes, entre arbres au sein des communes et entre les cercles échantillonnés d'un même arbre.

On détermine au mieux cette variabilité au moyen de l'analyse de variance selon le tableau 4, dans lequel sont utilisées les abréviations suivantes:

- SC = Somme des carrés
- SP = Somme des produits
- CM = Carré moyen
- PM = Produit moyen

Tableau 4

Variabilité entre	Degré de liberté	SC (y)	SP (y, x)	SC (x)	CM (y)	PM (y, x)	CM (x)
Communes	n-1	...	...	...	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>
Arbres dans les communes	n(m-1)	...	...	...	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Cercles sous les arbres	nm(k-1)	...	...	...	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Total	nmk-1	...	...	...	...	...	...

Pour les détails de l'analyse de variance nous renvoyons à *Linder* (1964).

Trois variances  $s_G^2$ ,  $s_B^2$  et  $s_F^2$  sont ainsi calculées selon les formules:

$$s_G^2 = G_1 - 2a G_2 + a^2 G_3 \quad (2)$$

$$s_B^2 = B_1 - 2a B_2 + a^2 B_3 \quad (3)$$

$$s_F^2 = F_1 - 2a F_2 + a^2 F_3 \quad (4)$$

dans lesquelles a est calculé d'après la formule (1).

L'erreur-type ET (a) est finalement calculée d'après la formule:

$$V(a) = (ET[a])^2 = \frac{n \cdot m \cdot k}{(SSS_{x_{hji}})^2} \frac{N-n}{N} s_G^2 + \frac{n}{N} \frac{M-m}{M} s_B^2 + \frac{n}{N} \frac{m}{M} \frac{K-k}{K} s_F^2 \quad (5)$$

Pour les échantillonnages des années 1953 et 1954, a et ET (a) ont été calculés d'après les formules (1) à (5).

Au cours des années 1955 et 1956, où l'on a adopté un programme réduit d'échantillonnage en ne choisissant au hasard qu'un arbre par commune et sous cet arbre un seul cercle, l'analyse de variance se trouve donc réduite à une seule ligne «entre communes». On n'a ainsi à considérer que  $s_G^2$  et si l'on néglige  $(N-1)/N$ , la formule (5) devient:

$$V(a) = (ET[a])^2 \frac{n}{(S_{x_j})^2} s_G^2 \quad (6)$$

Nous renvoyons à *Cochran* (1963) pour la justification des formules (1) à (6). Nous avons adopté la terminologie utilisée dans la traduction française du traité de *Yates* (1949).

### 3.3 Résultats des échantillonnages

Pour l'ensemble du canton, les dégâts moyens (a) de chaque espèce, exprimés en % des fruits produits avec l'erreur-type correspondante

(ET [a]), figurent dans le tableau 5 où l'on a séparé, pour les années 1955 et 1956, ceux des stations du Sopra- et du Sottoceneri:

Tableau 5

Année	Sopraceneri		Sottoceneri		Canton Tessin	
	a	ET(a)	a	ET(a)	a	ET(a)
<i>Pammene fasciana</i>						
1953	...	...	...	...	9.1	1.6
1954	...	...	...	...	16.3	6.0
1955	2.2	1.1	11.2	1.3	6.8	1.0
1956	0.8	0.5	9.2	0.8	5.0	0.6
<i>Laspeyresia splendana</i>						
1953	...	...	...	...	11.8	1.9
1954	...	...	...	...	18.7	3.7
1955	34.8	2.0	30.2	1.6	32.4	1.3
1956	30.6	1.9	31.9	1.4	31.3	1.2
<i>Curculio elephas</i>						
1953	...	...	...	...	7.2	1.2
1954	...	...	...	...	5.1	1.0
1955	13.2	1.8	11.7	1.1	12.5	1.0
1956	11.0	1.5	9.7	1.2	10.4	0.9

Nous faisons par ailleurs figurer dans le tableau 6 les résultats en valeur absolue des échantillonnages dans les 6 et 9 communes où ils ont été effectués de façon échelonnée et chaque année, respectivement de 1953 à 1956 et de 1954 à 1956.

Quant aux résultats globaux obtenus en 1955 et 1956 dans les 116 communes, ils sont reproduits sous forme graphique dans les six cartes des figures 25 à 30.<sup>6</sup>

Ces échantillonnages mettent en évidence un ensemble de faits intéressants, en ce qui concerne la répartition et l'importance relative au Tessin des trois espèces étudiées, que nous pouvons résumer comme suit:

#### a) *Pammene fasciana*

Alors que les deux autres espèces apparaissent plus ou moins nuisibles dans l'ensemble des châtaigneraies tessinoises, *P. fasciana* y est très irrégulièrement répartie. Considérée jusqu'alors comme une tordeuse sans importance économique, elle est apparue relativement abondante dans

<sup>6</sup> Pour *P. fasciana*, la proportion des fruits véreux est exprimée en fonction de la proportion des bogues attaquées, en admettant, cas le plus courant, que chacune forme deux fruits normaux. Pour *L. splendana* et *C. elephas*, il est basé sur l'examen de la totalité des fruits mûrs.

Tableau 6

Communes	Nombre châtaignes examinées	% de châtaignes attaquées				moyenne
		1953	1954	1955	1956	
<i>par Pammene fasciana</i>						
Sopraceneri						
Ludiano	340	18	26	30	20	25
Personico	183	—	0	0	0	0
Osogna	153	—	7	0	2	1
Moghegno	331	0	1	0	0	0
Golino	188	—	0	0	0	0
Camorino	323	8	5	2	0	4
Sottoceneri						
Davesco	253	10	34	17	15	17
Vernate	333	11	38	15	13	18
Caneggio	277	4	24	16	21	16
<i>par Laspeyresia splendana</i>						
Sopraceneri						
Ludiano	340	8	12	28	26	23
Personico	183	—	38	42	54	46
Osogna	153	—	30	27	35	30
Moghegno	331	9	6	24	29	21
Golino	188	—	10	31	24	23
Camorino	323	8	27	30	29	21
Sottoceneri						
Davesco	253	22	31	29	28	28
Vernate	333	13	15	29	23	22
Caneggio	277	15	26	20	22	21
<i>par Curculio elephas</i>						
Sopraceneri						
Ludiano	340	2	1	2	1	2
Personico	183	—	9	15	19	15
Osogna	153	—	11	24	14	20
Moghegno	331	3	5	4	8	4
Golino	188	—	3	13	4	9
Camorino	323	5	9	17	29	14
Sottoceneri						
Davesco	253	11	5	10	10	9
Vernate	333	9	3	10	6	7
Caneggio	277	11	9	9	8	8
<i>total</i>						
Sopraceneri						
Ludiano	340	28	39	60	47	50
Personico	183	—	47	57	73	61
Osogna	153	—	48	51	51	51
Moghegno	331	12	12	28	37	25
Golino	188	—	13	44	28	32
Camorino	323	21	41	49	58	39
Sottoceneri						
Davesco	253	43	70	56	53	54
Vernate	333	33	56	54	42	47
Caneggio	277	30	59	45	51	45

— = pas d'échantillonnage

le Sottoceneri où sa chenille a détruit en moyenne, en 1955 et 1956, environ 10 % de la récolte, cette proportion pouvant atteindre localement 20 à 30 %. Des variations d'assez grande amplitude ont été enregistrées tant en 1955 qu'en 1956, lesquelles tiennent d'une part à la nature de l'échantillonnage, insuffisant pour permettre des comparaisons d'une commune à l'autre, mais sans doute aussi à des facteurs climatologiques locaux. Sur les échantillons des 58 communes de la région, la présence de l'insecte a été constatée dans ceux de 47 (1955) et 53 (1956) d'entre eux; localement, on a enregistré en plusieurs localités une proportion de dégâts supérieure à 20 %, dans un cas de 45 % (fig. 25 et 26).

Au contraire, dans le Sopraceneri, où l'échantillonnage a été effectué également dans 58 communes, l'espèce a été absente dans les échantillons de 42 (1955) et 50 (1956) d'entre elles, très peu abondante dans 14 (1955) et 6 (1956) communes avec des dégâts de l'ordre de 1 à 5 %, tandis que deux communes connues par leur climat privilégié font exception. Il s'agit de Ludiano et Semione dans le Val Blenio, avec des % de dégâts, respectivement et pour les deux années successives, de 30 et 20 % et de 21 et 7 %.<sup>7</sup>

Si en 1953 et 1954, la proportion moyenne des dégâts pour l'ensemble du canton est supérieure à celle des années 1955 et 1956, cela tient au fait que les échantillonnages n'y ont concerné que 7 communes choisies pour des raisons de commodité et certainement non représentatives de l'ensemble du canton.

L'abondance relative de *P. fasciana* dans le sud du Tessin semble montrer que nous avons affaire à une espèce qui trouve les conditions les plus favorables à sa multiplication dans les régions méridionales de son aire de répartition. *Mirigliano*, cité par *Silvestri* (1943), l'a observée comme hôte des châtaignes dans le sud de l'Italie. Elle est certainement nuisible dans une grande partie de ce pays où son importance économique a passé inaperçue en raison de sa biologie particulière et de l'absence d'une enquête conduite sur une base comparable à la nôtre.<sup>8</sup>

A cet égard, il est intéressant de relever qu'à la suite de nos observations au Tessin, la présence de cette tordeuse a été constatée sur les contreforts méridionaux et orientaux des Cévennes où sa chenille a causé

<sup>7</sup> *P. fasciana*, dont l'aire remonte jusqu'au nord de l'Europe, est très vraisemblablement répandue dans toutes les châtaigneraies tessinoises. Son absence dans les échantillons de nombreuses communes du Sopraceneri tient sans doute à sa moindre abondance dans cette région, laquelle y limite les chances de la trouver dans l'unique échantillon de chaque localité.

<sup>8</sup> Dans son «Compendio di entomologia applicata», volume II, *Silvestri* (1943) reproduit page 433 deux figures empruntées à *Cecconi* (1924), de dégâts sur châtaignes attribués à *L. splendana*, lesquels sont manifestement ceux de chenilles de *P. fasciana*.

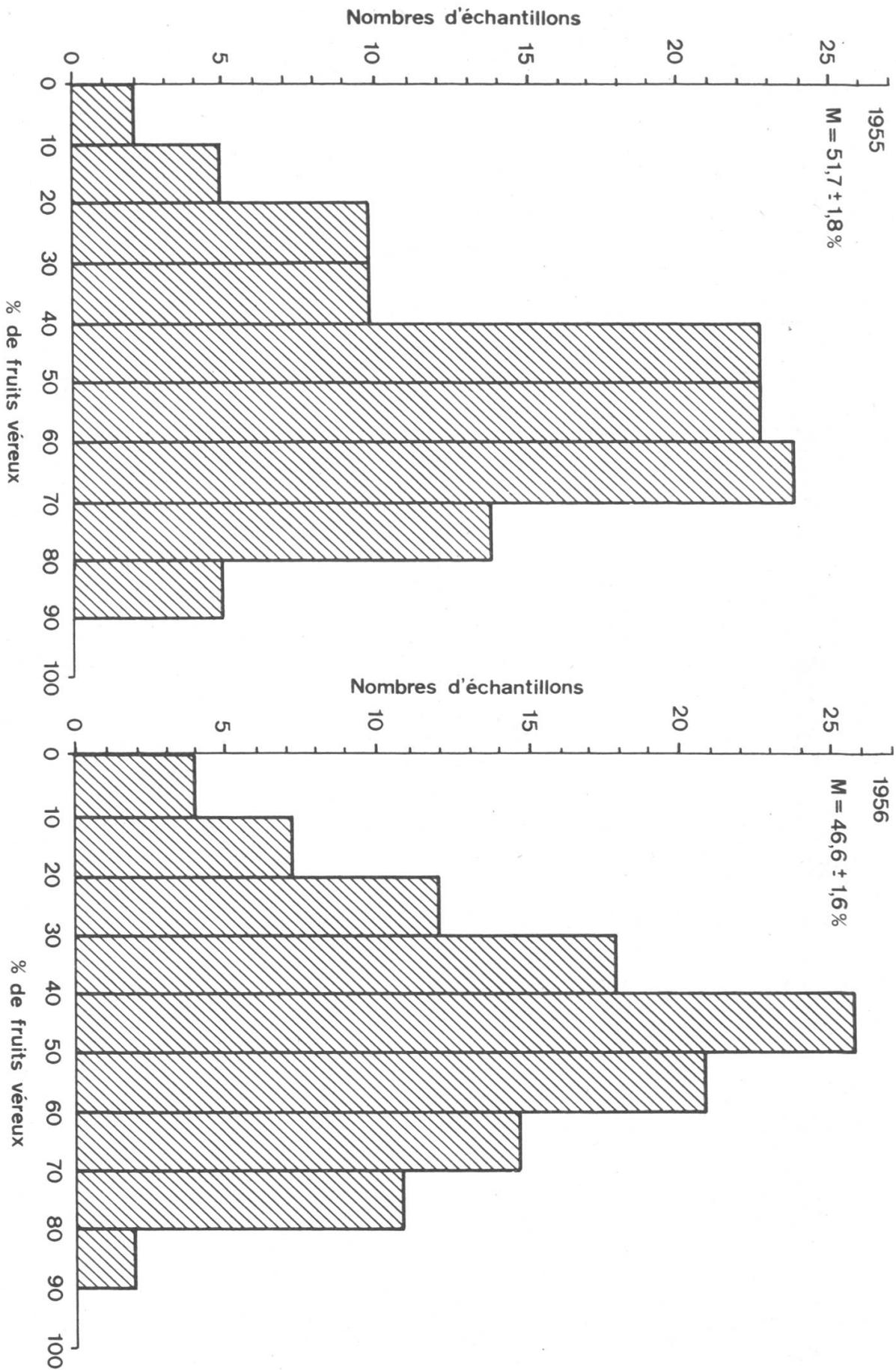
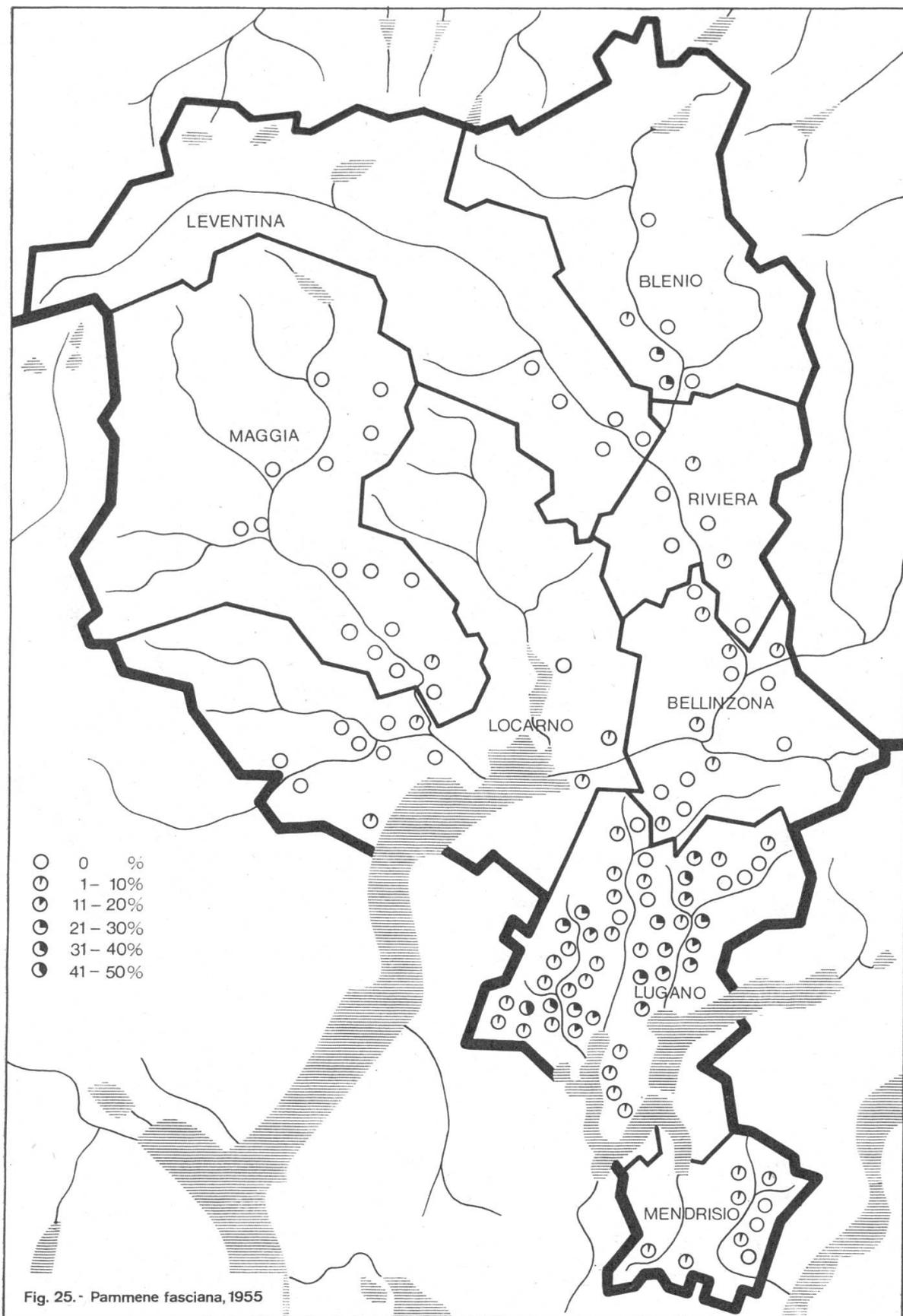


Figure 24. Distribution des dégâts des échantillons des 116 communes tessinoises soumises à l'enquête en 1955 et 1956.



Figures 25 à 30. Importance des dégâts de chacune des trois espèces nuisibles dans les échantillons des 116 communes soumises à l'enquête en 1955 et 1956.

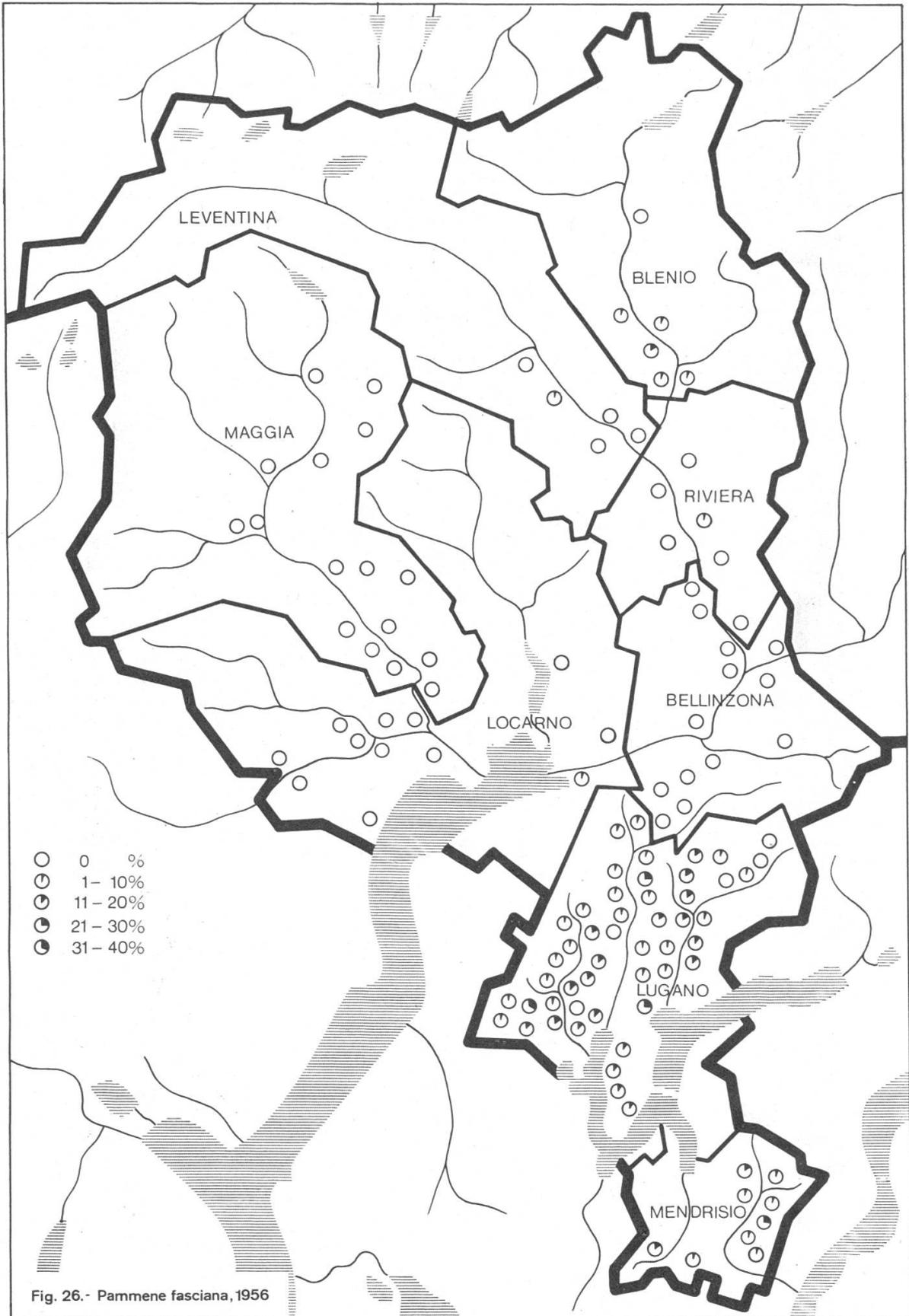


Fig. 26.- Pammene fasciana, 1956

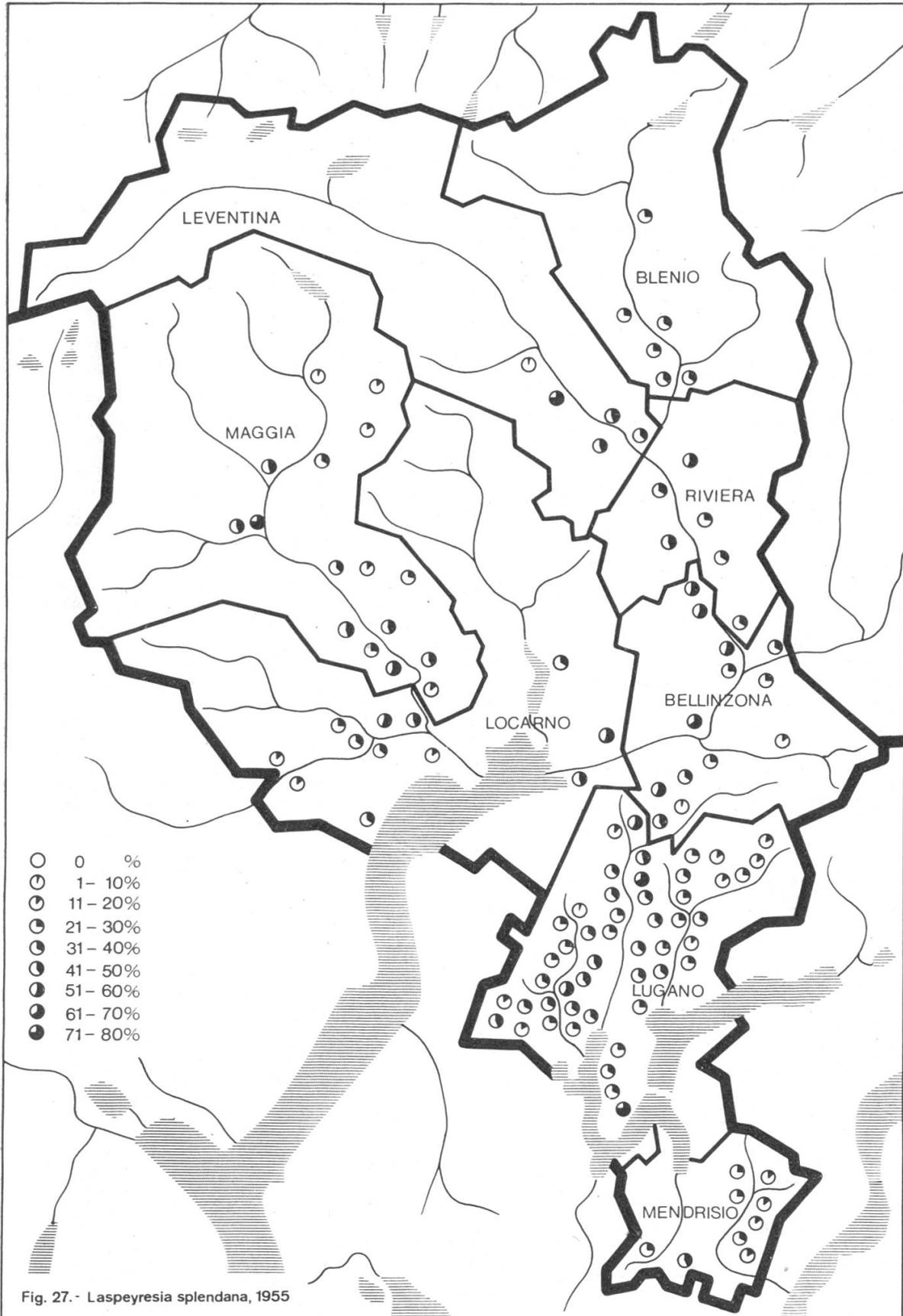


Fig. 27. - *Laspeyresia splendana*, 1955

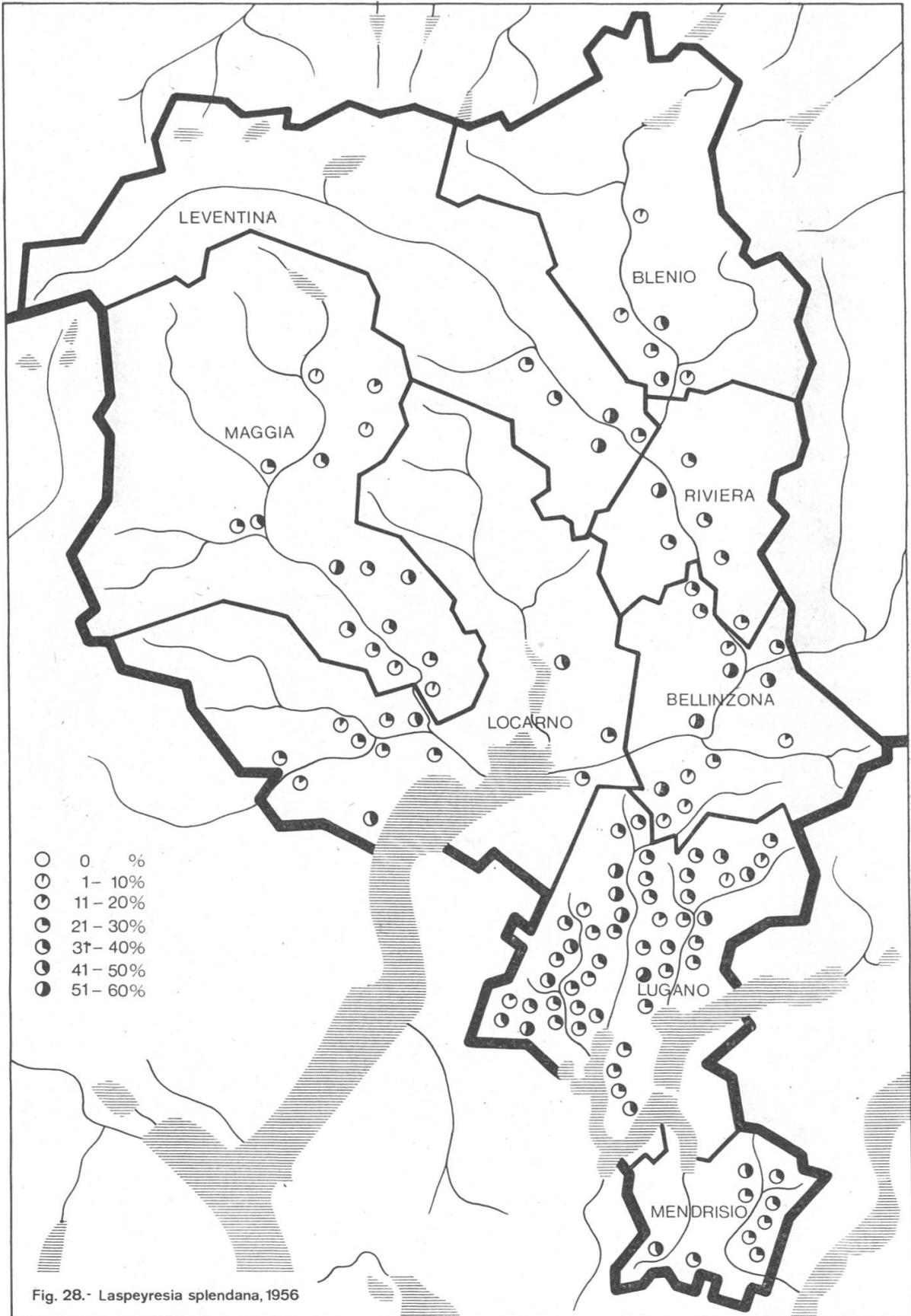


Fig. 28.- *Laspeyresia splendana*, 1956

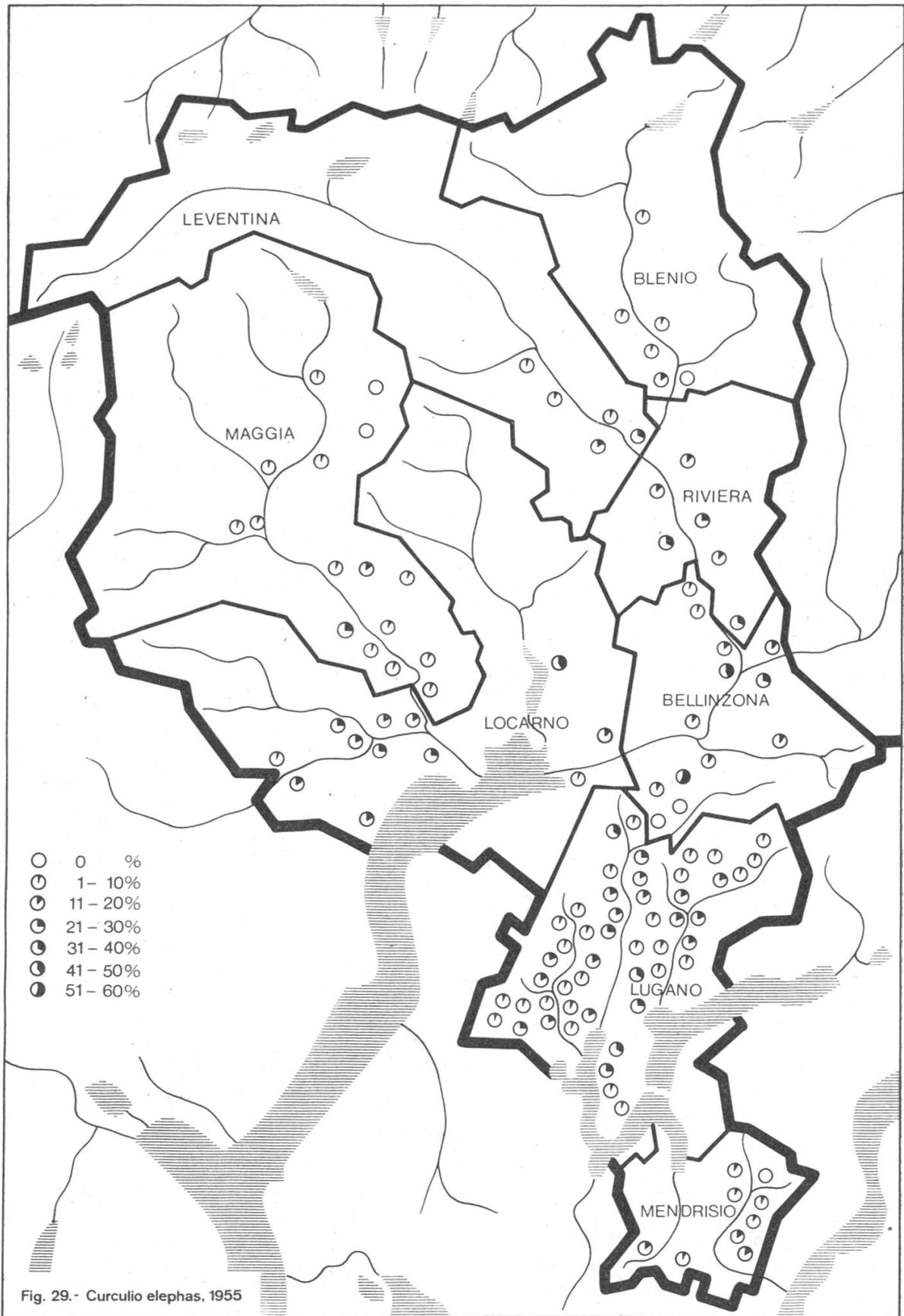


Fig. 29. - *Curculio elephas*, 1955

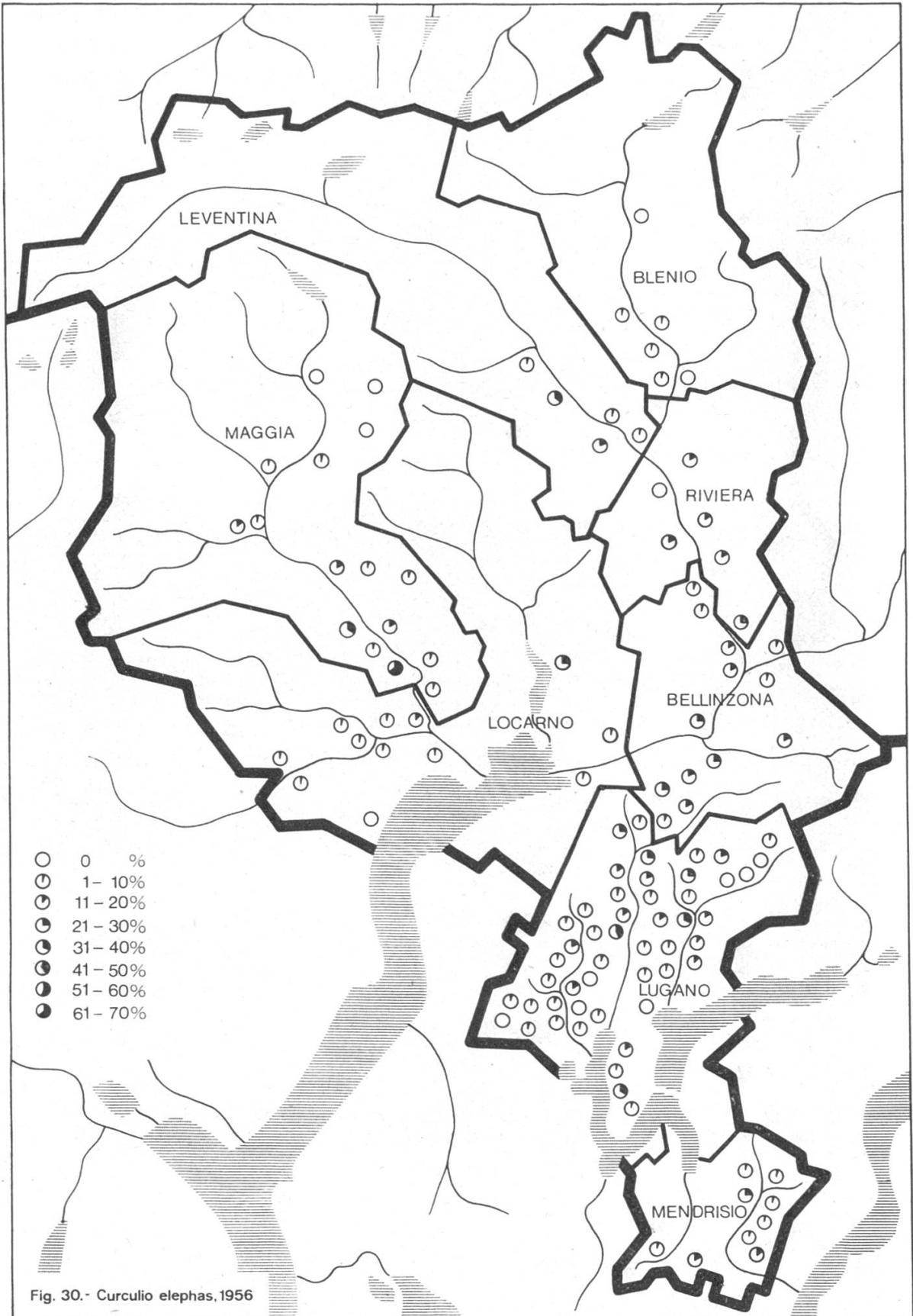


Fig. 30.- *Curculio elephas*, 1956

en 1956 des dégâts qui n'ont pas affecté plus de 12 % des bogues dans le département du Gard, tandis qu'elle a paru «prédominer sur le Carpopapse en Ardèche où elle a causé une chute importante des bogues avant maturité des fruits» (Coutin, 1958).

#### b) *Laspeyresia splendana*

Le Carpopapse est des trois ravageurs étudiés le plus nuisible dans les conditions du canton du Tessin où on le rencontre dans toute la zone de croissance du Châtaignier. En 1955 et 1956, sa chenille a détruit en moyenne plus de 30 % de la récolte et l'on n'a observé aucune différence significative dans le degré d'attaque entre le Sotto- et le Sopraceneri. Cette proportion a été reconnue plus faible en 1953 et 1954, pour les mêmes raisons pour lesquelles elle fut plus forte dans le cas de *P. fasciana*.

Au cours d'une même année, on a observé, d'une commune à l'autre, une appréciable variation des dégâts qui tient pour une large part à la nature de l'échantillonnage (un seul échantillon par commune), mais certainement aussi à des facteurs locaux. C'est ainsi que dans la commune de Personico, en Léventine (Sopraceneri), la proportion des fruits atteints par le Carpopapse a été supérieure à la moyenne générale avec 38, 42 et 54 %, dans les échantillons des trois années 1954 à 1956.

L'examen des cartes (fig. 27 et 28) rendant compte des résultats des échantillonnages de 1955 et 1956 dans 116 communes montre que la présence du Carpopapse y a été constatée dans chacune d'elles; des proportions supérieures à 40 à 50 % de fruits atteints par sa chenille y furent assez fréquentes, principalement en 1955 où elles ont atteint 71 à 80 % dans trois communes.

#### c) *Curculio elephas*

Comme le Carpopapse, le Balanin est apparu répandu dans l'ensemble des châtaigneraies tessinoises où ses dégâts ont affecté en moyenne, en 1955 et 1956, 10 et 12 % de la récolte; cette proportion fut plus faible en 1953 et 1954 pour les mêmes raisons que dans le cas du Carpopapse. Pour l'ensemble des échantillonnages de 1955 et 1956, la présence de l'insecte a été constatée dans toutes les communes, à l'exception de trois d'entre elles situées tout au nord du canton. Comme dans le cas précédent, on a enregistré d'assez grandes différences d'une commune à l'autre, imputables à la nature de l'échantillonnage, mais aussi à des facteurs locaux (climat, variété). C'est ainsi que dans les communes de Personico et Osogna, les dégâts ont été chaque année de 1954 à 1956 assez élevés, très faibles au contraire dans les communes de Ludiano et de Mogheno, toutes quatre situées dans le Sopraceneri (tableau page 25 de l'épreuve). Dans plusieurs

échantillons des 116 communes, les dégâts imputables au Balanin ont dépassé, chacune des deux années, 40 à 50 %.

L'action conjuguée des trois espèces concourt ainsi à une très appréciable réduction de la récolte des châtaignes au Tessin. Pour l'ensemble des 116 échantillons analysés en 1955 et en 1956, à raison d'un par commune, les pertes totales moyennes ont été respectivement de  $51,7 \pm 1,8$  % et  $46,6 \pm 1,6$  %.

La figure 24 rend compte de la distribution des dégâts totaux des 116 échantillons; il en ressort qu'en 1955 et 1956, respectivement 76,7 et 64,6 % des échantillons ont accusé plus de 40 %, 56,9 et 42,2 % plus de 50 % et 37,0 et 23,2 % plus de 60 % de fruits véreux. Ces chiffres font mieux ressortir encore l'importance économique de ces trois ravageurs au Tessin, laquelle justifie pleinement la recherche de moyens directs ou indirects propres à réduire ces dégâts.

#### 4. Mesures de lutte contre les ravageurs des châtaignes

##### 4.1 Généralités

L'avenir des châtaigneraies tessinoises a été singulièrement menacé par l'introduction, vers 1947, du champignon *Endothia parasitica* (Murr). And., agent du Chancre du Châtaignier. Originaire d'Asie orientale, cet Ascomycète a, au cours de la première moitié de ce siècle, pratiquement anéanti aux Etats-Unis les peuplements naturels du Châtaignier américain (*Castanea dentata* [Marsh.] Borkh.) sur plus de 1 million de km<sup>2</sup>. A la suite de sa découverte dans les châtaigneraies européennes, les pronostics les plus pessimistes ont été formulés (*Gäumann*, 1951), ce qui a conduit les services forestiers tessinois à entreprendre, en étroite collaboration avec l'Institut fédéral de recherches forestières à Birmensdorf (Zurich), les études nécessaires en vue de la reconstitution des peuplements décimés par la maladie.

Cette grave menace fut, dans une large mesure, responsable du désintéressement qui s'est manifesté depuis lors au Tessin pour la culture du Châtaignier et la production de fruits de qualité. Mais les perspectives très pessimistes du début ne se sont pas réalisées, bien que d'importants dégâts aient été causés au cours des 25 dernières années dans les peuplements de Châtaignier européen (*C. sativa* Mill.) infestés. Non seulement la maladie n'a pas progressé en Europe comme on le craignit, mais la guérison spontanée du chancre de l'écorce du Châtaignier a été constatée dans diverses châtaigneraies italiennes (Piémont, Lombardie, Toscane) sous l'action d'un phénomène original en phytopathologie, «*l'hypovirulence exclusive*» récemment mis en évidence par *J. Grente* et *Mlle S. Sauret* (1969) de la Station de Pathologie végétale (INRA) de Clermont-Ferrand. La

découverte de souches hypovirulentes de *Endothia parasitica* qui élimineraient les souches virulentes installées dans l'écorce ouvre des perspectives intéressantes à la lutte biologique contre cette maladie.

D'autre part, les recherches entreprises dans divers pays, au Tessin par l'Institut fédéral de recherches forestières (*Bazzigher*, 1963, 1968), ont conduit à la création par sélection et hybridation de variétés résistantes (clones) productrices de fruits de qualité que l'on peut multiplier par voie végétative. Il en résulte, en France et en Italie, un regain d'intérêt pour la production fruitière du Châtaignier, dont la rentabilité implique toutefois la culture de variétés de choix et une protection phytosanitaire efficace.

Dans les conditions du Tessin, comme d'ailleurs dans la plupart des régions européennes où croît cet arbre, la nature de ses peuplements constitue un sérieux obstacle à l'application de mesures de lutte contre les ravageurs des fruits. Ce problème a particulièrement retenu l'attention de nos collègues français au cours de recherches poursuivies dans les Cévennes durant cinq années (*Coutin*, 1958; *Cairaschi* et *Coutin*, 1960; *Cairaschi* et *Perrier*, 1960); ceux-ci sont arrivés à la conclusion, valable aussi pour les conditions du Tessin, qu'une production fruitière rentable et de qualité implique une reconversion des châtaigneraies, soit par la transformation des peuplements existants afin d'en faciliter l'accès pour assurer les soins d'entretien et de protection phytosanitaire nécessaires, soit, mieux encore, par la création de plantations homogènes de vergers d'arbres greffés de format moyen répondant d'emblée aux exigences précitées.

Une forte proportion des larves du Carpocapse et du Balanin se trouvant encore dans les fruits véreux au moment de la récolte, plusieurs auteurs ont entrepris des recherches en vue d'une désinsectisation des châtaignes mûres, afin surtout de répondre aux exigences très sévères de certains pays importateurs extra-européens. On a eu recours aux fumigations sous vide partiel (*Vayssière*, 1938) ou à des procédés faisant appel à des facteurs physiques, tels chauffage à l'infra-rouge ou étuvage (*Trouvelot* et al., 1951; *Schenk* et *Vago*, 1958), mais les résultats de ces essais n'ont pas été généralisés dans la pratique, d'une part parce que les fruits sont déjà partiellement endommagés au moment du traitement, d'où nécessité d'agir très vite, d'autre part parce que ces procédés font appel à des installations très coûteuses.

En fait, dans l'état actuel de nos connaissances, une protection efficace des récoltes implique le recours à la lutte chimique visant à détruire les insectes avant la ponte (Balanin) ou avant leur pénétration dans les fruits sous forme d'œufs ou de jeunes larves (Tordeuse précoce, Carpocapse), certaines mesures mécaniques pouvant cependant contribuer à une réduction des infestations.

## 4.2 Mesures mécaniques de lutte

### 4.2.1 Emploi de bandes-pièges en carton ondulé

Compte tenu du comportement des larves à leur sortie du fruit, l'utilisation de bandes-pièges ne peut être envisagée que contre la Tordeuse précoce, et encore dans le cas spécial de jeunes plantations avec troncs à écorces lisses. La pose des bandes étant effectuée dès la mi-juillet, le procédé devrait permettre la destruction d'une forte proportion de la population larvaire, mais il reste à démontrer dans quelle mesure et sous quelles conditions il peut contribuer à une réduction des infestations ultérieures.

### 4.2.2 Récolte échelonnée des fruits tombés

Du fait que les larves de Carpopapse et de Balanin quittent les fruits plus ou moins mûrs et généralement tombés à terre, certaines mesures d'hygiène générale devraient permettre d'en détruire une appréciable proportion. Elles consistent à maintenir les châtaigneraies très propres et, dès le début de la chute des bogues, à procéder, à intervalles aussi rapprochés que possible, au ramassage de ces dernières et à l'incinération des enveloppes, des fruits mal formés ou reconnus attaqués. Dès le début de la récolte, les fruits apparemment sains seront récoltés régulièrement et conservés de façon que les larves qui en sortent puissent être recueillies et détruites.

Si ces mesures ne semblent pas, selon Cairaschi et Coutin (1960), suffisantes pour abaisser sensiblement le niveau des populations du Carpopapse par rapport à des cultures où la récolte reste longtemps sur le sol, elles apparaissent susceptibles d'efficacité contre le Balanin dont les déplacements sont de faible importance et leur dispersion limitée, «ce qui explique les grandes différences de niveau de population de balanins entre châtaigneraies voisines selon les soins culturaux qui y sont pratiqués» (Coutin, 1960).

Mais ces méthodes ne peuvent constituer qu'un apport secondaire, une protection phytosanitaire efficace requérant des mesures directes de lutte.

## 4.3 Mesures chimiques de lutte

Nos connaissances sur les possibilités de lutte chimique contre les insectes des châtaignes sont encore limitées. Elles reposent principalement sur les recherches poursuivies par nos collègues français dans le cadre d'une campagne conduite dans les Cévennes de 1956 à 1959 en vue de l'amélioration quantitative et surtout qualitative des châtaignes et marrons de France. A la suite d'essais systématiques, Cairaschi et Perrier (1960) ont montré qu'une lutte efficace peut être réalisée simultanément contre le Carpopapse et le Balanin en recourant à un ester phosphorique à réma-

nence prolongée, du type Gusathion, l'insecticide étant associé à un support huileux, appliqué à l'aide d'un atomiseur à raison de 3 traitements à 7 à 8 jours d'intervalle, dès fin août / début de septembre. Dans les régions où *P. fasciana* cause régulièrement des dégâts appréciables, une protection satisfaisante de la récolte nécessiterait 2 traitements précoces supplémentaires, fin juin / début de juillet. Les dates des traitements de chaque série seront basées sur un contrôle du vol des papillons des Tordeuses au moyen de pièges lumineux ou sexuels et de l'apparition des Balanins par gaulage des branches sur un drap ou par élevage dans la nature.

La Dieldrine s'est également relevée efficace, mais son emploi ne peut être envisagé en raison des interdictions légales intervenues depuis lors.

Les insecticides organiques halogénés (DDT, Hexa) ont donné des résultats insuffisants, de même que les esters phosphoriques en suspension aqueuse, ce qui a confirmé les résultats d'essais préliminaires effectués par nos soins au Tessin en 1956.

#### 4.4 Conclusions

Si diverses circonstances ont retardé la publication de ce travail, il nous serait agréable qu'il puisse stimuler un regain d'intérêt pour la production fruitière du Châtaignier au Tessin, compte tenu des intéressants résultats obtenus au cours de la dernière décennie par l'Institut fédéral de recherches forestières, en collaboration avec le Service forestier cantonal, dans la production et la multiplication de variétés résistantes au chancre.

Si cet espoir se réalisait, il incomberait au Service cantonal tessinois de l'agriculture, en collaboration avec l'Institut précité, d'envisager la création de cultures-pilotes dans lesquelles pourrait être poursuivie dans de bonnes conditions l'étude des mesures phytosanitaires propres à assurer une production fruitière de qualité, en recourant à toutes les possibilités offertes par la science actuelle. Notre travail retrouverait ainsi sa justification que semblait lui avoir fait perdre l'installation et la progression du chancre dans les châtaigneraies tessinoises.

#### Riassunto

##### **Ricerche sugli insetti delle castagne nel canton Ticino (Svizzera)**

Nel presente lavoro sono contenute le osservazioni biologiche e i risultati di un'inchiesta effettuata dal 1953 al 1956 sugli insetti delle castagne nel canton Ticino. Osservazioni e risultati possono essere riassunti nel modo seguente:

1. Tre specie di insetti sono state riconosciute nocive alle castagne: la Tortrice precoce delle castagne (*Pammene fasciana* L.), la Tortrice tardiva delle castagne (*Laspeyresia splendana* Hb.) e il Balanino delle castagne (*Curculio elephas* Gyll.).

2. *P. fasciana* è una specie univoltina a sviluppo precoce; il volo degli adulti ha luogo in giugno-luglio, con un massimo tra metà giugno e metà luglio nel canton Ticino. Le uova sono deposte sulle foglie. Le larve neonate si nutrono dapprima di foglie, quindi penetrano nei ricci e nei frutti in via di sviluppo. Una sola larva può attaccare successivamente due o tre ricci, i quali diventano bruni e cadono prima del tempo. Le poche larve che si trovano ancora nelle castagne all'avvicinarsi della raccolta provengono dalle ultime uova deposte verso fine luglio o al principio di agosto. Le larve svernano in diapausa in un bozzolo sericeo tessuto sul tronco o sui grossi rami, più raramente sotto i resti vegetali alla superficie del suolo.

3. *L. splendana* è pure una specie univoltina, ma il suo sviluppo è tardivo. Il volo degli adulti ha luogo tra metà agosto e fine settembre e l'intensità massima del volo si osserva due mesi dopo quella di *P. fasciana*. Le uova sono pure deposte sulle foglie, ma le larve neonate penetrano subito nelle castagne forandone la base. Tutto il loro sviluppo avviene nel medesimo frutto. Quando un frutto è attaccato da diverse larve, una sola riesce a sopravvivere (concorrenza intraspecifica). Una larva tollera però da una a parecchie larve di Balanino nello stesso frutto. A partire dalla fine di settembre, le larve abbandonano i frutti maturi dopo la loro caduta per tessere un bozzolo a pareti ispessite sia nel terreno, a debole profondità, sotto i resti vegetali, sia nei depositi dove vengono conservate le castagne. Lo svernamento avviene allo stato di diapausa.

4. *C. elephas* è una specie a sviluppo tardivo, come *L. splendana*. Lo sfarfallamento degli adulti avviene nel Ticino tra metà agosto e metà settembre. Le uova sono deposte isolatamente nei frutti già sviluppati. Si possono osservare fino a 4—5 larve di Balanino nello stesso frutto, talvolta anche di più, senza che vi sia cannibalismo; occasionalmente, con le larve di Balanino si può notare una larva di *L. splendana*. L'uscita delle larve dai frutti maturi ha luogo dai primi di ottobre alla fine di novembre, sia alla superficie del suolo, sia nei magazzini di conservazione delle castagne. Nel suolo la larva sverna a una profondità di 10 a 70 cm secondo le compattezze. Una parte delle larve può passare in diapause da 2 a 4 inverni.

5. Delle tre specie, *L. splendana* è certamente la più nociva. Essa esiste in tutti i castagneti del Ticino. Da un'inchiesta condotta nel 1955 e 1956 in 116 comuni ticinesi risulta che la specie distrugge in media il 30 % del raccolto e che non vi sono differenze significative tra i danni causati nei comuni del Sotto- e del Sopraceneri. Nel 1955, le punte massime di danno hanno raggiunto il 71—80 % in tre campionamenti.

Contrariamente a quanto si verifica per *L. splendana*, *P. fasciana* è una specie che si è rivelata dannosa soltanto nel Sottoceneri, causando una perdita media del 9—11 %, e in due soli comuni del Sopraceneri. Nel Sottoceneri, le perdite hanno raggiunto in certi casi il 20—30 % e in un solo caso il 45 %.

Il Balanino, *C. elephas*, è presente in tutti i castagneti ticinesi, come la *L. splendana*. Le perdite medie causate dal Balanino nel 1955 e nel 1956 sono state del 10—12 %, con punte superiori al 40—50 % in alcuni campionamenti.

6. Le tre specie causano, insieme, nel canton Ticino, una perdita non indifferente di castagne. Nel 1955 tale perdita è stata, in media, del  $51,7 \pm 1,8 \%$ , nel 1956 del  $46,6 \pm 1,6 \%$ . Perdite superiori al 60 % sono state registrate nel 37 % (1955) e nel 23,2 % (1956) dei casi.

7. La produzione commerciale di frutti di qualità implica la riconversione dei castagneti, sia attraverso la trasformazione delle selve esistenti per rendere possibile la protezione sanitaria, sia attraverso la creazione di selve omogenee dove gli alberi sono innestati con buone varietà fruttifere resistenti al cancro.

8. Bisogna proseguire le ricerche per una lotta efficace e redditizia.

## Zusammenfassung

### Untersuchungen über die Schädlinge an Kastanienfrüchten im Kanton Tessin (Schweiz)

Die vorliegende Arbeit enthält Beobachtungen und die Resultate einer in den Jahren 1953 bis 1956 im Kanton Tessin (Südschweiz) durchgeführten Erhebung über Schädlinge an Kastanienfrüchten. Sie können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Drei Insektenarten erwiesen sich dort als Schädlinge: der frühe Kastanienwickler (*Pammene fasciana* L.), der späte Kastanienwickler (*Laspeyresia splendana* Hb.) und der Kastanienrüssler (*Curculio elephas* Gyll.).

2. *Pammene fasciana* ist univoltin mit frühzeitiger Entwicklung. Der Falter fliegt im Juni-Juli und das Maximum des Fluges liegt im Tessin Mitte Juni bis Mitte Juli. Die Eier werden auf die Blätter, seltener auf das Fruchtholz abgelegt. Die Raupen ernähren sich nach einer kurzen Phase des Blattfresses in den Kastanienfruchtbechern. Eine Raupe befällt in der Folge 2 bis 3 Fruchtbecher; diese werden braun und fallen frühzeitig ab, was den Verlust mehrerer Früchte bedeutet. Die wenigen Raupen, welche man in den fast reifen Früchten findet, sind diejenigen, welche aus den letzten, Ende Juli / Anfang August abgelegten Eiern stammen. Die Raupen überwintern in Diapause in einem seidigen Kokon am Stamm oder an dicken Ästen, seltener an der Bodenoberfläche unter verschiedenen Abfällen.

3. *Laspeyresia splendana* ist ebenfalls univoltin, entwickelt sich aber später. Die Falter fliegen Mitte August bis Ende September; der Hauptflug ist im Tessin um etwa zwei Monate gegenüber demjenigen von *P. fasciana* verschoben. Die Eier werden ebenfalls auf die Blätter abgelegt, aber die junge Raupe dringt sofort an der Basis der Cupula ein und gelangt über den Hilus in die Kastanie, wo sie ihre gesamte Entwicklung durchläuft. Wenn eine Frucht durch mehrere Raupen befallen wird, gelangt gewöhnlich wegen einer intraspezifischen Konkurrenz nur eine zur Entwicklung, dagegen werden eine oder mehrere Balaninus-Larven geduldet.

Die Raupe verlässt die Frucht ab Ende September, nach dem Fall der reifen Früchte oder im Lager; sie überwintert in Diapause in geringer Tiefe im Boden

oder unter verschiedenen Abfällen an seiner Oberfläche in einem pergamentartigen Kokon.

4. *Curculio elephas* entwickelt sich, wie *L. splendana*, spät. Die Imago findet sich im Tessin von Mitte August bis Mitte September. Die Eier werden einzeln in die schon gutentwickelten Früchte abgelegt. Wenn verschiedene Weibchen Eier in dieselbe Frucht ablegen, dulden sich die Larven und man kann bis zu fünf oder mehr Larven in derselben Frucht finden, gelegentlich mit einer *Laspeyresia*-Raupe. Die Larven verlassen die reifen Früchte am Boden oder im Lager von Anfang Oktober bis Ende November. Die Überwinterung erfolgt im Boden in einer Tiefe von 10 bis 70 cm, je nach seiner Beschaffenheit. Ein Teil der Larven kann in Diapause 2- bis 4mal überwintern.

5. Von den drei schädlichen Arten ist *L. splendana*, die in allen Kastanienselven des Tessins verbreitet ist, die wichtigste Art. Aufgrund der Erhebung 1955 bis 1956 in 116 Gemeinden des Kantons zerstört ihre Raupe mehr als 30 Prozent der Ernte. Dabei bestehen keine wesentlichen Unterschiede zwischen Sotto- und Sopraceneri. Der Befall von mehr als 40 bis 50 Prozent aller Früchte wurde ziemlich häufig beobachtet. 1955 wurden Schäden in der Höhe von 71 bis 80 Prozent in drei Proben festgestellt.

Im Gegensatz zu *L. splendana* ist *P. fasciana*, deren Bedeutung als Kastanienschädling während dieser Untersuchungen im Tessin erstmals nachgewiesen wurde, nur im Sottoceneri mit einem mittleren Schaden von 9 bis 11 Prozent und in zwei Gemeinden des Sopraceneri schädlich aufgetreten. Im Sottoceneri wurden lokal Schäden von 20 bis 30 Prozent, in einem Fall 45 Prozent, festgestellt.

*Curculio elephas* ist wie *L. splendana* im ganzen Kastaniengebiet verbreitet. Seine Schäden betragen 1955 bis 1956 im Mittel 10 bis 12 Prozent der Ernte, lokal in mehreren Proben über 40 bis 50 Prozent.

6. Die gemeinsame Tätigkeit aller drei Arten führt im Tessin zu einer sehr bedeutenden Reduktion der Kastanienernte. Für den gesamten Kanton beliefen sich die Verluste im Durchschnitt 1955 auf  $51,7 \pm 1,8$  Prozent, 1956 auf  $46,6 \pm 1,6$  Prozent. Schäden über 60 Prozent wurden in 37,0 respektive 23,2 Prozent der Proben festgestellt.

7. Eine wirtschaftliche Produktion von Qualitätsfrüchten verlangt eine Umstellung der Kastanienselven, entweder durch Umwandlung der bestehenden Bestände um die Unterhalts- und phytosanitären Massnahmen zu erleichtern, oder durch Schaffung einheitlicher Obstgärten mit Bäumen, die mit guten, gegen Krebs widerstandsfähigen Fruchtsorten gepfropft worden sind.

8. Die Untersuchungen im Hinblick auf eine wirksame und wirtschaftliche Bekämpfung müssen weitergeführt werden.

## Bibliographie

- Bazzigher, G., 1963: Die Widerstandsfähigkeit der Kastanie gegen *Endothia parasitica*, den Erreger des Kastanienkrebses. Bündnerwald, Nr. 1, 1—16
- Bazzigher, G., 1968: Die Selektion *Endothia*-resistenter Kastanien und ihre Vermehrung. Schweiz. Beiträge zur Dendrologie, Nr. 16—18, 1964—1966, 28—38
- Bovey, P., 1966: *Tortricoidea* in Entomologie appliquée à l'agriculture. Traité publié sous la direction de A. S. Balachowsky, Tome II, Vol. 1, 645—652, 801—807. Masson et Cie, éd. Paris
- Cairaschi, E. A., et Coutin, R., 1960: Les insectes des châtaignes et des marrons. C. R. Acad. Agr. Fr., 46, 718—722
- Cairaschi, E. A., et Coutin, R., 1960: Problèmes de lutte chimique dans la châtaigneraie. C. R. Acad. Agr. Fr., 46, 723—728
- Cairaschi, E. A., et Perrier, D., 1960. Essais de traitements chimiques contre les insectes des châtaignes dans les Cévennes au cours des campagnes 1957—58—59. Phytatrie-Phytopharmacie, 9, 95—114
- Cecconi, G., 1924: Manuale di entomologia forestale. Tipografia del Selminario, Padova
- Cochran, W. G., 1963: Sampling techniques. John Wiley and Sons, Inc., New York, 2nd ed.
- Colizza, C., 1929: Contributo alla conoscenza del Balanino delle Castagne (*Balaninus elephas*: *Insecta Coleoptera*). Boll. Lab. Zool. gen. e agr. Portici, XXII, 244—262
- Coutin, R., et Dusaussay, G., 1956: Etude expérimentale de la ponte de *Balaninus elephas* Gyll. sur les châtaignes. Bull. Soc. Ent. Fr., 61, 62—66
- Coutin, R., 1958: La biologie des Insectes de la châtaigne (Carpocapse, Tordeuse, Balanin). Le laboratoire de campagne de Cognac, son organisation et l'état actuel de ses recherches. Bull. Techn. Châtaignier, no 5, E.N.E.F. Nancy, 105—111
- Coutin, R., 1960: Estimation de l'importance des populations de *Balaninus elephas* Gyll. dans une châtaigneraie cévenole. Rev. Zool. Agric. appl., 59, 52—56
- Coutin, R., 1960: Les Laspeyresia des châtaignes et des glands. Etude biologique et morphologique de *L. splendana* Hb. et *L. fagiglandana* Zell. Bull. Soc. Ent. Fr., 66, 21—26
- Coutin, R., 1961: La diapause larvaire de *Balaninus elephas* Gyll. C. R. Acad. Sc. Paris, 253, 2123—2125
- Dieckmann, L., 1970: Zur Nomenklatur einiger europäischer Rüsselkäfer-Gattungen. Beitr. Ent. 20, 118
- Favre, E., 1890: Faune des Coléoptères du Valais et des régions limitrophes. Nouveaux mémoires de la S.H.S.N, XXXI, 335
- Grente, J., et Sauret, S., 1969: L'hypovirulence exclusive, phénomène original en pathologie végétale. C. R. Acad. Sc. Paris, 268, 2347—2350
- Gäumann, E., 1951: Über das Kastaniensterben im Tessin. Schweiz. Z. f. Forstwesen, 102, 1—20

- Hoffmann, A., 1963: *Balanini* in «Entomologie appliquée à l'Agriculture. Traité publié sous la direction de A. S. Balachowsky, Tome I, Vol. 2, 1125—1128. Masson et Cie, éd. Paris
- Joannis, J. de, 1915: Observations sur le Carpocapse des châtaignes (Lép.). Bull. Soc. Ent. Fr., LXXXIV, 271—276
- Kennel, J. von, 1921: Die palaearktischen Tortriciden. Vol. 1, pp. 742, Stuttgart
- Linder, A., 1964: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel, 4. erw. Aufl.
- Martignoni, M. E., 1954: *Pammene juliana* (Curtis) (*Lep. tortricidae*), specie dannosa alle castagne nel Ticino. Boll. Soc. Ticinese Sc. nat., XLIX, 63—70
- Müller, O., 1957: Biologische Studien über den frühen Kastanienwickler *Pammene juliana* (Stephens) und seine wirtschaftliche Bedeutung für den Kanton Tessin. Z. angew. Ent., 41, 73—111
- Popova, J., 1960: Chesnuts resistant to *Curculio elephas* Gyll. (en bulgare). Rast. Zasht., 8, 69—71 (R.A.E., 50, 60)
- Popova, J., 1962: The chesnut weevil *Curculio (Balaninus) elephas* Gyll. Bionomics and measures for control. (En bulgare.) Izv. tsent. nauch. Inst. Zasht. Rast., 2, 115—142 (R.A.E., 51, 191—192)
- Russo, G., 1947: Studio morfo-sistemico delle tortricidi delle castagne. Ann. Fac. Agr. Università di Pisa, VIII, 47 pp.
- Schenk, M., et Vago, C., 1958: La désinsectisation des marrons et châtaignes par voie physique. Bull. techn. du Châtaignier, No 5. E.N.E.F. Nancy, 122—124
- Schütze, K. T., 1931: Die Biologie der Kleinschmetterlinge. 1 vol., 235 pp. A. Kernen Verlag, Stuttgart
- Silvestri, F., 1943: Compendio di entomologia applicata. Vol. II, 430—433. Portici
- Trouvelot, B., Dumas, P., et Pithioud, A., 1951: La lutte contre les insectes de la châtaigne. Bull. techn. du Châtaignier, No. 3. E.N.E.F. Nancy, 153—157
- Vayssière, P., 1938: La désinfection des châtaignes. Rev. Pathol. vég. Ent. agr. Fr., 25, 277—293
- Yates, F., 1949: Méthodes de sondage pour recensements et enquêtes. (Traduit de l'anglais) Dunod & Masson, Paris