

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Band: 37 (1964-1965)

Heft: 4

Artikel: Contribution à l'étude morphologique et biologique d'Eriophyes vitis
Pgst., agent de l'Erinose de la Vigne

Autor: Mathez, Frédéric

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401486>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Contribution à l'étude morphologique et biologique d'*Eriophyes vitis* PGST., agent de l'Erinose de la Vigne

par

FRÉDÉRIC MATHEZ

ing. agr. dipl. EPF

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	235
INTRODUCTION	236
SYSTÉMATIQUE	237
Caractères et systématique des Eriophyidae	237
Description des genres <i>Eriophyes</i> , <i>Epitrimerus</i> , <i>Phyllocoptes</i> et <i>Calepitrimerus</i>	240
Description des espèces <i>Eriophyes vitis</i> , <i>Epitrimerus vitis</i> et <i>Phyllocoptes vitis</i>	241
Discussion et conclusions	242
ETUDE MORPHOLOGIQUE D' <i>Eriophyes vitis</i>	244
Méthodes de préparation et d'observation	244
Morphologie des formes préimaginales	245
Généralités	245
L'œuf	245
La larve et la nymphe	245
Morphologie de la forme adulte	251
Conclusions	255
BIOLOGIE D' <i>Eriophyes vitis</i> PGST.	255
Recherches antérieures	255
Technique et méthodes de travail	256
Evolution annuelle de l'erinose	258
Considérations générales	258
Premier cycle	261
Deuxième cycle	263
Nombre des générations	264
Contamination des différents organes	266
Conclusions	267

Densité des populations estivales sur les organes herbacés	267
Sur les feuilles de la base du sarment	267
Sur la première feuille des pousses axillaires et sur les feuilles de l'extré- mité du sarment	268
Sur une pousse axillaire	269
Sur les feuilles de la base et sur celles d'une pousse axillaire	270
Fin de la période de végétation	270
Conclusions	272
Densité des populations dans les bourgeons	273
Durant la période de végétation	273
Durant l'hiver	274
Conclusions	275
Expériences biologiques	275
Vitesse de migration	275
Orientation des migrations	276
Contamination des bourgeons axillaires	276
Traitement par la chaleur	276
Conclusions	277
PRÉDATEURS ET LUTTE	277
DISCUSSION ET CONCLUSIONS	278
RÉSUMÉ — ZUSAMMENFASSUNG — SUMMARY	280

AVANT-PROPOS

L'Erinose est une affection très caractéristique de la vigne produite par les piqûres d'un microscopique acarien, l'*Eriophyes vitis* PGST., qui détermine à la face intérieure du limbe foliaire le développement d'un feutrage blanchâtre formé par des galles minuscules et disposé en taches plus ou moins grandes, auxquelles correspondent des boursoufflures de la face supérieure de la feuille, d'où les noms très expressifs de *Filz-* ou *Pockenkrankheit* des auteurs allemands.

Répandue dans tous les vignobles du monde, cette affection apparaît chaque année en Europe de façon plus ou moins sporadique et localisée. En Suisse, son importance économique est restée limitée jusqu'à ces dernières années ; elle y est beaucoup moins nuisible que l'Acariose due à *Phyllocoptes vitis* NAL., contre laquelle des mesures de lutte doivent être prises chaque année dans les jeunes vignes.

Dès 1955, on a toutefois assisté dans plusieurs régions viticoles de Suisse romande, en particulier dans les cantons de Vaud et Genève, à une extension assez inquiétante de l'erinose rendant nécessaire l'application de traitements spéciaux. Pour chercher à comprendre les causes de ce phénomène, une meilleure connaissance de la biologie et de l'écologie de cet acarien auquel on avait jusqu'alors, en Europe, prêté très peu d'attention apparaissait souhaitable. Sur proposition de la Station fédérale d'essais agricoles à Lausanne/Changins, cette étude nous a été confiée comme thème de notre thèse de doctorat par M. le professeur D^r P. BOVEY, directeur de l'Institut d'entomologie de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich. Nous lui exprimons notre profonde reconnaissance pour la peine et l'intérêt qu'il a pris à suivre nos recherches.

Nous remercions très vivement M. le D^r R. GALLAY, directeur des Stations fédérales d'essais agricoles, à Lausanne, qui a bien voulu nous accueillir au Domaine de Changins pendant la durée de ce travail.

M. le D^r G. MATHYS, chef du service d'entomologie au Domaine de Changins, nous a apporté son aide précieuse. Nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude pour tout ce qu'il a fait pour nous par ses judicieux conseils.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous ceux qui, à titres divers, nous ont prêté leur concours.

INTRODUCTION

Les curieuses déformations, connues sous le nom de galles ou cécidies, qui apparaissent sur les organes de nombreuses plantes sont produites par l'action d'agents cécidogènes qui peuvent être d'origine végétale ou animale. On en distingue trois catégories principales : les bactériocécidies, les mycocécidies, les zoocécidies.

Les animaux cécidogènes se recrutent dans divers groupes d'invertébrés. Parmi les Nématodes phytophages, certaines anguillules endoparasites (*Meloidogynes*) sont productrices de galles. La grande majorité des zoocécidies sont produites par les insectes, les agents les plus nombreux se recrutant dans les ordres des Diptères (*Cécidomyiidae*), des Hémiptères (*Aphidoidea* et *Coccoidea*) et des Hyménoptères (*Cynipidae* et *Tenthredinidae*), quelques représentants se rattachant aux Lépidoptères Tortricidae et aux Coléoptères Curculionidae. Enfin, dans l'ordre des Acariens de la classe des Arachnides, la famille des Eriophyidae compte un grand nombre d'espèces gallicoles (GUIL-LIERMOND et MANGENOT, 1948).

La présente étude porte principalement sur une espèce d'ériophyide cécidogène : *Eriophyes vitis* PGST. parasite de la vigne, *Vitis vinifera* L.

En consultant la littérature, on remarque que la formation d'excroissances sur les végétaux attire l'attention des naturalistes depuis des siècles. D'après KÜSTER (1911), Pline l'Ancien, au début de notre ère, constate la présence de galles sur les feuilles de diverses plantes ; au Moyen Age, Albertus Magnus, mort en 1280, et d'autres chercheurs remarquent la présence de « vermiculum » dans les galles ; MALPIGHI (1674) semble être le premier à considérer les « insectes » comme responsables de la formation de ces dernières ; RÉAUMUR (1737) trouve dans les « galles en clou » du tilleul de petits « vers jaunâtres », qu'il prend pour les larves d'un très petit insecte.

D'après NALEPA (1911), PERSON (1797), ignorant vraisemblablement les travaux de MALPIGHI (1674), désigne certaines acarocécidies sous le nom de *Phyllerium* et *Erineum* et les considère comme des champignons ; FEE (1834) confirme les travaux de MALPIGHI, en considérant les « larves » comme agents de l'*Erineum* ; von SIEBOLD (1850) trouve, parmi les galles des *Erineum*, un acarien qu'il considère comme un pré-adulte, et qu'il appelle *Eriophyes* ; DUJARDIN (1851), ne connaissant pas les observations de von SIEBOLD, crée et décrit le genre *Phytoptus* avec les acariens trouvés dans des galles du noisetier ; quelques années plus tard, von SIEBOLD, dans une lettre à THOMAS (1864), reconnaît *Eriophyes* et *Phytoptus* comme synonymes, ces deux noms servant à désigner des acariens trouvés dans des galles.

PAGENSTECHE (1857), se référant au genre *Phytoptus* créé par DUJARDIN, nomme *Phytoptus vitis* l'acarien trouvé dans les galles des feuilles de *Vitis vinifera* L.

NALEPA, fondateur de la systématique des ériophyides, entreprend, dès 1886, de décrire et de classer tous les acariens de la famille des Eriophyidae, trouvés ou non dans les galles des végétaux ; il divise cette famille en deux sous-familles : celle des Eriophyinae et celle des Phyllocoptinae. Chaque sous-famille comprend un certain nombre de genres, qui eux-mêmes se divisent en espèces. Dans cette classification, le *Phytoptus vitis*, trouvé et étudié par PAGENSTECHE (1857), devient *Eriophyes vitis* (PGST. 1857) (NAL. 1890).

Après NALEPA, le second nom de la systématique des ériophyides est celui de KEIFER. Dès 1938, il entreprend une longue série d'études pour préciser et parfois modifier les descriptions de NALEPA ; il ajoute trois sous-familles à celles de cet auteur et décrit de nouvelles espèces. Actuellement (KEIFER, 1955), la famille des ériophyides se divise en huit sous-familles (cf. p. 239).

Dans les vignobles de Suisse romande, trois espèces de cette famille vivent sur *Vitis vinifera* L. : *Eriophyes vitis* PGST., agent de l'érinose, donc espèce gallicole ; *Phyllocoptes vitis* NAL., agent du court-noué et du gaufrage des feuilles ; *Epitrimerus vitis* NAL., agent du brunissement foliaire ; ces deux dernières espèces sont non gallicoles. Pour éviter certaines confusions possibles entre ces trois espèces, et permettre de les distinguer du point de vue morphologique, nous donnons ci-après la description de la famille, de la sous-famille, du genre et de l'espèce auxquels chacune d'elles appartient. Ces descriptions détaillées devront permettre par la suite de déterminer si, comme en Californie (KEIFER, 1942) *Epitrimerus vitis* et *Phyllocoptes vitis* ne sont qu'une seule et même espèce (cf. p. 11) : *Calepitrimerus vitis* NAL., du genre *Calepitrimerus* KEIFER (1938). Ce problème de systématique et de biologie n'est pas résolu en Suisse romande.

SYSTÉMATIQUE

Caractères et systématique des Eriophyidae

Une récente révision de la systématique des acariens (BAKER et WHARTON, 1952) s'appuie, en ce qui concerne les ériophyides, sur les nombreuses études de KEIFER. La famille des *Eriophyidae* est définie comme suit :

Acariens microscopiques, vermiformes et phytophages, mesurant jusqu'à 0,2 mm de longueur ; deux paires de pattes sans griffes tarsales, mais avec ambulacre plumeux ; corps annelé ; orifice génital ou épigynium situé juste derrière les pattes et recouvert d'un tégument

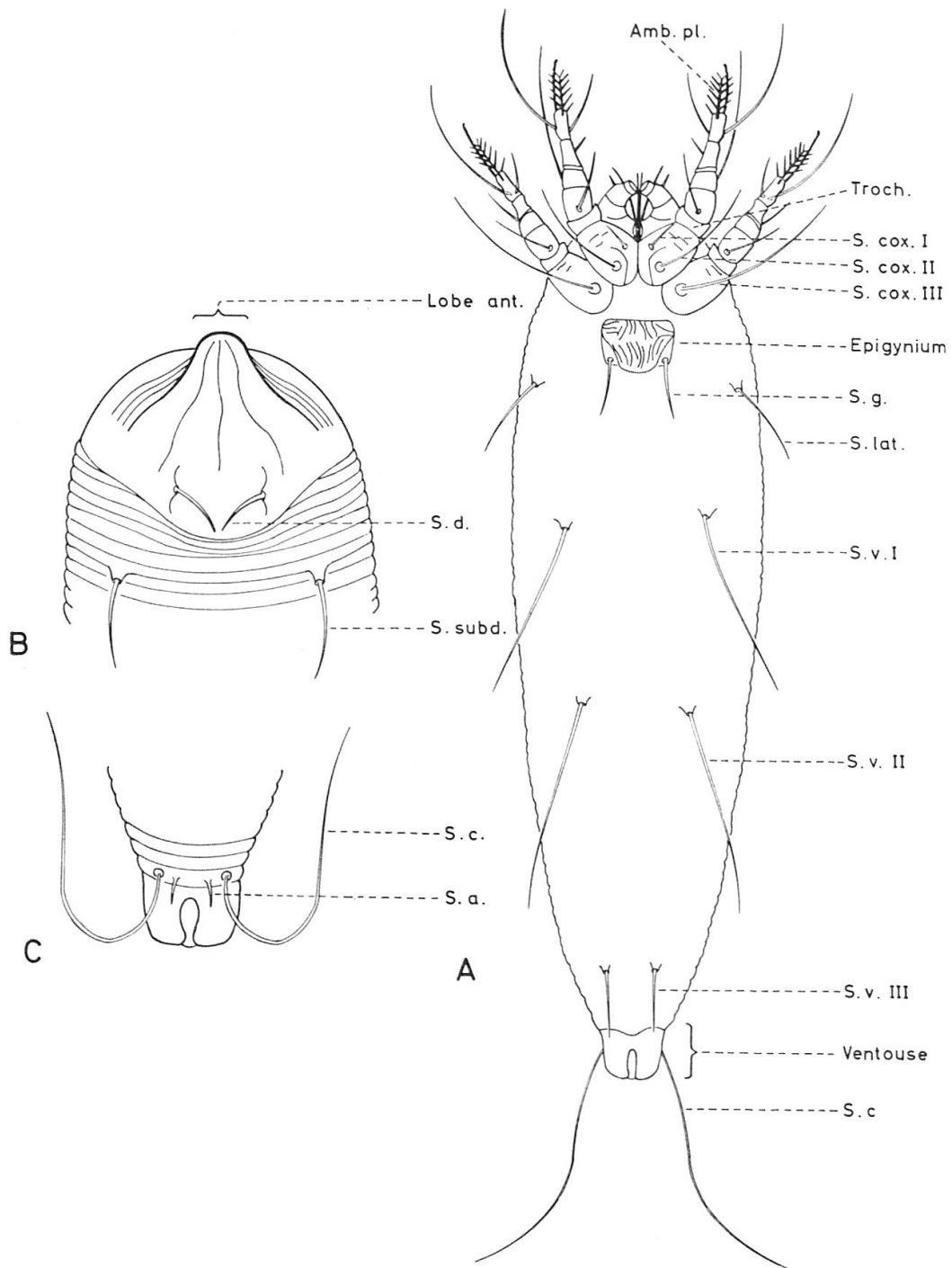


Fig. 1. — Terminologie des ériophyides femelles (d'après NALEPA, 1911). — A. Face ventrale. — B. Bouclier. — C. Extrémité postérieure, face dorsale.

LÉGENDE : Amb. pl. = ambulacre plumeux (6^e article) ; Troch. = trochanter ; Epigynium = orifice génital ; Lob. ant. = lobe antérieur ; S = soies = setae ; S. a. = setae accessoriae ; S. c. = setae caudales ; S. cox. = setae coxales ; S. d. = setae dorsales ; S. g. = setae genitales ; S. lat. = setae laterales ; S. subd. = setae subdorsales ; S. v. = setae ventrales.

transversal ; pas d'yeux, pas de cœur, pas d'appareil excréteur, pas de système respiratoire ; présence de quelques setae ou soies.

La famille des *Eriophyidae* se divisant actuellement (KEIFER 1955) en huit sous-familles, on établit la table dichotomique suivante (fig. 1) :

- 1 Bouclier avec 1-2 setae frontales en plus des setae dorsales habituelles insérées sur la partie postérieure du bouclier ; abdomen, setae subdorsales présentes ou absentes 2
- Bouclier avec seulement la paire de setae dorsales postérieures, parfois absentes ; abdomen sans setae subdorsales 5
- 2 Orifice génital ou épigynium sur les anneaux 10-12
Novophytoptinae ROIV.
- Orifice génital ou épigynium plus proche des coxae 3
- 3 Bouclier ne surplombant pas tout le rostre **Phytoptinae** K.
- Lobe antérieur du bouclier au-dessus du rostre 4
- 4 Abdomen antérieur avec setae subdorsales **Sierraphytoptinae** K.
- Abdomen antérieur sans setae subdorsales **Nalapellinae** ROIV.
- 5 Rostre grand, conique, faisant un angle droit ; chélicères abruptement dirigées vers le bas **Rhyncaphytoptinae** ROIV.
- Rostre de grandeur variable, généralement assez petit ; si grand, rostre et chélicères régulièrement incurvés ; chélicères jamais abruptement recourbées 6
- 6 Pattes courtes par l'absence d'un tibia distinct ; absence de setae coxales I ; coxae antérieures soudées à la plaque suborale
Nothopodinae K.
- Pattes avec les 5 articles habituels ; si parfois réduites, tibias distincts ; ou setae coxales I présentes ; ou coxae antérieures distinctes, non soudées ; ou combinaison de ces caractères 7
- 7 Lobe antérieur du bouclier au-dessus de la base des chélicères, étroit, minuscule ou absent ; corps vermiforme, avec anneaux similaires dorsoventral, du moins sur la partie antérieure et ne se terminant pas par de grandes plaques postérieures, brusquement très grandes
Eriophyinae NAL.
- Lobe antérieur du bouclier proéminent, couvrant plus de la moitié de la base des chélicères ; corps fusiforme avec tergites plus larges et moins nombreux ; tergites à la rigueur précédés par quelques anneaux étroits analogues aux sternites ; ou combinaison de ces caractères **Phyllocoptinae** NAL.

Les ériophyides présents sur les vignes de Suisse romande appartiennent : *Eriophyes vitis* NAL. à la sous-famille des Eriophyinae ; *Epitrimerus vitis* NAL. et *Phyllocoptes vitis* NAL. à la sous-famille des Phyllocoptinae.

Description des genres **Eriophyes, Epitrimerus, Phyllocoptes et Calepitrimerus**

Nous avons évoqué dans l'introduction (p. 237) le problème que pose, du point de vue de la systématique, la classification de KEIFER (1942). *Epitrimerus vitis* NAL. et *Phyllocoptes vitis* NAL. se fondent en une nouvelle espèce et changent de genre. Pour permettre certaines comparaisons entre différents genres, il nous paraît intéressant de décrire avec le genre *Eriophyes* NAL., les trois genres *Epitrimerus* NAL., *Phyllocoptes* NAL., et *Calepitrimerus* KEIFER ; ce dernier genre, comme les deux précédents, appartient à la sous-famille des Phyllocoptinae.

Genre *Eriophyes* VON SIEB., 1850 ; repris par NALEPA 1898

Corps allongé, cylindrique, vermiforme, légèrement fusiforme, rarement trapu, et s'élargissant fortement après le bouclier ; face dorsale de l'abdomen régulièrement bombée, sans sillon longitudinal.

Genre *Epitrimerus* NAL., 1898

Corps trapu ; face dorsale de l'abdomen partagée, du moins immédiatement derrière le bouclier, par deux sillons plats et longitudinaux en une partie centrale généralement fortement bombée et en deux parties latérales ; demi-anneaux dorsaux étroits, nombreux, lisses ou pointillés.

Genre *Phyllocoptes* NAL., 1889

Demi-anneaux dorsaux nombreux (rarement plus de 50), étroits ou peu nombreux (15-20) et larges, mais diminuant graduellement de largeur vers la partie postérieure ; le dernier demi-anneau dorsal n'est pas notablement plus large que le premier anneau entier de la partie caudale, également annelée ; par conséquent, celle-ci n'est jamais nettement séparée de l'abdomen ; demi-anneaux dorsaux lisses, rarement pointillés ; demi-anneaux ventraux très étroits, finement pointillés.

Genre *Calepitrimerus* K., 1938

Rostre court, dirigé ventralement, bouclier surplombant la base du rostre ; setae dorsales présentes ; pattes à 6 articles, ambulacre plumeux simple, toutes les setae présentes ; abdomen avec toutes les setae présentes, pas de setae accessoriae ; abdomen dorsoventral un peu aplati et dorsalement allongé et aplati en forme de coin ; sternites abdominaux pas beaucoup plus nombreux que les tergites ; partie principale abdominale du dos longitudinalement concave, flanquée latéralement des deux côtés d'une carène qui commence derrière le bouclier et se termine juste avant les lobes anaux ; la moitié dorsale antérieure ou les $\frac{2}{3}$ de l'abdomen présente une grande carène effilée, qui se termine abruptement vers l'arrière.

Description des espèces

Eriophyes vitis, Epitrimerus vitis et Phyllocoptes vitis

Les descriptions des trois espèces sont celles de NALEPA ; elles sont encore valables pour la Suisse.

Systématique et description d'*Eriophyes vitis* (PGST. 1857).

Ordre : *Acarina*

Sous-ordre : *Trombidiformes* REUTER 1909

Super-famille : *Tetrapodes* BREMI 1872

Famille : *Eriophyidae* NALEPA 1898

Sous-famille : *Eriophyinae* NALEPA 1898

Genre : *Eriophyes* VON SIEBOLD 1850, NALEPA 1898

Espèce : *Eriophyes vitis* (PGST. 1857) (NAL. 1890)

Synonymie : *Phytoptus vitis* PAGENSTECHE (1857)

Phytoptus vitis LANDOIS (1864)

Description d'*Eriophyes vitis*. (PGST.) d'après NALEPA (1890) :

Corps allongé, cylindrique ; bouclier triangulaire, orné de nombreuses lignes longitudinales ; sur le bouclier, 2 setae dorsales de la même longueur que celui-ci et dirigées vers l'avant ; protubérances éloignées du bord postérieur ; rostre bien développé ; article 5 un peu plus court que l'article 4, ambulacre plumeux à 5 paires de branches ; carène sternale simple ; setae coxales II avant angle coxal interne ; abdomen avec environ 80 anneaux ; setae ventrales I longues et fines ; setae ventrales II un peu plus courtes ; setae accessoriae absentes ; tégument protecteur strié ; setae genitales longues.

♂ 140 μ long., 33 μ larg. ; ♀ 160 μ long., 32 μ larg.

Systématique et description d'*Epitrimerus vitis* (NAL. 1905).

Famille : *Eriophyidae* NALEPA 1898

Sous-famille : *Phyllocoptinae* NALEPA 1892

Genre : *Epitrimerus* NALEPA 1892

Espèce : *Epitrimerus vitis* (NAL. 1905)

Description d'*Epitrimerus vitis* (NAL. 1905) :

Corps trapu, fusiforme ; bouclier triangulaire ; lobe antérieur débordant sur le rostre ; angles latéraux proéminents ; ornementation du bouclier indistincte ; dans le champ médian, deux lignes longitudinales ; champs latéraux traversés par des lignes sinueuses peu nettes ; protubérances des setae dorsales grandes et plissées, éloignées du bord postérieur du bouclier ; setae dorsales très courtes ; rostre bien développé, dirigé presque verticalement vers le bas ; ambulacre plumeux

à quatre paires de branches ; carène du sternum non fourchue ; setae coxales insérées en avant de l'angle coxal intérieur ; abdomen plus large derrière le bouclier et parcouru par deux sillons longitudinaux et plats ; 46 à 48 demi-anneaux dorsaux, étroits, généralement lisses ; demi-anneaux ventraux très étroits et finement pointillés ; setae latérales insérées à la hauteur de l'épigynium, à peu près aussi longues que les setae ventrales II ; setae ventrales I un peu plus longues que celles-ci ; setae ventrales III presque aussi longues que les setae ventrales II ; setae caudales courtes ; setae accessoriae fines ; épigynium hémisphérique ; tégument protecteur génital finement réticulé ; setae genitales à la base de l'épigynium, un peu plus courtes que les setae laterales.

♂ inconnu ; ♀ 150 μ long., 52 μ larg.

Systématique et description de *Phyllocoptes vitis* (NAL. 1905).

Famille : *Eriophyidae* NALEPA 1898

Sous-famille : *Phyllocoptinae* NALEPA 1892

Genre : *Phyllocoptes* NALEPA 1889

Espèce : *Phyllocoptes vitis* (NAL. 1905)

Description de *Phyll. vitis* (NAL. 1905) :

Corps allongé, fusiforme ; largeur maximum derrière le bouclier ; bouclier triangulaire dépassant largement le rostre, avec sur la partie médiane trois lignes longitudinales ; setae dorsales courtes, dirigées vers le haut, proches les unes des autres et éloignées du bord postérieur du bouclier ; rostre bien développé, dirigé vers le bas ; soies du rostre longues ; soies du fémur assez longues ; article 4 deux fois plus long que l'article 5 ; ambulacre plumeux à cinq paires de branches ; ergot un peu plus long que l'ambulacre plumeux ; carène sternale non fourchue ; setae coxales II insérées à proximité immédiate de l'angle coxal ; face dorsale de l'abdomen recouverte d'environ 50 demi-anneaux très étroits et lisses ; face ventrale non pointillée ; setae latérales fines, insérées à la hauteur de l'épigynium et un peu plus courtes que les setae ventrales III ; setae ventrales I presque deux fois plus longues que les setae latérales ; setae ventrales II à peu près aussi longues que les setae ventrales III ; setae caudales courtes ; setae accessoriae fines ; plaque caudale petite ; épigynium hémisphérique ; tégument protecteur genital avec de fines stries longitudinales ; setae genitales à la base de l'épigynium à peu près aussi longues que les setae dorsales. ♂ inconnu ; ♀ 160 μ long., 46 μ larg.

Discussion et conclusions

Nous avons donné (p. 240) la description du genre *Calepitrimerus* parce que KEIFER (1942), reprenant certaines observations de NALEPA (1924) sur l'association *Epitrimerus-Phyllocoptes*, étudie le polymorphisme de

certaines espèces d'ériophyides. Il crée l'espèce *Calepitrimerus vitis* NAL. considérant *Phyllocoptes vitis* NAL. comme deutogyne, forme hivernante de *Calepitrimerus vitis* NAL., et *Epitrimerus vitis* NAL. comme primogyne, forme estivale de *Calepitrimerus vitis* NAL. (tableau 1). L'espèce *Calepitrimerus vitis* NAL. fait partie du genre *Calepitrimerus* KEIFER (1938), de la sous-famille des Phyllocoptinae NALEPA (1898).

TABLEAU 1 *

Principales caractéristiques des 3 espèces d'Eriophyides sur Vitis vinifera L.

D'après NALEPA 1905	<i>Epitrimerus vitis</i> NAL.	<i>Phyllocoptes vitis</i> NAL.	<i>Eriophyes vitis</i> PGST.
	<i>Primogyne Calepitrimerus vitis</i> K.	<i>Deutogyne Calepitrimerus vitis</i> K.	
D'après KEIFER 1952	<i>Calepitrimerus vitis</i> K.		<i>Eriophyes vitis</i> PGST.
Corps	trapu, fusiforme, jaunâtre-brun clair	fusiforme, jaunâtre-brun clair	cylindrique, blanchâtre
Bouclier	lobe ant. sur les chélicères	lobe ant. sur le rostre	lobe ant. absent
Anneaux	dorsal env. 46-48 demi-anneaux	dorsal env. 50 demi-anneaux	abdomen env. 80 anneaux
Abdomen	ventral finement pointillé	non pointillé	dorsal et ventral lobé
Ambulacre	4 paires de branches	5 paires de branches	5 paires de branches
Mensurations	♀ 150 µ; 52 µ	♀ 160 µ; 46 µ	♀ 160 µ; 32 µ
Setae accessoriae	présentes	présentes	ABSENTES

En Californie, la biologie des ériophyides polymorphes est la suivante (KEIFER, 1942) : les deutogynes hivernent ; au printemps elles pondent et les œufs donnent naissance à des primogynes ; des pontes de primogynes sortent à la fois des deutogynes et des primogynes (en avril déjà) ; les premières se déplacent vers les bourgeons dormants et sous les écorces, et ne pondront que l'année suivante, au printemps ; les secondes continuent de vivre et de se multiplier sur les feuilles pendant toute la période de végétation ; à chaque génération de primogynes apparaissent de nouvelles deutogynes ; en automne et durant l'hiver les primogynes meurent. En résumé, on peut considérer que les deutogynes sont des femelles hivernantes, morphologiquement différentes des femelles estivales, les primogynes ; les pontes des deutogynes ne donnent que des primogynes, alors que celles des primogynes donnent à la fois des primogynes et des deutogynes.

* Repris et modifié d'après SCHRUF (1962).

En Europe, les observations ne sont pas encore assez nombreuses pour acquérir la certitude du polymorphisme de *Calepitrimerus vitis* NAL. La présence de deutogynes et de primogynes de cette espèce paraît néanmoins assez probable.

Il faut encore noter que SCHRUFT (1962) cite SHEVTSHENKO (1957) au sujet de la présence de deutogynes et de primogynes chez *Eriophyes laevis* NAL. du genre *Eriophyes* et de la sous-famille Eriophyinae. Cet acarien provoque la formation de galles sur les feuilles de l'aulne, *Alnus glutinosa* GOERTN. Il est donc possible d'observer la présence de ces deux formes chez d'autres espèces d'Eriophyinae.

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE D'ERIOPHYES VITIS

Méthodes de préparation et d'observation

La technique de la préparation des *E. vitis* est très délicate du fait de leur petite taille (0,1-0,2 mm) et de leur abdomen annelé ; fréquemment, le corps se contracte lorsque l'on dépose le couvre-objet et les possibilités d'observation au microscope se trouvent très réduites.

La meilleure technique de préparation est la suivante : les acariens, décolorés dans l'acide lactique chauffé à 50°C pendant quelques heures, sont déposés par groupes de quatre ou cinq dans le liquide de KEIFER I¹ ; après 1 minute, passage dans le K II pendant quelques instants ; le K III permet d'effectuer le montage. Pour éviter que l'ériophyide se contracte, il est recommandé d'employer très peu de K III lors du montage ; il faut, si possible, éviter que le liquide, en s'étalant, n'arrive au bord du couvre-objet circulaire.

Il est parfois nécessaire de dilater, de gonfler au maximum les ériophyides morts et desséchés, avant de procéder au montage des préparations ; pour y parvenir, on dépose les acariens pendant quelques minutes dans le liquide d'ANDRÉ². Ce même liquide peut être employé pour conserver les ériophyides ; il a la propriété de les décolorer très lentement (2-3 mois).

¹ Liquides de KEIFER	I	II	III
Sorbit	40 g	40 g	24 g
Gomme arabique . . .	—	—	16 g
Eau distillée	40 cc	40 cc	—
Formaldéhyde	—	—	200 cc
Glycérine	120	80	200 gouttes
Hydrate de chloral . .	112 g	128 g	148 g
Résorcine	8 g	—	—
Iode	4 g	4 g	4 g
Iodure de potasse . . .	—	4 g	4 g

Communication personnelle du D^r G. MATHYS.

² LANGERON, M., 1934. *Précis de Microscopie*. Masson, Paris : 857. Composition : Eau dist. 30 cc ; Hydrate de chloral 40 g ; acide acétique cristallisable 30 cc.

Pour obvier aux inconvénients de l'observation au microscope, avec contraste de phase et immersion, auquel nous avons recours pour les mensurations des diverses parties du corps, pattes, articles, bouclier, etc., nous étudions les acariens avec un microscope à la lumière incidente, sans immersion. Ce mode d'observation permet d'éviter les déformations dues aux préparations avec couvre-objet, car les ériophyides sont déposés sur les bords d'une goutte d'eau et mesurés vivants, sans couvre-objet.

Morphologie des formes préimaginales

Généralités

Les stades évolutifs de la famille des Eriophyidae sont les suivants (NALEPA, 1911) : Oeuf-larve-nymphé-adulte. Chez certaines espèces, la femelle adulte prend à la fois la forme primogyne et la forme deutogyne (cf. p. 243),

On observe deux nymphoses (cf. p. 249) ; dans la littérature, on parle de puppe (NALEPA, 1911) ou de pseudopuppe (KIDO et STAFFORD, 1948) pour ces deux stades immobiles ; chez les acariens, HUGHES (1959) désigne par le terme enveloppe, la membrane dans laquelle ont lieu les deux nymphoses. Dans notre travail sur *Eriophyes vitis* PGST., l'expression enveloppe pupale désigne la membrane, d'origine cuticulaire, qui se détache du corps de la larve et de la nymphe lors des nymphoses.

Nous reprendrons, à la fin de ce travail, les questions relatives à la parthénogénèse et à la présence ou à l'absence de mâle chez certaines espèces d'ériophyides.

L'œuf

L'œuf d'*E. vitis* est elliptique, blanchâtre et faiblement translucide ; sa surface est réticulée. Pour 50 œufs (tableau 2) la largeur est de 40 μ et la longueur de 49 μ . Les mensurations sont faites avec un microscope à lumière incidente. Si l'on considère que l'orifice génital ou épigynium des femelles (tableau 6) est de 19 μ et que la largeur moyenne du corps (tableau 5) est de 38 μ , on constate que les œufs sont énormes par rapport aux dimensions des femelles.

La larve et la nymphe

Pour permettre de faire des comparaisons entre ces deux formes préimaginales, et de les caractériser facilement, nous étudions parallèlement la larve et la nymphe dans ce chapitre.

Nous donnons ci-après la description de ces deux stades évolutifs, basée sur nos observations personnelles.

Larve : Corps trapu, fusiforme, annelé, lobé ou pointillé ; bouclier avec setae dorsales ; ambulacre plumeux avec 3 paires de branches ;

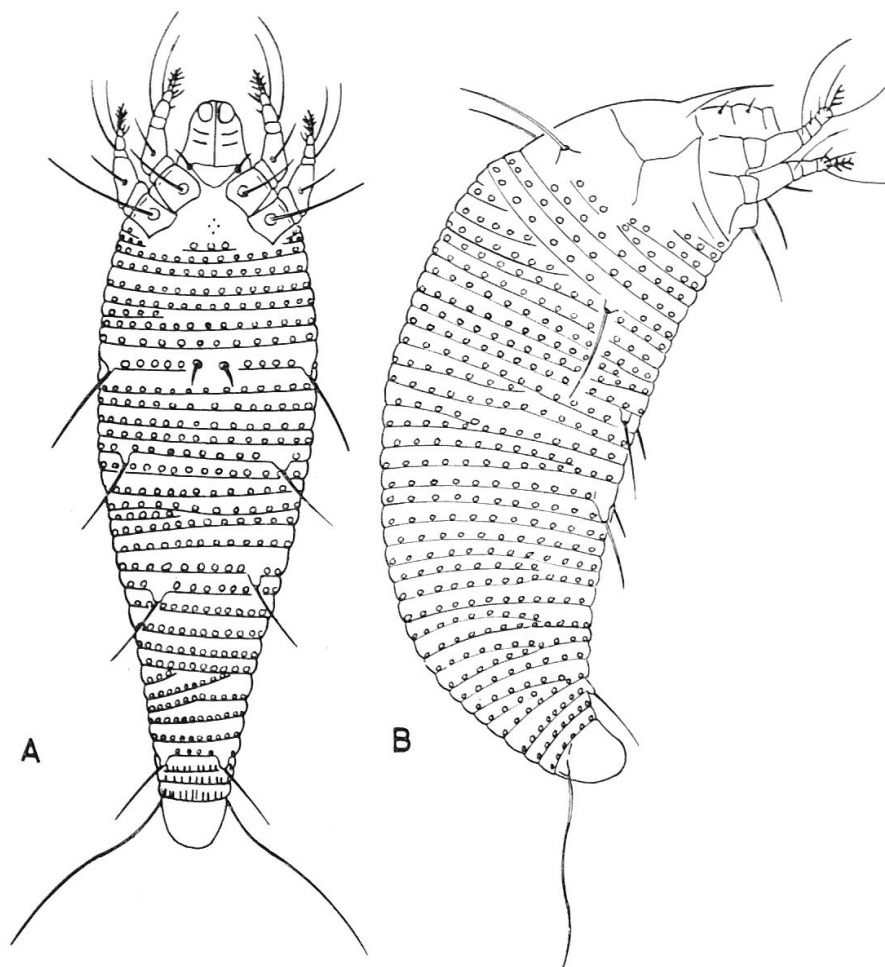


Fig. 2. — Larve de *E. vitis*. — A. Ventral. — B. Latéral.

TABEAU 2

Mensurations d'œufs de E. vitis en μ

		Longueur	Largeur
Nombre de mesure	N	50	50
Moyenne	\bar{x}	49,49	40,47
Ecart-type de la moyenne	$s_{\bar{x}}$	0,41	0,29
Variance	s_x^2	8,452	4,074
Ecart-type	s_x	2,91	2,02
Limites fiduciaires $1f(P = 0,01)$		48,39	39,70
$\bar{x} \pm t_{0,01,n} = N - 1(s_{\bar{x}})$		50,59	41,24

ventral 29 à 33 anneaux ou demi-anneaux, dorsal 37 à 41 ; ventral 3 anneaux entre les setae ventrales III et la plaque caudale ; pas d'épiginium, mais présence de 2 soies très courtes à la hauteur de l'épiginium de la femelle ; à part absence de setae genitales, même disposition et même nombre de soies que sur la femelle ; ventouse rétractible ; long. pendant nymphose 105 μ (tableau 3 et figure 2).

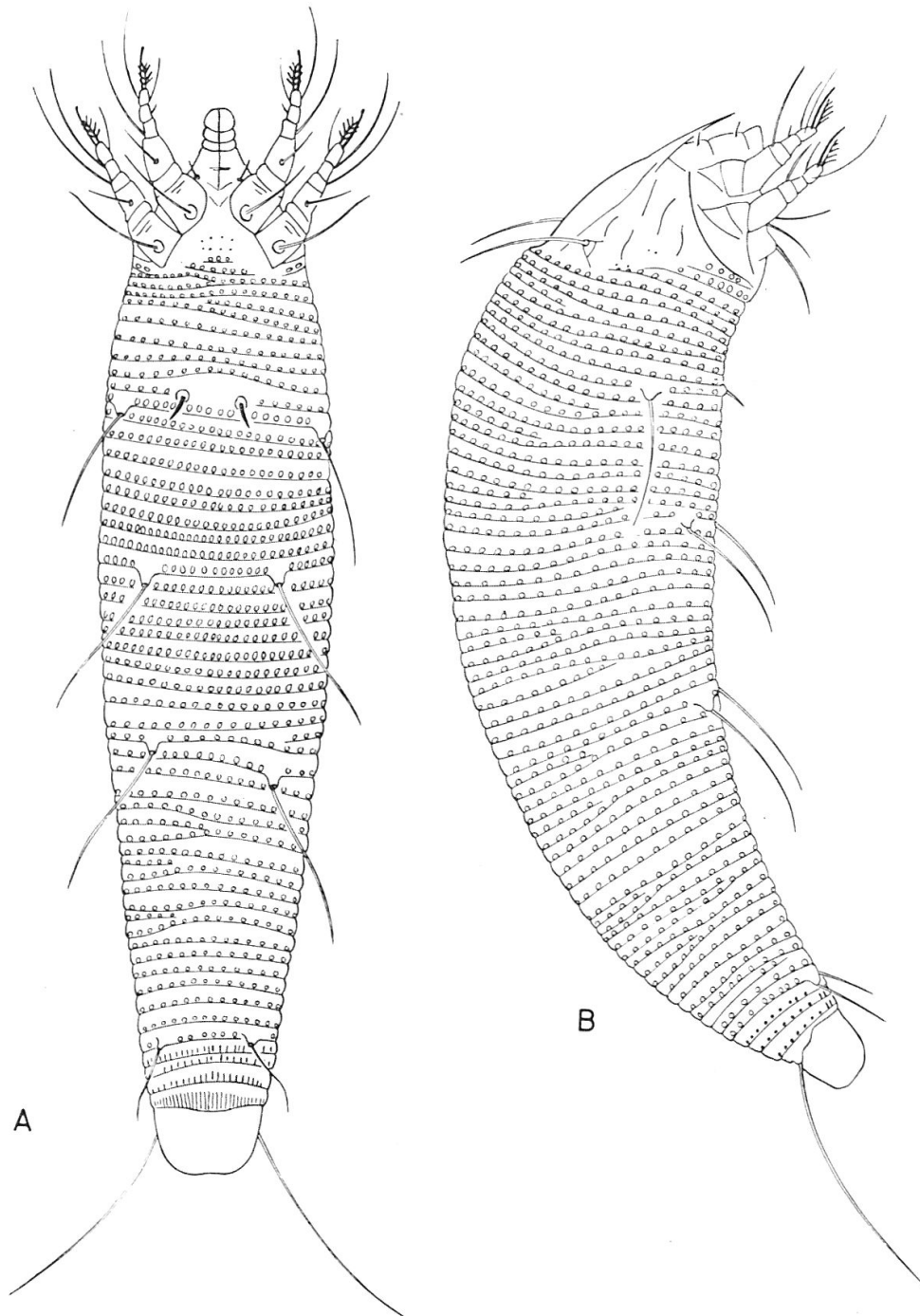


Fig. 3. — Nymphé de *E. vitis*. — A. Ventral. — B. Latéral.

TABLEAU 3

*Mensurations des enveloppes pupales et des nymphes
dans les enveloppes pupales, en μ*

	a) Long. envel. pupale	b) Long. nymphe	Epaisseur envel. pupale à la hauteur :	
			c) du bouclier envel. pup.	d) du bouclier nymphe
N	20	20	20	20
\bar{x}	106,37	87,12	30,69	32,56
$s_{\bar{x}}$	1,00	1,00	0,31	0,32
s^2_x	20,05	19,92	1,88	2,05
s_x	4,47	4,46	1,37	1,43
If (P = 0,01)	103,51 — 109,23	84,26 — 89,98	29,80 — 31,58	31,64 — 33,48

*Mensurations des enveloppes pupales et des adultes
dans les enveloppes pupales, en μ*

	a) Long. envel. pupale	b) Long. adulte	Epaisseur envel. pupale à la hauteur :	
			c) du bouclier envel. pup.	d) du bouclier adulte
N	20	20	20	20
\bar{x}	156,37	125,75	35,5	39,69
$s_{\bar{x}} \pm$	1,05	0,87	0,3	0,39
s^2_x	22,02	15,2	1,875	3,1
s_x	4,69	3,90	1,37	1,76
If (P = 0,01)	153,37 — 159,37	123,26 — 128,24	34,6 — 36,4	38,57 — 40,81

Nymphe : Corps assez allongé, légèrement fusiforme, annelé, lobé ou pointillé ; bouclier avec setae dorsales ; ambulacre plumeux avec 4 paires de branches ; ventral 48-53 anneaux ou demi-anneaux, dorsal 55-58 ; ventral 4 anneaux entre setae ventrales III et plaque caudale ; pas d'épigynium, mais présence de 2 soies très courtes à la hauteur de l'épigynium de la femelle ; à part absence setae genitales, même disposition et même nombre de soies que sur la femelle ; ventouse rétractible ; long. pendant nymphose 156 μ (tableau 3 et figure 3).

Pour obtenir les moyennes des longueurs et des largeurs les plus exactes possibles, nous mesurons les larves et les nymphes à un stade évolutif précis et dans des conditions bien définies : pendant la nymphose, lorsque la nymphe ou l'adulte bouge au milieu de l'enveloppe pupale, et avec un microscope à lumière incidente.

Dans ce travail, l'enveloppe pupale contenant la future nymphe sera appelée pseudopupe I ; l'enveloppe pupale contenant le futur adulte, pseudopupe II (KIDO et STAFFORD, 1948). Les pseudopupes I et II, répondant aux conditions ci-dessus, sont déposées sur un porte-objet sans liquide et mesurées. Les altérations dues aux préparations avec liquide et couvre-objet sont donc évitées.

Nous effectuons quatre mensurations par pseudopupe, environ 12 heures avant la sortie de la nymphe ou de l'adulte (tableau 3) :

- a) longueur totale, bouclier-extrémité postérieure de l'enveloppe pupale ;
- b) longueur totale, bouclier-extrémité postérieure de la nymphe ou de l'adulte dans l'enveloppe pupale ;
- c) épaisseur de l'enveloppe pupale à la hauteur du bouclier de l'enveloppe pupale ;
- d) épaisseur de l'enveloppe pupale à la hauteur du bouclier de la nymphe ou de l'adulte à l'intérieur.

Les moyennes du point *d*) sont nettement plus élevées que celles du point *c*). Les nymphes et les adultes sont contractés, ramassés sur eux-mêmes au milieu de l'enveloppe pupale et dilatent celle-ci en son milieu. Les différences entre les moyennes sont statistiquement assurées et permettent de bien distinguer les deux nymphoses. Ainsi, lors des nymphoses, les pseudopupes I ont une moyenne de 106 μ de longueur (limite fiduciaire : $\pm 2,8$; $t = 0,01$) et les pseudopupes II 156 μ de longueur (LF : $\pm 2,9$; $t = 0,01$), les futures nymphes 87 μ de longueur (LF : $\pm 2,8$; $t = 0,01$) et les futurs adultes 125 μ de longueur (LF : $\pm 2,4$; $t = 0,01$) ; (tableau 3 ; *a* et *b*).

Les mensurations des diverses parties des larves et des nymphes (tableau 4, dépliant) sont faites au microscope avec contraste de phase et immersion. Les moyennes obtenues à la plupart des rubriques permettent de caractériser les deux stades évolutifs. Il faut cependant remarquer que, si les moyennes sont différentes pour les larves et les nymphes, les extrêmes se chevauchent à certaines rubriques, notamment pour : les ambulacres plumeux, les ventouses, la longueur des boucliers.

Le processus des deux nymphoses est à peu près le même ; chacune d'elles dure environ deux jours. L'abdomen perd peu à peu sa souplesse et tout le corps s'engourdit lentement. L'enveloppe pupale se dilate et se détache du contenu ; une fois dégagée des parois de l'enveloppe pupale, la nymphe ou l'adulte se trouve au milieu de celle-ci ; par des contractions et des décontractions successives de l'abdomen, et en prenant appui avec la ventouse contre les parois de l'enveloppe pupale, l'acarien se meut vers l'extrémité antérieure de celle-ci ; après une douzaine d'heures d'efforts, la nymphe ou l'adulte se trouvent dans la partie antérieure de l'enveloppe pupale, qui se déchire près du bouclier, libérant l'ériophyide.

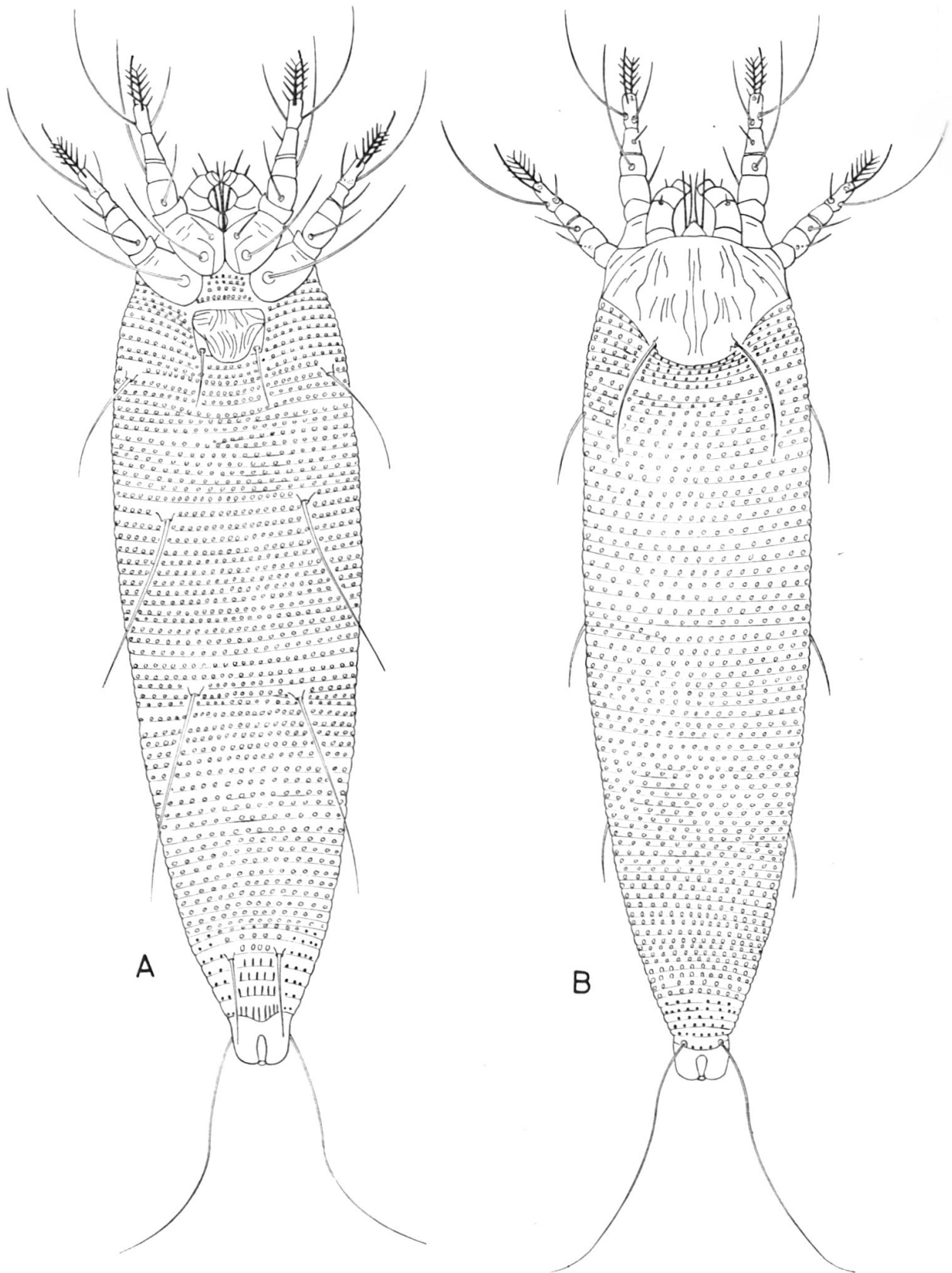


Fig. 4. — Femelle d'*E. vitis*. — A. Ventral. — B. Dorsal.

Morphologie de la forme adulte

Nous donnons ci-après une brève description d'*E. vitis* femelle pour permettre la comparaison avec les formes préimaginales :

Corps cylindrique, vermiforme, annelé, lobé ou pointillé ; bouclier avec setae dorsales ; ambulacre plumeux avec 5 paires de branches ; ventral 64-75 anneaux ou demi-anneaux, dorsal 67-78 ; généralement 4 anneaux entre les setae ventrales III et la plaque caudale ; présence d'épigynium avec setae genitales longues et fines ; ventouse rétractile ; ♂ pas trouvé en Suisse ; ♀ long. 150 μ , larg. 36 μ (mensurations faites en été ; tableau 5 : a ; fig. 4-5 et 6-7).

Les mensurations des longueurs et largeurs des *E. vitis* femelles adultes sont faites avec un microscope à lumière incidente ; environ

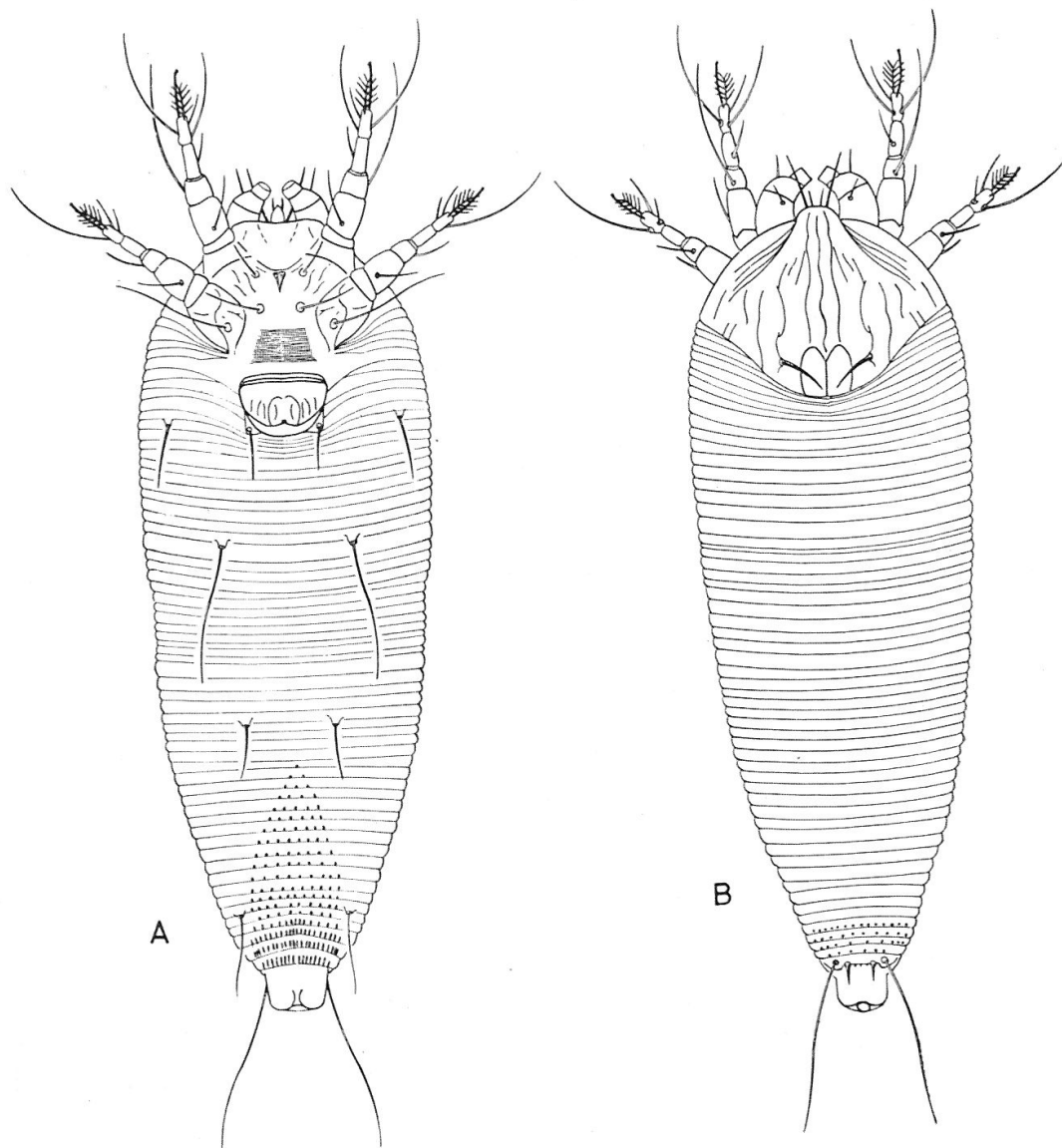


Fig. 5. — Femelle de *Phyllocoptes vitis*. — A. Ventral. — B. Dorsal.

TABLEAU 5

*Mensurations Eriophyes vitis femelles adultes ;
longueur et largeur du corps en μ*

a) Lieu : Mont-sur-Rolle. Date : 16.VII.63.

		Sur les feuilles	
		Longueur	Largeur
Nombre de mesures	N	50	50
Moyenne	\bar{x}	150,66	36,67
Ecart type de la moyenne	s_x^-	4,30	0,20
Variance	s_x^2	927,29	2,08
Ecart type	s_x	30,44	1,44
lf ($P = 0,01$)		139,14 162,18	36,13 37,21

b) Lieu : Montcherand. Date : 20.XI.62. 5 sarments.

	Sous les écorces		Base du sarment		Extrémité du sarment	
	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur
N	200	200	250	250	200	200
\bar{x}	162,78	37,48	157,91	38,35	120,96	36,72
s_x^-	0,98	0,12	1,11	0,15	0,91	0,15
s_x^2	191,53	2,89	305,83	5,71	165,81	4,69
s_x	13,82	1,7	17,49	2,39	12,87	2,16
lf ($P=0,01$)	160,23 - 165,33	37,17 - 37,79	155,02 - 160,80	37,96 - 38,74	118,59 - 123,33	36,32 - 37,12

c) Lieu : Montcherand. Date : 19.I.63. 5 sarments.

N	200	200	181	181	225	225
\bar{x}	154,63	37,23	152,25	36,51	142,04	36,95
s_x^-	0,76	0,12	0,83	0,66	0,76	0,11
s_x^2	114,59	2,804	123,41	79,695	129,676	2,85
s_x	10,7	1,67	11,1	8,93	11,38	1,68
lf ($P=0,01$)	152,65 - 156,61	36,92 - 37,54	150,09 - 154,41	34,79 - 38,23	140,06 - 144,02	36,66 - 37,24

TABLEAU 5 (suite)

d) Lieu : Montcherand. Date : 18.III.63. 3 sarments.

	Sous les écorces		Base du sarment		Extrémité du sarment	
	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur
N	50	50	150	150	142	142
\bar{x}	171,55	36,55	171,23	36,82	155,95	36,47
$s_x^- \pm$	1,60	0,14	0,92	0,088	1,00	0,12
s_x^2	128,03	1,056	128,586	1,166	141,563	2,038
s_x	11,31	1,02	11,33	1,07	11,89	1,42
lf ($P=0,01$)	167,26 - 175,84	36,17 - 36,93	168,83 - 173,63	36,59 - 37,05	153,34 - 158,56	36,16 - 36,78

e) Lieu : Sion. Date : 5.XII.62. 5 sarments.

N	200	200	250	250	200	200
\bar{x}	147,88	37,63	144,48	37,83	137,57	37,64
s_x^-	0,91	0,12	0,10	0,12	0,70	0,18
s_x^2	165,93	2,66	2,528	3,757	97,545	6,14
s_x	12,87	1,63	1,59	1,93	9,82	2,47
lf ($P=0,01$)	145,51 - 150,25	37,32 - 37,94	144,22 - 144,74	37,52 - 38,14	135,75 - 139,39	37,17 - 38,11

2300 individus sont mesurés (tableau 5). Nous n'avons pas constaté la présence de mâles (cf. p. 279). La longueur considérée va de l'extrémité antérieure du bouclier à l'extrémité postérieure de la ventouse. La largeur maximum est mesurée à la hauteur du bouclier. Les acariens sont prélevés en été et en hiver (voir dates tableau 5) et à différents points des sarments (sur les feuilles, sous les écorces, dans les bourgeons).

Les variations entre les différentes moyennes obtenues sont parfois considérables. La remarque la plus importante concerne la nette différence entre la longueur des *E. vitis* prélevés en hiver, sous les écorces des courçons et à la base des sarments et ceux prélevés à l'extrémité des sarments (tableau 5 ; b).

Ils sont morphologiquement semblables, seule la différence entre les moyennes des longueurs, statistiquement assurée, permet de constater ces variations. Nous verrons à la fin de la deuxième partie de ce travail (cf. p. 279), quelles sont les causes biologiques de ces différences.

Pour les mensurations des diverses parties du corps des *E. vitis* adultes, pattes, articles, bouclier, etc., nous utilisons un microscope avec contraste de phase et immersion.

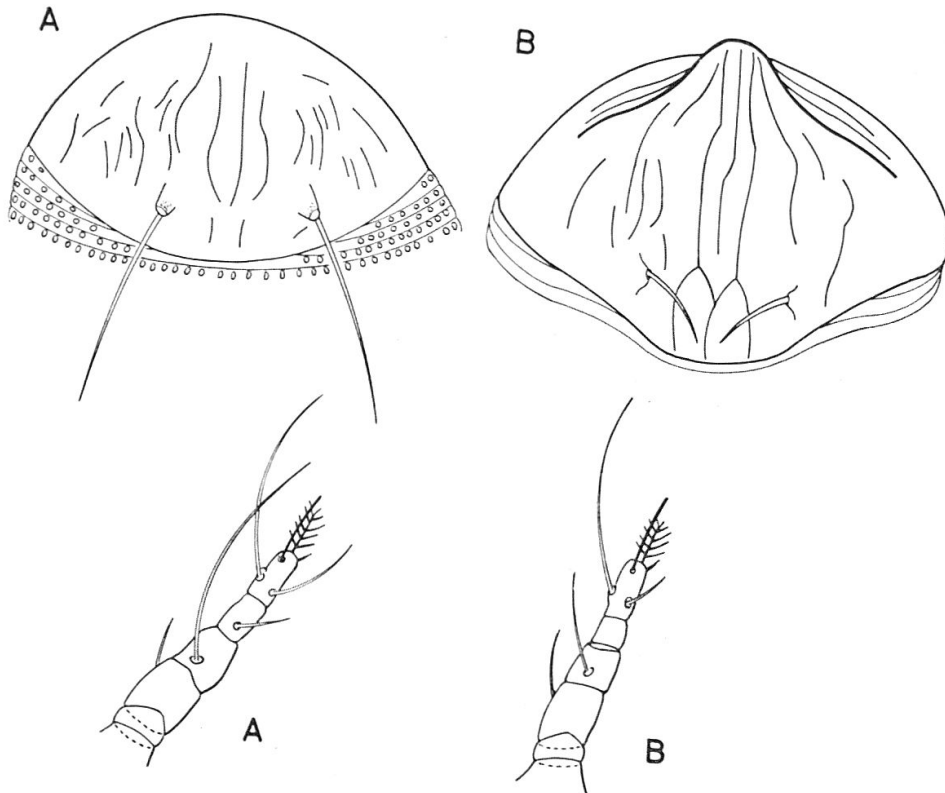


Fig. 6 (en-dessus). — Boucliers. — A. De *E. vitis*. — B. De *Phyll. vitis*.

Fig. 7 (en-dessous). — Pattes de *E. vitis*. — A. Patte antérieure ; dorsal. — B. Patte postérieure ; dorsal.

Les *E. vitis* prélevés pendant la période de végétation, sur les différents organes du sarment (tableau 6 ; *e, f, g, h*), sont semblables, les différences entre les moyennes, normales. Pour l'ensemble des moyennes obtenues et comparées à celles de KEIFER (1944), nous constatons (tableau 6 ; *i*, dépliant) une différence importante pour la longueur des pattes, la longueur de l'ambulacre plumeux de la 2^e paire de pattes et la largeur du bouclier. Il est possible que pour la longueur des pattes, KEIFER n'ait pas compris la longueur de l'ambulacre plumeux dans ses mesures ; la différence des largeurs des boucliers est peut-être due aux techniques utilisées pour le montage des préparations (en mettant très peu de liquide lors du montage, le couvre-objet aplatit le bouclier convexe). Pour les mesures des ambulacres plumeux la différence est inexplicable.

On remarquera (tableau 6 ; *j*) la présence de trois femelles dont les mesures correspondent aux moyennes générales, mais dont les nombres d'anneaux ventraux et dorsaux et les nombres des lobes entre les soies sont nettement plus élevés que les moyennes générales (tableau 6 ; *i*).

Conclusions

La présence d'un épigynium (orifice génital) sur la femelle adulte d'*Eriophyes vitis* permet de distinguer facilement la forme adulte des deux formes préimaginales (absence d'un épigynium) (fig. 1).

Entre la larve et la nymphe, la différence la plus facile à observer porte sur le nombre d'anneaux ou demi-anneaux de la face ventrale. Pour la larve, nous en dénombrons environ 30 (extrêmes 29-33) ; pour la nymphe, environ 50 (extrêmes 48-53) (cf. p. 245 et tableau 4, dépliant).

BIOLOGIE D'ERIOPHYES VITIS PGST.

Recherches antérieures

Toutes les publications concernant *E. vitis* se réfèrent à la seule plante-hôte *Vitis vinifera* L. Les plus complètes sont celles de SMITH et STAFFORD (1948), KIDO et STAFFORD (1955), SMITH et SCHUSTER (1963). Il ressort de ces études, effectuées en Californie, que l'espèce se subdivise en trois formes ou biotypes :

Forme des bourgeons (bud-mite strain)

Forme gallicole des feuilles (erineum strain)

Forme non gallicole des feuilles (leaf-curl strain)

Seules les deux premières souches peuvent avoir une importance économique. La troisième ne semble apparaître que sporadiquement dans les vignobles californiens.

Les *E. vitis* de la forme des bourgeons provoquent (SMITH et STAFFORD, 1948) sur l'épiderme de la tige herbacée l'apparition de légers tissus cicatriciels ; à la base de la jeune pousse contaminée, les entrenœuds sont anormalement courts ; parfois le bourgeon terminal dépérit et le développement du sarment est arrêté. Les *E. vitis* hivernent sous forme adulte ; ils pénètrent le plus possible à l'intérieur du bourgeon dormant, parviennent souvent jusqu'à la jeune pousse embryonnaire et compromettent ainsi son développement futur (SMITH et SCHUSTER, 1963).

Pendant la période de végétation, les différents organes de la pousse, bourgeons axillaires, boutons floraux, feuilles, stipules, bractées, peuvent être attaqués (SMITH et SCHUSTER, 1963).

Les *E. vitis* de la forme gallicole des feuilles hivernent comme adultes sous les écailles externes du bourgeon dormant ; au printemps, la jeune pousse, à peine sortie du bourgeon, est contaminée ; le symptôme essentiel est la formation de galles (sortes de poil hypertrophiés) sur la face inférieure des feuilles, occasionnellement sur les pétioles, les vrilles, les pédoncules, les boutons floraux ; la face supérieure

présente alors de petits dômes de couleur rose-rouge, aux endroits attaqués.

Les études faites en Californie ne sont pas très détaillées en ce qui concerne la forme non gallicole des feuilles ; les *E. vitis* de cette forme provoquent la croissance anormalement grande des poils de la feuille et une sorte d'enroulement de cette dernière.

A partir de ces descriptions sommaires, on peut considérer que la biologie et les dégâts des deux principales formes sont très différents.

Pour la forme des bourgeons : profonde pénétration dans les bourgeons d'hiver et parfois dégâts aux pousses embryonnaires ; pas de formation de galles sur les feuilles.

Pour la forme gallicole des feuilles : pénétration superficielle dans les bourgeons d'hiver ; formation de galles (érinose) sur les feuilles.

Dans les vignobles de Suisse romande, seule la forme gallicole des feuilles est connue.

Technique et méthodes de travail

La petite taille des *E. vitis* et le fait qu'ils ne vivent pas à découvert rendent les observations très difficiles. Pour les voir, nous sommes obligés d'endommager gravement leur habitat, les galles. De plus, tout dégât mécanique sur une partie végétale provoque l'apparition de tissus cicatriciels sur l'épiderme blessé. Les *E. vitis* quittent alors l'endroit observé. Dans ces conditions, il faut renoncer à faire des observations successives sur un point précis d'une feuille. Seule la dissection de pousses toujours renouvelées permet d'étudier la biologie des *E. vitis* et les mouvements des populations pendant la période de végétation.

Pour contaminer artificiellement des plants indemnes, il suffit de mettre en contact, par plusieurs endroits et pendant quelques jours, une pousse contaminée avec une pousse indemne. Plus l'attaque est violente sur la pousse contaminée, plus la transmission de l'érianose par les migrations des *E. vitis* est importante. On peut aussi prélever une feuille contaminée et la mettre en contact étroit avec une feuille d'un plant indemne (galles contre épiderme inférieur). La feuille contaminée se dessèche, les *E. vitis* passent sur l'autre feuille et vont attaquer les jeunes feuilles sur le bourgeon terminal. Il faut remarquer que, même en mettant en contact une feuille indemne et à peine étalée avec une feuille contaminée, nous n'avons jamais observé la formation de galles aux points de contact ou sur le reste de la surface foliaire de la très jeune feuille.

Pour qu'il y ait formation de galles dans des conditions naturelles, les piqûres des *E. vitis* doivent être faites sur des feuilles, des inflorescences, des pétioles et des vrilles qui se trouvent encore dans le bourgeon terminal.

En prenant certaines précautions contre les maladies cryptogamiques, les élevages continus de *E. vitis* sont possibles dans les serres. Avec une température de 20 à 25°C et la lumière artificielle jour et nuit, les élevages peuvent se continuer, en serre, pendant tout l'hiver, pour autant que les plants de vigne ne végètent pas. La réussite de ces élevages dépend beaucoup de la vigueur des plants, car il est nécessaire qu'il y ait toujours de nouvelles pousses pour les *E. vitis* en cours de migration.

Malgré de très nombreux essais, tous les élevages individuels ont échoué ; les causes principales de ces échecs sont la difficulté de maintenir artificiellement les galles turgescentes pendant plus de quinze jours, et le fait que les *E. vitis* ne semblent pas pouvoir vivre longtemps à découvert, hors des galles, même si l'on maintient artificiellement une humidité relative très élevée.

Pour suivre le développement de l'attaque d'érinose en général et les migrations d'*E. vitis* par les galles qu'ils provoquent sur les jeunes feuilles, il est nécessaire d'établir une méthode simple d'estimation des dégâts. Pour chaque feuille contaminée, on exprime en pour-cent le rapport entre la surface foliaire envahie par les galles et la surface totale. Vu le grand nombre de feuilles observées et la dispersion des taches d'érinose sur chaque feuille, on élabore le tableau d'estimation suivant :

Estimation de l'attaque d'érinose sur la feuille	% de la surface foliaire avec galles	Signes utilisés dans ce travail
Faible	> 25 %	traces
Moyenne	25 — 50 %	+
Forte	50 — 75 %	++
Très forte	75 % et plus	+++

Les observations et les résultats obtenus sur une feuille peuvent être comparés à ceux des autres feuilles. Pour que la comparaison soit valable, il faut tenir compte, le plus possible, de l'âge des feuilles considérées. Par exemple, sur une jeune feuille, la densité de la population est très différente de celle d'une feuille âgée. Dans les galles de cette dernière, plusieurs générations d'*E. vitis* se chevauchent.

Dans certaines limites, il existe une relation entre l'âge d'une feuille et sa surface. Pour déterminer cette dernière on a considéré deux mesures :

Longueur de la nervure principale en mm ;

Largeur maximale, perpendiculaire à la nervure principale, en mm.

En multipliant ces deux mesures, on obtient une surface foliaire approximative, qui permet de faire des comparaisons. Dans ce travail, on exprime les mensurations sous la forme du rapport entre la longueur et la largeur (longueur/largeur).

Pour suivre les stades évolutifs pendant toute la période de végétation, on prélève, avec un emporte-pièce de 2 mm de diamètre, des échantillons de feuilles avec les galles. Avec ce diamètre très petit,

on évite que les galles se dessèchent et que les *E. vitis* quittent celles-ci ou meurent avant la fin du recensement. On a considéré les stades évolutifs suivants : œuf-larve-pseudopupe I et II-adulte vivant-adulte mort. Comme la distinction entre les corps desséchés des *Eriophyes vitis* et ceux des *Epitrimerus vitis* ne peut se faire sans utiliser le microscope à immersion, le dénombrement des *E. vitis* morts fut abandonné lorsqu'on constatait la présence d'*Epitrimerus vitis* vivants dans les galles ou sur le reste de la feuille.

Les échantillons sont déposés sur des bandes de papier collant (type « Scotch »), pour faciliter les observations sous la loupe binoculaire. Les sondages, sauf indications particulières, sont effectués au centre des taches d'érinose, pour avoir toujours les mêmes densités de galles.

En résumé, la localisation des *E. vitis* dans des galles très denses empêche de procéder à des observations répétées à quelques jours d'intervalle en un même endroit. L'estimation de l'attaque d'érinose sur chaque feuille permet de suivre les déplacements des populations pendant la période de végétation. Le prélèvement répété de surface foliaire et le dénombrement des *E. vitis* de tous les stades évolutifs donnent des indications précises sur la biologie.

Les observations et les essais qui font l'objet du présent travail ont été effectués simultanément dans divers vignobles de Suisse romande, notamment en Valais à Sion et à Fully, au pied du Jura à Montcherand-sur-Orbe, à La Côte (vignobles entre Lausanne et Genève), à Ecublens, Mont-sur-Rolle et Changins-sur-Nyon.

L'analyse des observations recueillies dans ces localités pendant trois périodes de végétation ne fait pas apparaître de différence quant à l'influence des facteurs abiotiques locaux, température, insolation, humidité. Il semble que les fluctuations des populations d'*E. vitis* d'une année à l'autre soient dues à des phénomènes plus généraux, par exemple automne précoce, hiver rigoureux.

Evolution annuelle de l'érinose

Considérations générales

Sur une parcelle d'essai (Montcherand-sur-Orbe ; cépage : Gamay ; année : 1962), environ 50 sarments fortement infestés sont contrôlés feuille par feuille, pour suivre l'évolution de l'érinose. Aucun traitement contre cette affection n'est effectué ; les sarments se développent naturellement c'est-à-dire sans effeuilles.

La figure 8 montre les tendances générales de l'évolution de l'érinose. Pour établir ces graphiques, on considère quatre groupes de cinq sarments, ce qui permet de tenir compte de la croissance différente de ces derniers. En abscisse, on a le nombre de feuilles sorties du bourgeon terminal et, en ordonnée, l'estimation de l'attaque d'érinose.

L'étude du graphique de la figure 8 permet de faire les constatations suivantes :

— au début du printemps, les deux ou trois premières feuilles sont fortement contaminées ; puis l'attaque diminue pour être souvent nulle lors de l'étalement des 7^e et 8^e feuilles. Nous désignons cette phase initiale sous le nom de *premier cycle* ;

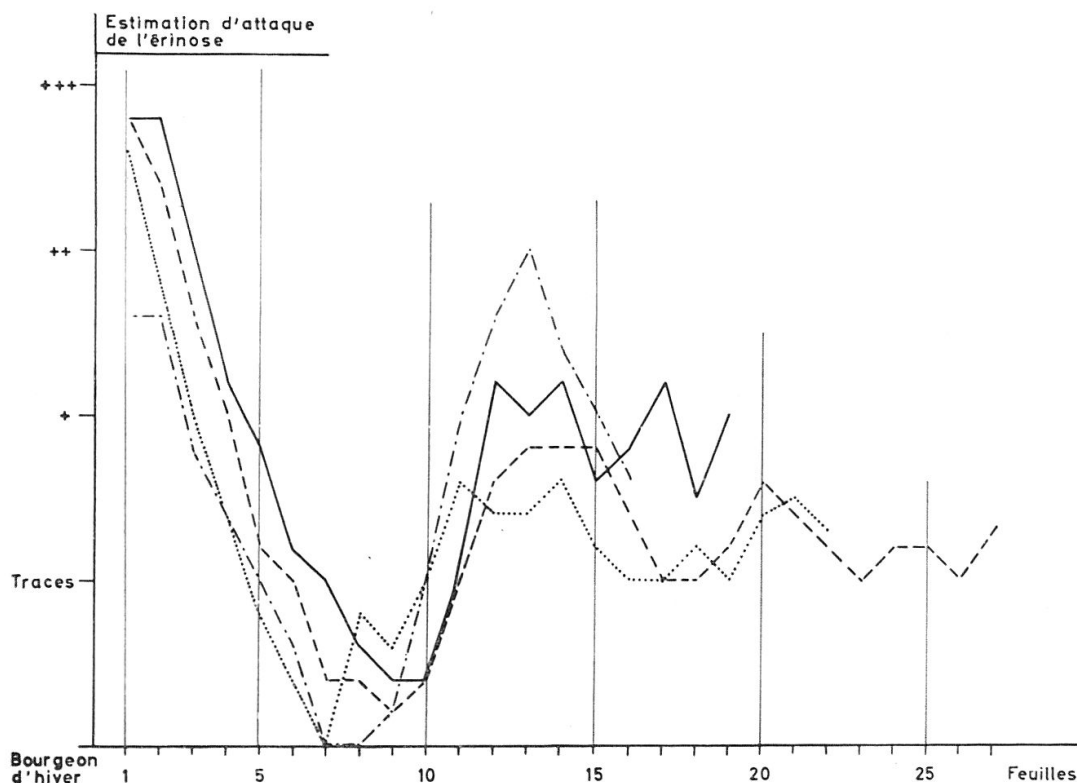


Fig. 8. — Evolution annuelle de l'éribose sur 4 groupes de 5 sarments, non traités, non rabattus après la 12-13^e feuille, et sans effeuilles.

— à la fin du printemps, lors de l'étalement des 9^e et 10^e feuilles, on observe une reprise de la contamination, avec un maximum aux environs de la 13^e feuille. Puis, en été et en automne, l'extrémité du sarment est contaminée par vagues successives. Cette seconde phase est appelée *deuxième cycle*.

Nous donnons ci-après une description détaillée du développement de ces deux cycles.

La figure 8 représente le développement annuel de l'éribose, à partir du contrôle des feuilles attaquées et indemnes. La figure 9 est établie en tenant compte de la biologie des *E. vitis* pendant une période de végétation. Pour cette dernière figure, nous considérons les lieux de multiplications et les migrations des ériophyides sur un sarment,

dans une vigne cultivée normalement, c'est-à-dire avec effeuilles et cisailage après la 12^e feuille environ.

On peut distinguer quatre phases importantes (fig. 9) :

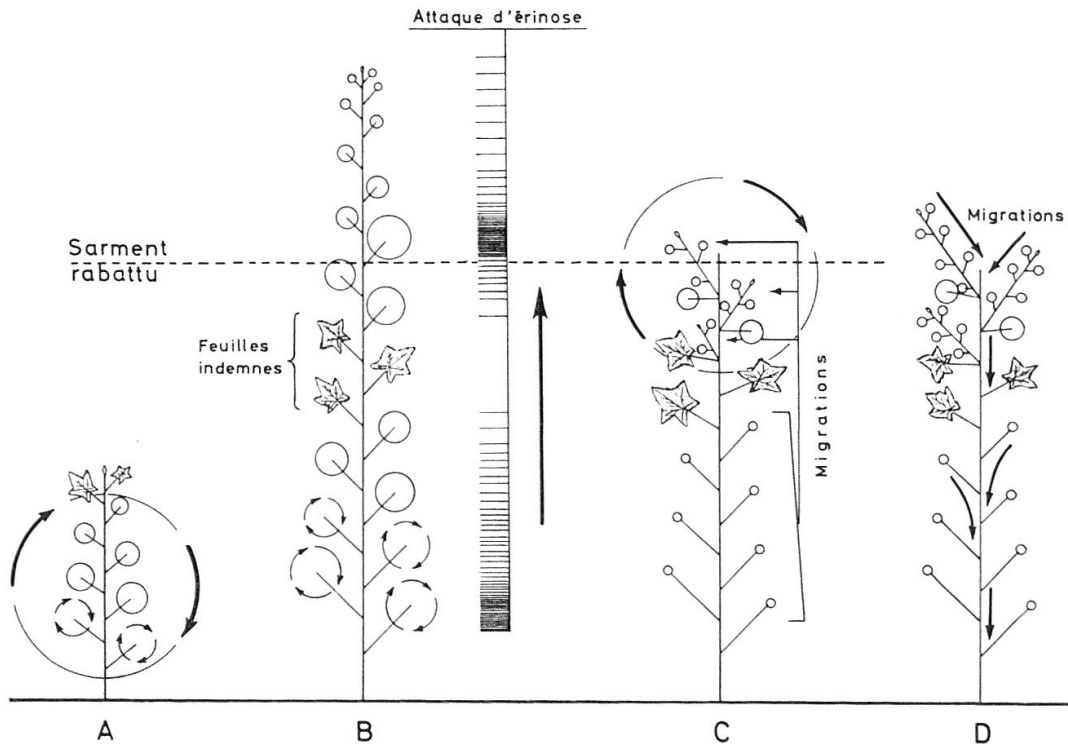


Fig. 9. — Lieux de multiplication et migration d'*E. vitis* pendant une période de végétation. — A. Premier cycle. — B. Migrations avant les effeuilles et le rabattement du sarment. — C. Deuxième cycle, après les effeuilles et le rabattement du sarment. — D. En automne, migrations vers les bourgeons d'hiver et sous les écorces du courçon.

A. *Premier cycle.* — Après avoir hiverné dans les bourgeons et sous les écorces du bois de l'année précédente, les *E. vitis* émigrent au printemps vers les premières feuilles de la nouvelle pousse et pondent ; les galles commencent à se développer.

B. *Migrations.* — Un certain nombre de *E. vitis* de la première génération estivale émigre des premières feuilles vers le bourgeon terminal et contamine les jeunes feuilles avant que celles-ci soient étalées. On peut considérer que les feuilles du premier cycle forment un réservoir de population migrante. Après la floraison, les effeuilles et le rabattement du sarment sont effectués et favorisent la croissance des pousses axillaires.

C. *Deuxième cycle.* — Les galles sur les feuilles de la base ne contiennent plus beaucoup de *E. vitis*. Ces derniers se multiplient sur les nouvelles pousses axillaires, à l'extrémité du sarment rabattu.

D. *Migrations*. — En automne, avant la chute des feuilles, les *E. vitis* quittent les galles et se déplacent vers les bourgeons d'hiver.

On peut noter l'importance des pousses axillaires comme lieux de multiplication.

Premier cycle

Pour suivre avec précision le développement de l'érinose dès le débourrement du bourgeon d'hiver jusqu'à l'apparition des grappes sur la jeune pousse (fig. 10a), nous nous basons sur les stades repères de la vigne (fig. 10b, d'après BAGGIOLINI, 1952).

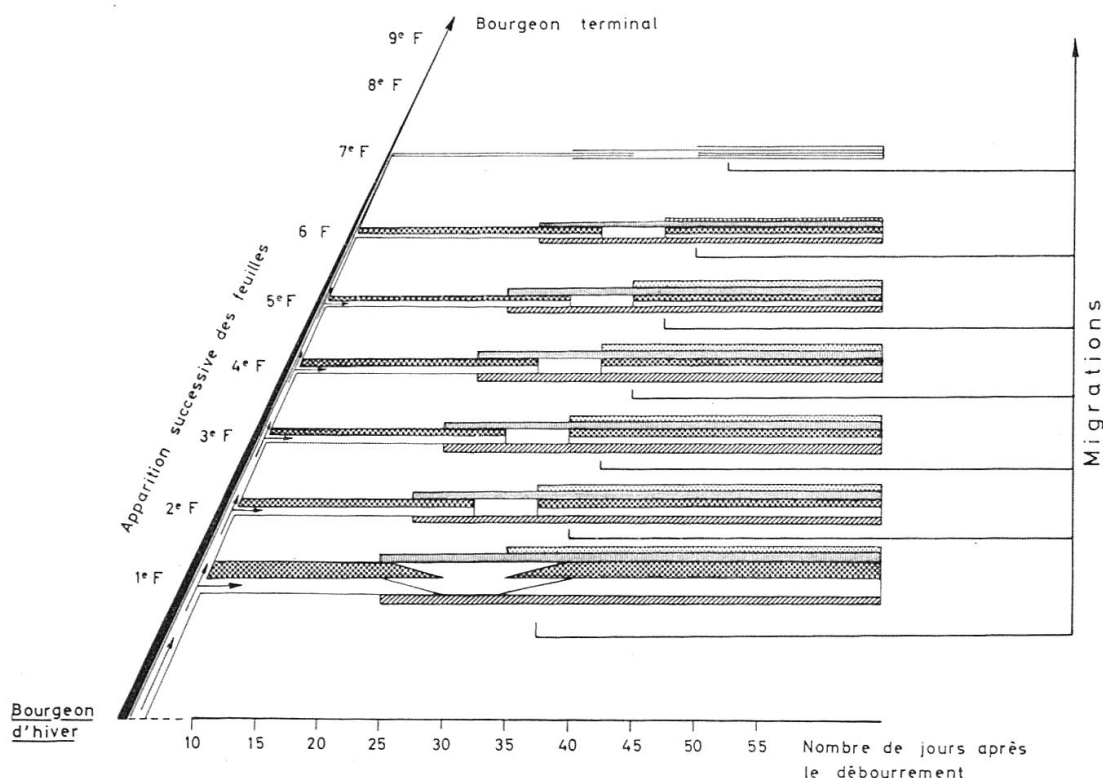


Fig. 10a. — Premier cycle ; au printemps, contamination successive des sept premières feuilles d'un sarment.

LÉGENDE : Femelles d'*E. vitis* vivantes == ; œufs (gros pointillé) ; larves (hachures verticales) ; pseudopupes (petits pointillés) ; femelles de *E. vitis* mortes (hachures obliques).

Stade A. — Les *E. vitis* hivernent sous forme d'adultes parfaits, sans diapause, soit :

Sous les écorces du bois de l'année précédente, isolément ou en groupes. Ces groupes peuvent être plus ou moins importants (jusqu'à 100 individus) suivant l'attaque de l'année précédente. Environ 80 % des *E. vitis* présents sous les écorces se trouvent à une distance de moins de 1,5 cm de la base du sarment d'où ils proviennent.

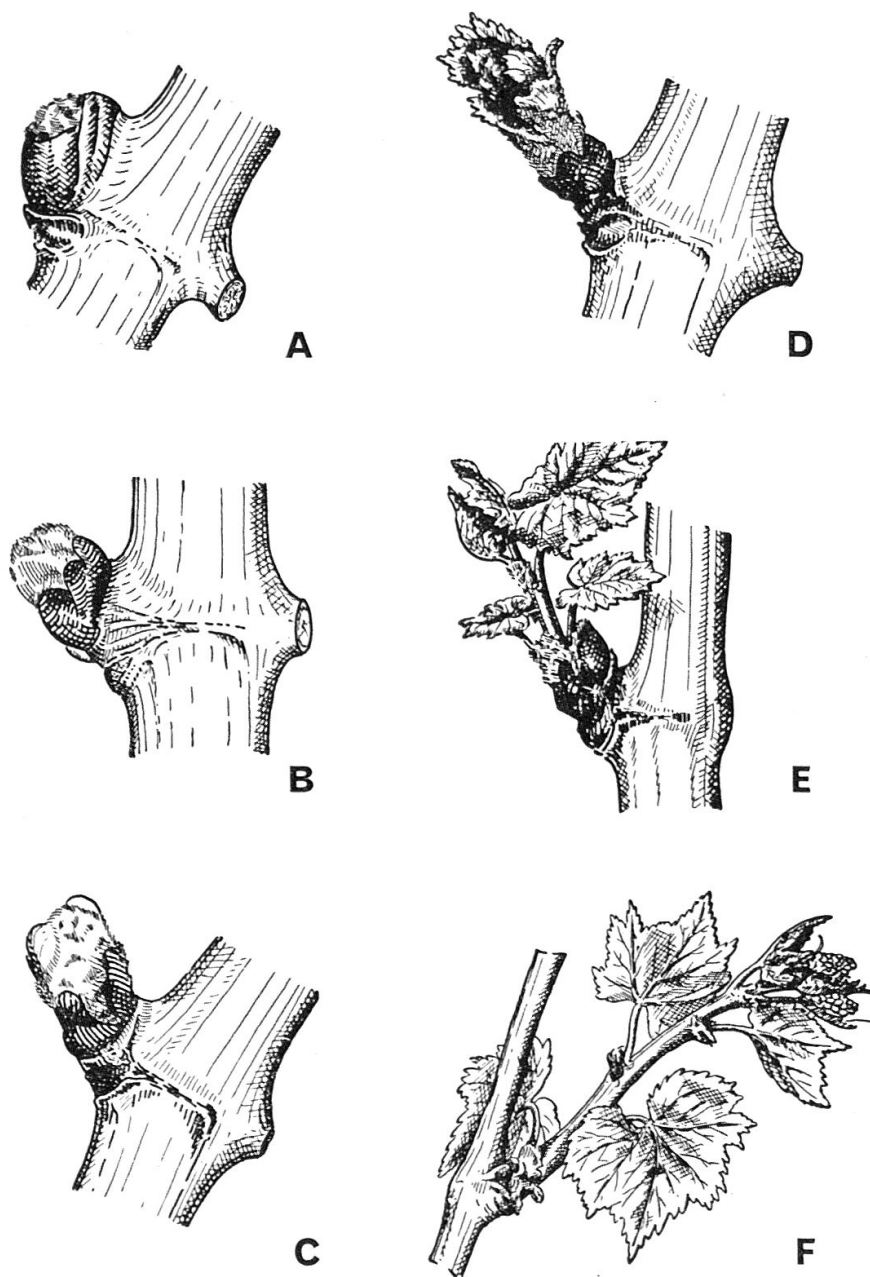


Fig. 10b. — Stades repères de la vigne (d'après BAGGIOLINI 1952). — A. Bourgeon d'hiver. — B. Bourgeon dans le coton. — C. Pointe verte. — D. Sortie des feuilles. — E. Feuilles étalées. — F. Grappes visibles.

Sous les écailles externes du bourgeon. Les *E. vitis* peuvent former des groupes très importants (jusqu'à 300-400 individus), généralement très serrés les uns à côté des autres, les uns sur les autres, agglomérés en « pelote » ; souvent, les *E. vitis* des couches périphériques meurent, alors que ceux de l'intérieur résistent au froid. Si le bourgeon d'hiver ne présente pas une structure très compacte, les ériophyides peuvent

pénétrer jusqu'à la zone cotonneuse, entre le bourgeon principal et les bourgeons secondaires. Contrairement aux observations faites en Californie (cf. p. 255), nous n'avons jamais observé que des *E. vitis*, ayant réussi à traverser la zone cotonneuse, soient parvenus jusqu'à la pousse embryonnaire.

Stade B. — Les « pelotes » commencent à se défaire. Tous les *E. vitis* ne sont plus localisés à la base des écailles. On en trouve déjà à mi-distance entre la base et l'extrémité des écailles ; c'est le début de la migration vers le sommet du bourgeon.

Stade C. — La plus grande partie des *E. vitis* a quitté la base des écailles. Les premiers individus parviennent sur la jeune pousse.

Stade D. — Sur les premières feuilles visibles, nous constatons le début de la formation des galles, indiquant que les *E. vitis* se nourrissent, la présence des premières pontes et l'absence de *E. vitis* hivernants morts.

Stade E. — A ce stade, si la population hivernante est très importante, on observe parfois, à la base de la jeune pousse, et sous la première écaille charnue au sommet des nouveaux bourgeons axillaires, la présence de *E. vitis* et d'œufs. Les piqûres d'acariens provoquent, dans certains cas, la formation de galles. Ces acariens ont apparemment hiverné sous les écorces.

Stade F. — Sur les feuilles de la base, apparition des premières larves. Il n'y a pas encore de pseudopupes. On trouve les premières femelles hivernantes mortes. Sous les écailles charnues, à la base de la pousse et à l'extrémité des nouveaux bourgeons axillaires, les œufs n'ont pas encore éclos.

Les observations des stades phénologiques B, C et D reposent sur la dissection d'environ 450 bourgeons, et celles des stades E et F sur environ 150 pousses.

Date : printemps 1963 ; provenance : Sion (Valais).

Deuxième cycle

Si l'on considère le développement de l'érinose dans son ensemble, il y a souvent rupture dans la contamination (présence de feuilles indemnes), entre le premier et le deuxième cycle. Les premières feuilles de ce dernier sont faiblement contaminées par les premiers *E. vitis* migrants. Par la suite, et jusqu'à la fin de la période de végétation, les feuilles sont plus ou moins fortement contaminées (voir fig. 8). Ces variations sont dues :

Aux migrations partielles plus ou moins importantes, selon qu'elles proviennent d'une feuille fortement ou faiblement contaminée.

A l'addition des *E. vitis* de deux migrations partielles en provenance de deux feuilles. Par exemple, les *E. vitis* migrants de la première feuille parviennent à la hauteur de la 3^e feuille en même temps que les *E. vitis* migrants quittent celle-ci. Ces deux groupes contaminent ensemble une jeune feuille sur le bourgeon terminal de la pousse principale ou des pousses axillaires.

La contamination du deuxième cycle débute déjà à la fin du printemps ; jusqu'en automne, il y a des migrations partielles de ces premières feuilles attaquées vers les nouvelles pousses axillaires, qui se développent après le rabattement du sarment.

Nombre des générations

Il est très difficile d'observer les différents stades du cycle évolutif d'*E. vitis*. S'il est possible d'isoler un œuf en détruisant les galles qui l'environnent, on ne peut éviter que la jeune larve ne meure en l'absence de celles-ci. Toutes les observations directes nécessitent la destruction des galles, ce qui provoque le départ des *E. vitis*.

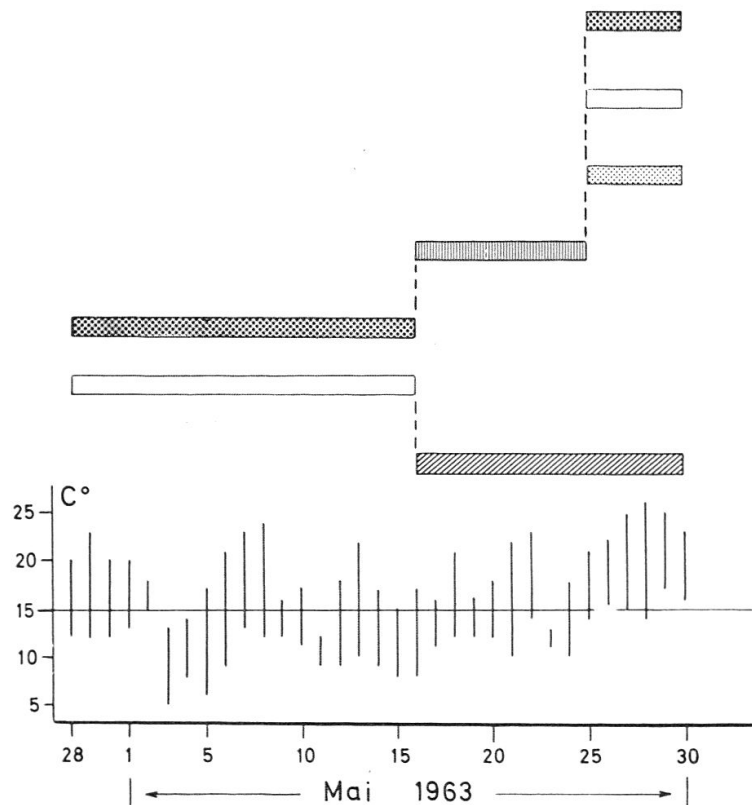


Fig. 11. — Stades évolutifs de la première génération estivale d'*E. vitis*, en fonction de la température, à Sion (Valais).

LÉGENDE : Femelles de *E. vitis* vivantes == ; œufs (gros pointillés) ; larves (hachures verticales) ; pseudopupes (petit pointillés) ; femelles de *E. vitis* mortes (hachures obliques)

En disséquant, tous les deux jours, pendant les premiers stades phénologiques, un nombre important de jeunes pousses (voir ci-dessus), on peut observer, avec une certaine précision, l'apparition des premières pontes, des premières larves et des premières pseudopupes.

La figure 11 montre les stades successifs de la première génération estivale sur les feuilles, en fonction de la température. Les deux nymphoses sont groupées, en raison de l'impossibilité de les distinguer sans préparation microscopique. La présence de femelles hivernantes et d'œufs dans les galles empêche de déterminer avec certitude l'apparition des premières femelles estivales et le début de la ponte. Nous sommes ainsi amenés à faire coïncider l'apparition des premières pseudopupes avec les premiers adultes et les premières pontes. On

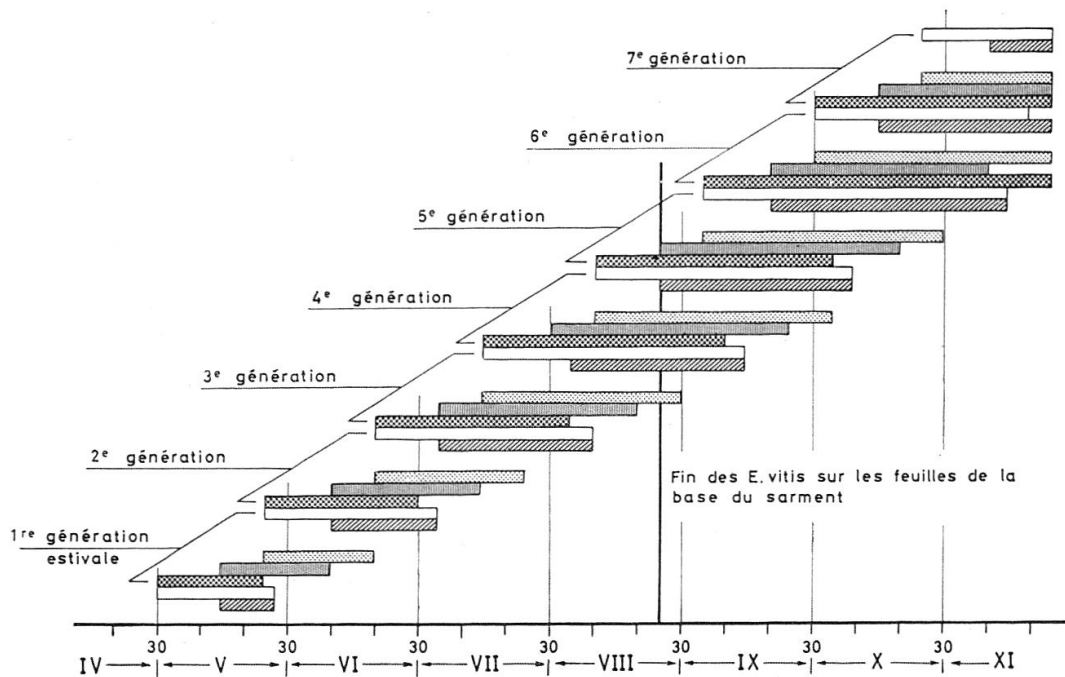


Fig. 12. — Nombre approximatif des générations d'*E. vitis* pendant une période de végétation.

peut considérer comme exacte la durée d'incubation, la durée du premier stade larvaire et l'apparition des premières pseudopupes et des premières femelles hivernantes mortes.

En procédant par extrapolation à partir des observations faites pour la première génération, il est possible d'établir le nombre approximatif de générations pendant une période de végétation (voir fig. 12). Ces générations ne se succèdent pas toutes sur la même feuille ; il y a toujours des migrations partielles. Au début du mois d'août, sur les feuilles de la base, l'épiderme qui supporte les galles se modifie : les membranes cellulaires s'épaississent et les cellules deviennent liégeuses. Les galles se dessèchent et provoquent ainsi le départ des *E. vitis*.

Contamination des différents organes

Si la population hivernante des *E. vitis* est importante, et si, pendant la période de végétation, les conditions sont favorables à la multiplication des acariens, d'autres organes que les feuilles peuvent être contaminés et former quelques galles.

A. Bourgeons axillaires, stipules et bractées

La contamination de ces organes peut avoir lieu soit lorsqu'ils apparaissent à la base du bourgeon terminal, soit, plus tardivement, lors du passage des migrations. Pendant la période de végétation, les tissus de ces différents organes vieillissent, les membranes cellulaires s'épaississent et les *E. vitis* se déplacent. Ainsi, dans les jeunes bourgeons axillaires, on trouve des acariens sous la pointe de la première écaille. Après quelques semaines, l'extrémité de l'écaille se dessèche et les adultes et les larves descendent vers la base de celle-ci. Il arrive que les œufs déposés sur une partie turgescente se retrouvent, après quelques jours, sur cette même partie desséchée, alors que les adultes et les larves sont un peu plus bas, sur les tissus turgescents de l'écaille. Ces constatations sont aussi valables pour les stipules et les bractées.

Certaines observations permettent de penser que les *E. vitis* localisés sous les écailles du bourgeon axillaire et sous les stipules attaquent la pousse axillaire lorsqu'elle sort du bourgeon (même phénomène qu'au débourrement).

B. Boutons floraux

Les boutons floraux sont contaminés alors que la grappe n'est pas hors du bourgeon terminal. La corolle des fleurs de *Vitis vinifera* L. est formée de cinq pétales soudés au sommet en une coiffe qui se détache en bloc à l'anthèse. Les piqûres provoquent une hypertrophie des cellules, notamment de celles de la coiffe ; les pétales se séparent et les *E. vitis* pénètrent à l'intérieur de la fleur en bouton ; celle-ci s'épanouit prématurément, les pétales restent fixés par la base au calice ; les pétales et les anthères peuvent se souder. Quelques galles se développent à l'intérieur et à l'extérieur de la fleur. On remarque fréquemment la présence d'œufs et de larves, généralement à l'intérieur des pétales. La fleur avorte et tombe au moment de la floraison ; les inflorescences perdent ainsi dix à quinze fleurs, rarement plus.

C. Pétioles, pédoncules et vrilles

Ces organes sont quelquefois partiellement recouverts d'un manchon de galles qui ne semble pas perturber leur élongation. Les *E. vitis* attaquent les pétioles, les pédoncules et les vrilles en même temps que les feuilles et les inflorescences, c'est-à-dire dans le bourgeon terminal, et ces galles se dessèchent en même temps que celles des feuilles.

Les *E. vitis* prélevés sur ces différents organes contaminés sont morphologiquement semblables. On peut donc considérer que les attaques d'érinose localisées ailleurs que sur les feuilles, sont fonction du nombre des acariens.

Conclusions

On peut considérer que plus le nombre d'*E. vitis* hivernants est important, plus les feuilles du premier cycle seront fortement attaquées et, par conséquent, plus on observera la formation de galles sur les feuilles. Seuls les épidermes très jeunes des différents organes de la pousse réagissent aux piqûres par la formation de galles. Les *E. vitis* peuvent vivre et se multiplier en l'absence de galles, sous les écailles turgescentes des bourgeons axillaires par exemple. La contamination d'autres organes ne s'observe que si les pousses sont fortement attaquées.

Si l'on estime, feuille après feuille, l'intensité de l'attaque d'érinose pendant une période de végétation, on observe deux cycles distincts et des migrations partielles continues vers les bourgeons terminaux du sarment et des pousses axillaires, dès l'apparition de la première génération estivale.

Densité des populations estivales sur les organes herbacés

Pour tenter de suivre les déplacements des populations de *E. vitis* et déterminer leur densité dans les galles, on procède, pendant la période de végétation, à des sondages (surface foliaire prélevée à l'emporte-pièce : 3,14 mm²). Pour chaque sondage on dénombre les œufs, les larves, les pseudopupes, les adultes vivants. En l'absence d'*Epitrimerus vitis*, on tient compte aussi des *Eriophyes vitis* adultes morts.

Les graphiques représentent les moyennes de trois ou quatre sondages par feuille. Pour chaque figure, nous avons en abscisse les feuilles examinées : elles sont numérotées et pour chacune d'elles on précise la dimension et l'intensité de l'attaque d'érinose (cf. p. 257). En ordonnée figure le nombre d'individus des différents stades évolutifs. Au début de chaque courbe, entre parenthèses, la densité par cm², établie à partir de la moyenne des quatre sondages, est indiquée.

Sur les feuilles de la base du sarment

A la figure 13, on peut remarquer que les trois premières feuilles subissent une attaque d'érinose comparable (voir en abscisse). Sur la première feuille le nombre très élevé d'œufs semble indiquer que la ponte des *E. vitis* de la deuxième génération touche à sa fin, alors que celles relevées sur la deuxième et la troisième feuille ne semblent pas encore terminées. On peut noter le même nombre d'adultes sur

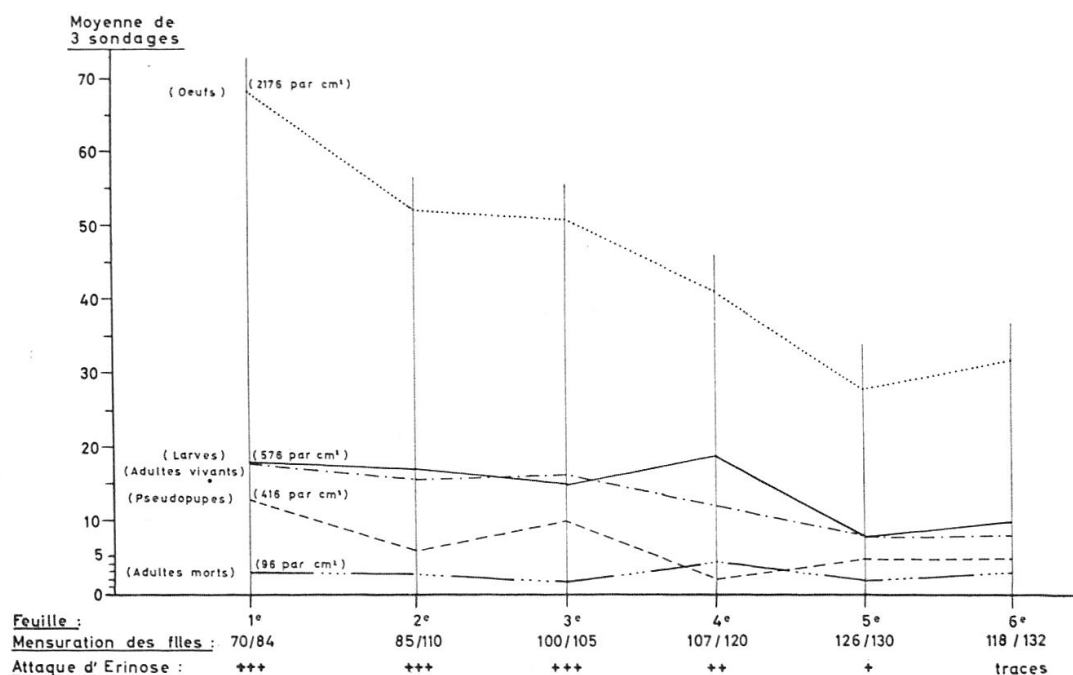


Fig. 13. — Densité des populations d'*E. vitis* sur les feuilles de la base d'un sarment. (Date: 26. VI. 1963. Stade phénologique: floraison. Provenance: Mont-sur-Rolle, Vaud.)

les trois feuilles. Sur les six feuilles, le nombre des *E. vitis* morts est relativement bas.

Sur la première feuille des pousses axillaires et sur les feuilles de l'extrémité du sarment

Au fur et à mesure que le sarment croît, des pousses axillaires se développent. Une fois commencée, la migration des *E. vitis* à partir des feuilles de la base dure environ deux mois. Sur la figure 14, en bas, nous reproduisons la densité de population sur les feuilles du sarment, et en haut, à gauche, sur la première feuille des pousses axillaires qui se sont développées à l'aisselle des feuilles du sarment. La 9^e feuille du sarment est indemne d'érinose, alors que la première feuille de la pousse axillaire est assez fortement contaminée (voir estimation en haut du graphique). Les *E. vitis* de cette pousse proviennent peut-être du bourgeon axillaire, mais surtout des migrations à partir des feuilles de la base du sarment.

Les 10^e et 11^e feuilles du sarment étaient trop faiblement contaminées pour que l'on puisse effectuer des sondages.

Bien que leurs dimensions soient très différentes (croissance du sarment plus rapide que celle des pousses axillaires), on peut considérer que la 15^e feuille du sarment et la première feuille de la pousse axillaire apparue à l'aisselle de la 12^e feuille du sarment ont été contaminées

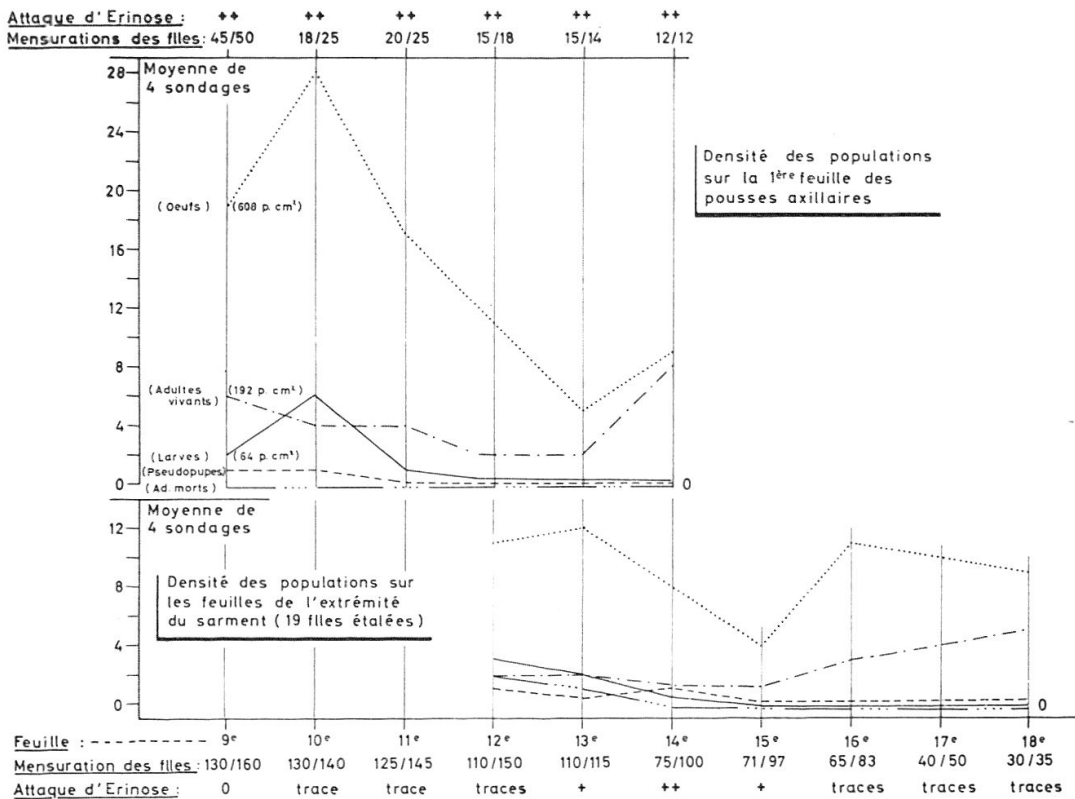


Fig. 14. — Densité des populations d'*E. vitis* sur la première feuille des pousses axillaires et sur les feuilles de l'extrémité d'un sarment. (Date: 16.VII.1963. Stade phénologique: nouaison. Provenance: Mont-sur-Rolle, Vaud.)

en même temps: les œufs ne sont pas encore éclos ni sur l'une ni sur l'autre, ni sur les feuilles suivantes, plus petites.

Sur une pousse axillaire

Dans les cultures commerciales, le sarment est rabattu lors des effeuilles; à son extrémité, des pousses axillaires se développent alors avec vigueur; les migrations en provenance des feuilles de la base les contaminent (voir fig. 15).

On constate qu'il n'y a pas de relation entre la densité des populations et la surface foliaire prise sous les galles. Les deux premières feuilles ont été faiblement contaminées, mais plusieurs générations se chevauchent déjà. Les feuilles suivantes ont été fortement contaminées, mais beaucoup plus tard; on peut considérer que la première génération apparaît sur ces feuilles.

Il est vraisemblable que cette pousse axillaire avait déjà deux feuilles étalées au moment du rabattement du sarment avec la cisaille, et comme elle ne fut pas enlevée à la main, elle se développe ensuite vigoureusement. Peut-être même que les migrations partielles des deux premières feuilles ont contaminé les nouvelles feuilles de la pousse axillaire.

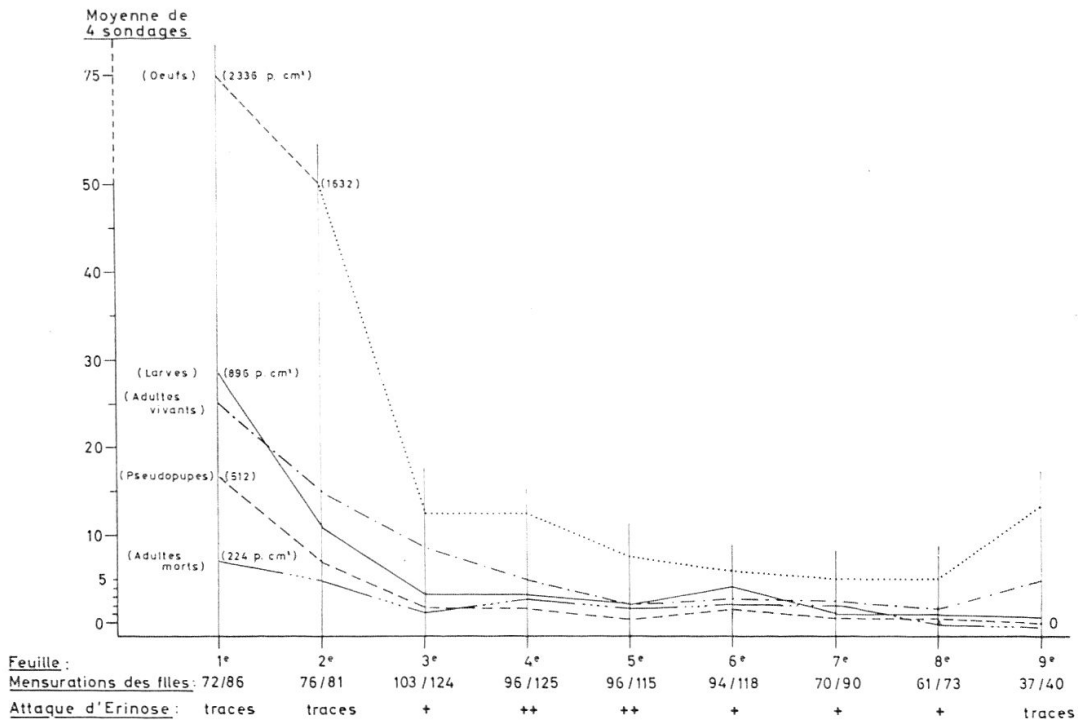


Fig. 15. — Densité des populations d'*E. vitis* sur les feuilles d'une pousse axillaire de l'extrémité d'un sarment, après les effeuilles et le rabattement du sarment. (Date : 30.VII.1963. Stade phénologique : après la nouaison. Provenance : Fully, Valais.)

Sur les feuilles de la base et sur celles d'une pousse axillaire.

Sur un sarment, les sondages effectués sur les feuilles de la base (fig. 16 ; A) et sur une pousse axillaire à l'extrémité du sarment (fig. 16 ; B) permettent de constater le déplacement des populations de *E. vitis* pendant une période de végétation.

On peut faire deux remarques :

Sur les feuilles de la base, il reste un nombre assez important d'adultes, mais presque pas d'œufs, de larves et de pseudopupes.

Sur la pousse axillaire, les chiffres des moyennes sont très importants pour tous les stades évolutifs d'*E. vitis*. Il n'y a pas encore de pseudopupes sur la 6^e feuille.

Fin de la période de végétation

Des anneaux de vaseline mis sur des pétioles, au mois d'août, ont permis de bloquer les migrations d'automne vers les bourgeons. Si les feuilles sont fortement attaquées, plusieurs milliers d'*E. vitis* sont pris dans la vaseline ; avant celle-ci, ils forment un véritable anneau blanchâtre (fig. 17).

Au moment de la chute des feuilles, il arrive que les galles ne soient pas entièrement desséchées. On trouve ainsi tous les stades évolutifs d'*E. vitis* sur des feuilles tombées naturellement. Les adultes vivants

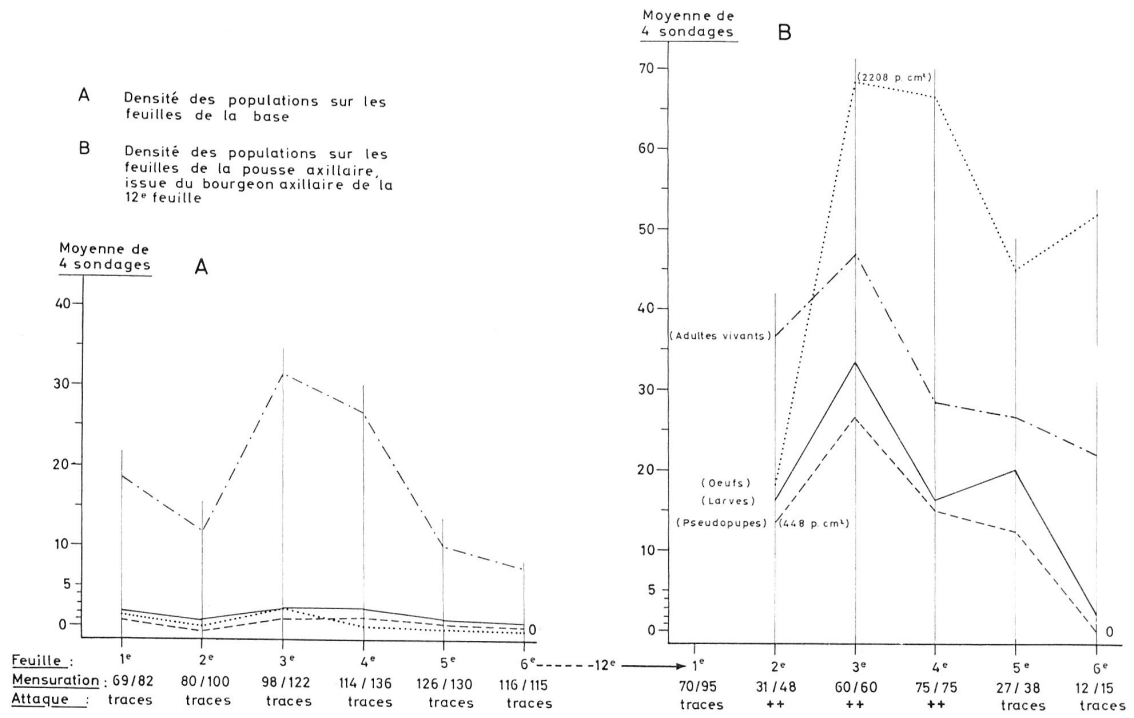


Fig. 16. — Densité des populations d'*E. vitis* sur les feuilles de la base (A) et sur une pousse axillaire de l'extrémité d'un sarment (B). (Date : 26.VIII.1963, après les secondes effeuilles. Provenance : Fully, Valais).

sont les plus nombreux. La densité des populations varie suivant l'état de conservation des galles. Après le premier gel, et bien que les galles soient encore intactes (Changins, 28.XI.1963) sur des feuilles tombées naturellement, la membrane des œufs était distendue, les larves et les pseudopupes mortes et seuls quelques adultes étaient encore vivants. Il apparaît que le premier gel entraîne la mort de tous les stades évolutifs présents sur les feuilles, à l'exception de quelques adultes.

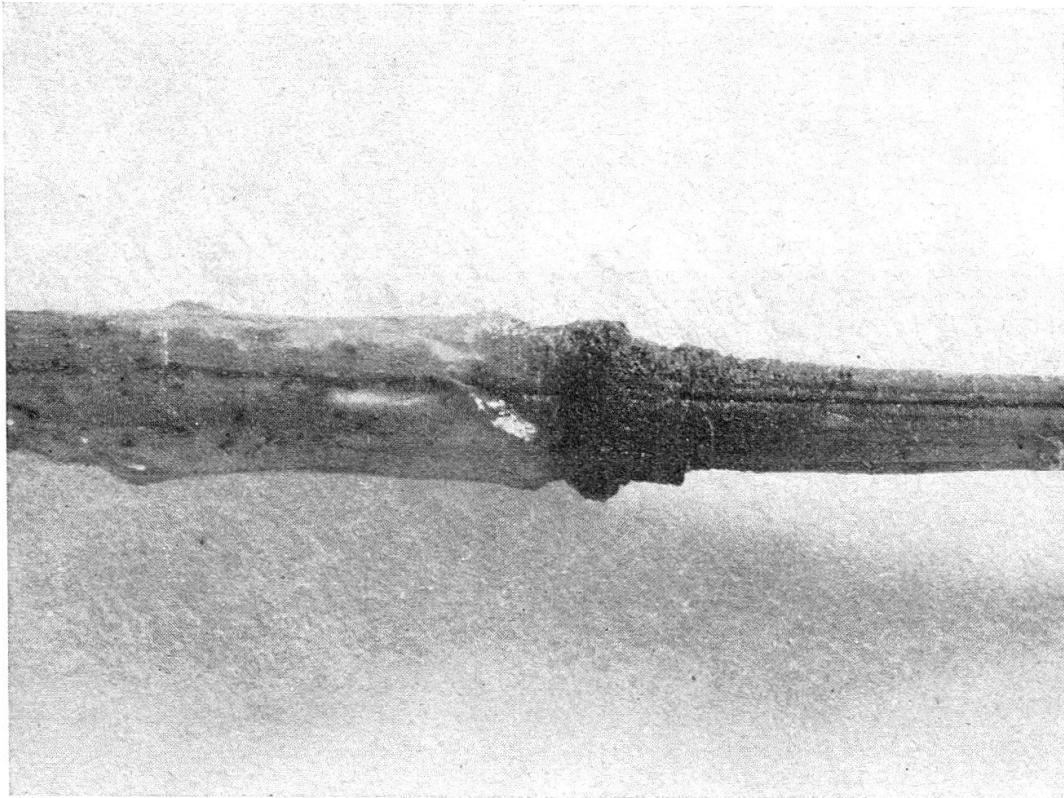


Fig. 17. — Anneau de vaseline mis au mois d'août sur le pétiole d'une feuille pour bloquer les migrations des *E. vitis* vers les bourgeons d'hiver. (Date : 15.IX.1963. Provenance : Changins-sur-Nyon, Vaud.)

Conclusions

Les sondages effectués pendant la période de végétation confirment le déplacement des *E. vitis* depuis les feuilles de la base vers les feuilles de l'extrémité du sarment et des pousses axillaires. Les densités des populations obtenues par centimètre carré de surface foliaire avec des galles sont importantes et permettent de penser que la mortalité est élevée lors des migrations (cf. p. 278).

Il n'y a pas de relation entre la densité de la population et l'estimation de l'attaque d'éryrose sur une feuille ; seul l'âge exact de la feuille permet de savoir combien de générations se chevauchent dans les

galles. De plus, la méthode des sondages prouve que la relation entre l'âge d'une feuille et ses dimensions (longueur de la nervure principale/largeur maximum) n'est pas suffisamment précise pour déterminer, sur les feuilles de faibles dimensions, l'apparition des premières larves et des premières pseudopuces.

Densité des populations dans les bourgeons

Durant la période de végétation

Suivant l'importance de l'attaque d'érinose sur les feuilles, on trouve un nombre plus ou moins élevé de *E. vitis* dans les bourgeons axillaires du sarment. Le peuplement de ces endroits se fait lors des migrations. Sur le sarment auquel se rapporte la figure 16, choisi pour la faible attaque d'érinose au débourrement et prélevé à la fin du mois d'août, on peut observer (fig. 18) :

— à la base du sarment le nombre élevé d'*E. vitis* adultes dans les premiers bourgeons. Ces acariens proviennent des feuilles âgées du premier cycle dont les galles se dessèchent (voir fig. 16 ; A). Il n'y a que quelques larves et pseudopuces mais pas d'œufs ;

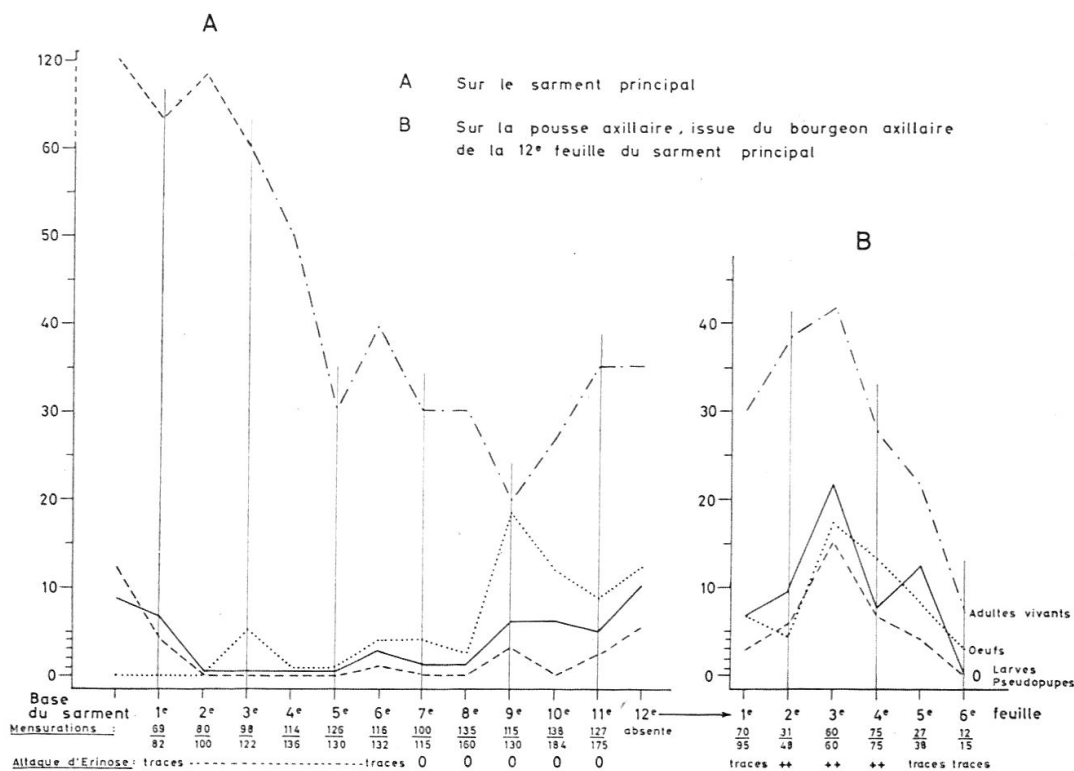


Fig. 18. — *E. vitis* trouvés dans les bourgeons axillaires d'un sarment (A) et d'une pousse axillaire (B). (Date : 26. VIII. 1963, après les secondes effeuilles. Provenance : Fully, Valais.)

— à l'extrémité du sarment et sur la pousse axillaire issue du douzième bourgeon axillaire, tous les stades évolutifs, avec prédominance du stade adulte vivant.

Durant l'hiver

Étant donné qu'on rabat, dans les vignobles commerciaux, les sarments après la 12^e ou la 13^e feuille, les pousses axillaires se développent alors, et sont plus ou moins contaminées. En automne, les

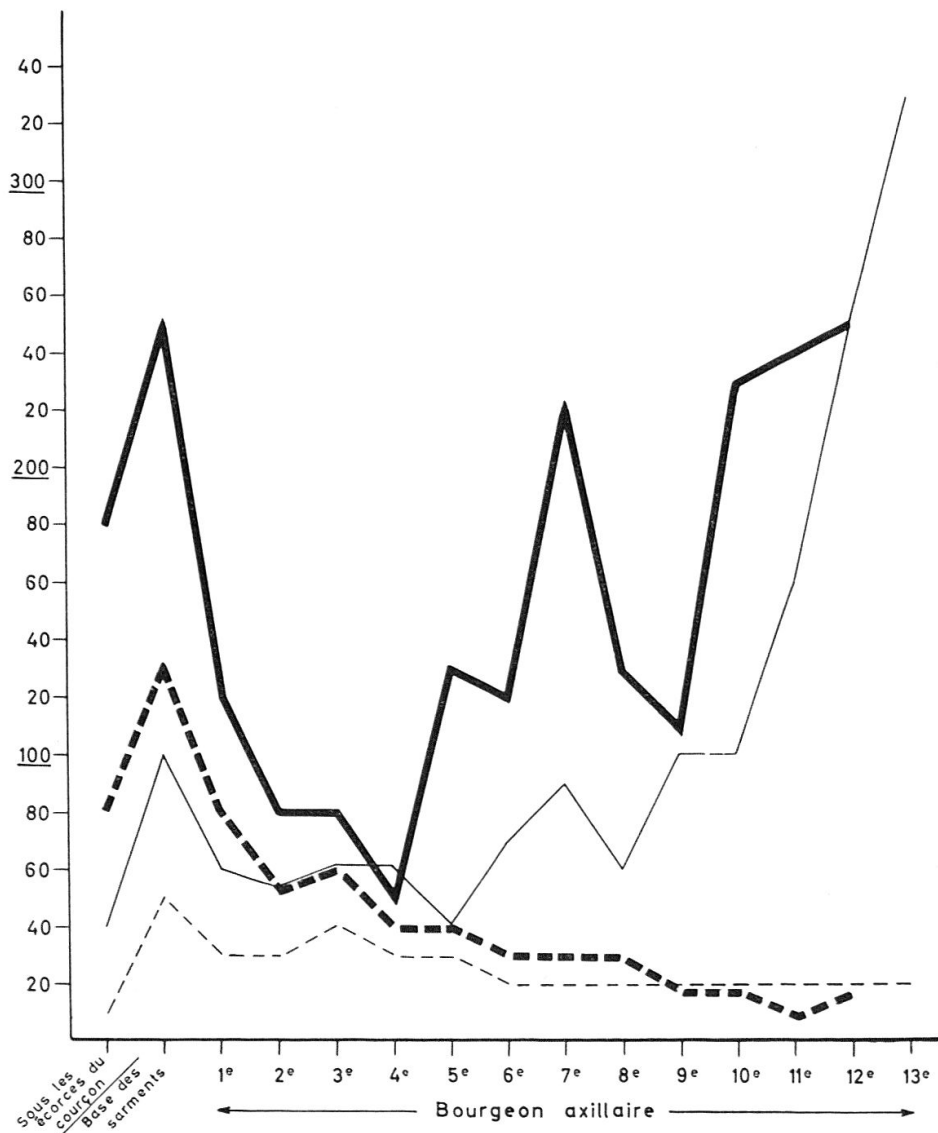


Fig. 19. — *E. vitis* trouvés dans les bourgeons d'hiver de quatre groupes de 4 sarments. (Date : 10.XII.1963. Provenance : Fully, Valais.)

LÉGENDE :

- Feuilles de la base attequées ; pousses axillaires contaminées laissées ——— ;
- Feuilles de la base attequées ; pousses axillaires contaminées enlevées - - - - ;
- Feuilles de la base indemnes ; pousses axillaires contaminées laissées ——— ;
- Feuilles de la base indemnes ; pousses axillaires contaminées enlevées - - - - .

E. vitis quittent les feuilles et vont hiverner dans les bourgeons. Il était intéressant de voir (fig. 19) l'influence des effeuilles complètes sur le nombre des *E. vitis* dans les bourgeons. Nous avons choisi 16 sarments ayant la même vigueur et une forte attaque d'éryose sur l'ensemble des pousses axillaires. Sur les 16 sarments, 8 avaient été faiblement contaminés au printemps. Les 8 autres étaient indemnes en ce qui concerne les feuilles de la base.

Après les deuxièmes effeuilles, on enleva à la main toutes les pousses axillaires sur 4 sarments ayant les six premières feuilles attaquées et sur 4 sarments ayant les six premières feuilles indemnes. Au mois de décembre 1963, les 16 sarments furent prélevés avec une partie du bois de l'année précédente, et les bourgeons disséqués. Les courbes de la figure 19 montrent l'importance des pousses axillaires. Le nombre d'*E. vitis* dans les bourgeons est beaucoup plus élevé sur les sarments ayant des pousses axillaires normales pour une culture commerciale, que sur ceux dont toutes les pousses axillaires furent enlevées.

Conclusions

Pendant toute la période de végétation, on trouve fréquemment des *E. vitis* dans les bourgeons axillaires ; comme durant l'hiver, les acariens ne pénètrent pas jusqu'à la pousse embryonnaire, mais la contaminent dès qu'elle sort du bourgeon axillaire.

L'importance des pousses axillaires comme lieux de multiplication se trouve ainsi confirmée (voir fig. 19).

Expériences biologiques

Dans ce chapitre nous ne décrivons que quelques essais pouvant fournir des indications sur la biologie des *E. vitis*. Les plants utilisés pour ces essais sont contrôlés avant de faire des contaminations artificielles. La méthode d'infection employée consiste à prélever un morceau de feuille avec des galles et de le maintenir en contact avec la face inférieure d'une feuille du plant indemne. Le dessèchement progressif des galles provoque le passage des acariens du morceau de feuille sur la feuille du plant indemne. Après une dizaine de jours, on enlève le morceau de feuille desséchée. Pour obtenir une attaque d'éryose importante, il suffit de multiplier les contacts sur le plant indemne.

Vitesse de migration

Les migrations des *E. vitis* ne faisant aucun doute, il était intéressant de connaître la rapidité de ces déplacements. Environ 1,5 cm de surface foliaire avec des galles est maintenue en contact sur une feuille d'un plant indemne. On met un anneau de vaseline sur le pétiole

de cette dernière. Les vignes sont conservées dans la serre, à une température d'environ 25°C, avec la lumière artificielle jour et nuit. Après douze heures, nous trouvons les premiers *E. vitis* pris dans la vaseline, à une distance de 3-4 cm du point d'infection.

Orientation des migrations

Avec la même méthode d'infection que ci-dessus, mais en plaçant des anneaux de vaseline non plus sur le pétiole, mais sur la tige verticale, en dessus et en dessous du bourgeon axillaire, nous n'observons pas d'orientation déterminée des *E. vitis*. Sur les 30 feuilles contaminées artificiellement que comprend cet essai, les nombres des *E. vitis* pris dans la vaseline en se dirigeant vers le haut de la pousse, sur le bourgeon terminal, et vers le bas, sur les nouvelles pousses axillaires, sont à peu près les mêmes. Cet essai confirme d'ailleurs celui effectué à l'extérieur de la serre. En utilisant la même méthode d'infection, mais sans mettre d'anneau de vaseline sur la tige, nous constatons, après une semaine, la présence de galles sur les nouvelles feuilles sortant du bourgeon terminal, donc en haut par rapport au point d'infection, et sur les nouvelles feuilles des pousses axillaires, c'est-à-dire en bas. Les *E. vitis* ne semblent donc pas être guidés par le géotropisme.

Contamination des bourgeons axillaires

Nous avons constaté la présence de tous les stades évolutifs des *E. vitis* dans les bourgeons pendant la période de végétation. Quelques essais furent entrepris dans la serre pour acquérir la certitude que les *E. vitis* trouvés dans les bourgeons et ceux trouvés dans les galles des feuilles appartiennent à la même forme ou biotype.

En contaminant fortement des pousses indemnes, nous constatons, quelques jours après, la présence des *E. vitis* et des œufs dans des bourgeons axillaires. Comme la contamination est faite avec des morceaux de feuilles supportant des galles, les *E. vitis* retrouvés dans les bourgeons appartiennent bien à la même forme ou biotype que ceux des feuilles.

Traitement par la chaleur

On peut obtenir des boutures saines à partir de plants de vigne virosés, en soumettant ces derniers à un traitement par la chaleur, pendant une certaine période (BOVEY, 1958). Nous appliquons cette méthode tout d'abord pour avoir des boutures indemnes d'acariens.

15 pots contenant chacun 4 boutures sont traités par la chaleur, puis contaminés artificiellement. Des 15 pots, 5 sont immédiatement placés dans une étuve, dont on augmente progressivement la température, pour parvenir à 38°C, trois jours après le début de l'essai. L'humidité relative, à l'intérieur de l'étuve, est stabilisée à environ 90 % ; la lumière artificielle est maintenue jour et nuit. Les 10 autres

pots contaminés artificiellement sont conservés dans la serre, à une température d'environ 25°C, une humidité relative de 70 % et la lumière jour et nuit.

Après quelques jours, nous observons dans la serre le début de la formation des galles sur les nouvelles feuilles, alors que sur les boutures dans l'étuve les nouvelles feuilles sont indemnes.

Après vingt jours, sur les feuilles de la serre, les galles sont très denses et contiennent tous les stades évolutifs des *E. vitis*. Sur les boutures se trouvant dans l'étuve, aucune galle ne s'est développée sur les nouvelles feuilles. Lors de la dissection de ces dernières boutures, nous n'avons retrouvé aucun *E. vitis* vivant.

5 pots sur les 10 dont les infections ont bien réussi, sont à leur tour placés dans l'étuve. On augmente progressivement la température jusqu'à 38°C. Après quinze jours, une partie des galles sont encore turgescentes, mais ne contiennent plus d'œufs, plus de larves, plus de pseudopupes. Seuls quelques *E. vitis* adultes sont vivants. Ils disparaîtront après quelques jours.

Sur les boutures des 5 derniers pots conservés dans la serre, les nouvelles feuilles sont contaminées naturellement et les générations de *E. vitis* se succèdent normalement.

Conclusions

La lumière artificielle continue ne perturbe pas les migrations des *E. vitis* ; leur déplacement assez rapide ne paraît pas être plus orienté vers le haut que vers le bas de la pousse. Peut-être les migrations importantes ont-elles tendance à se diriger vers le bourgeon terminal.

Les *E. vitis* trouvés dans les bourgeons axillaires sont morphologiquement et biologiquement semblables à ceux trouvés dans les galles des feuilles, des pétioles, ou sur les inflorescences.

En prenant certaines précautions lors des changements de température, on peut envisager de soumettre les plants de vigne à un traitement par la chaleur pour détruire les *E. vitis* localisés pendant l'hiver dans les bourgeons. Ce traitement pourrait être envisagé avant la plantation si, au cours des prochaines années, on observait une brusque recrudescence de l'éribose.

PRÉDATEURS ET LUTTE

D'après KEIFER (1946), le prédateur le plus actif des ériophyides est *Typhlodromus pomi* PARROTT (= *Seius pomi* PARROTT), un acarien de la famille Phytoseiidae ; les larves de cécidomyides (diptères), de syrphides (diptères), de chalcidiens (hyménoptères), d'hémérobes (névroptères) sont des prédateurs occasionnels.

En Suisse romande, on observe parfois la présence de typhlodromes des espèces *T. pyri* SCHEUTEN (= *T. tiliae* OUD.) et *T. (A). aberrans* OUD. (= *T. vitis* OUD.) (MATHYS, 1957), et de larves de syrphides sur les feuilles contaminées par *E. vitis*. Dans les vignobles où l'on applique les principes de la lutte intégrée¹ et dans les vignobles traités avec des acaricides polyvalents et selon un calendrier de traitement, on peut considérer que l'influence des prédateurs est à peu près nulle actuellement.

Suivant l'étendue et la violence de l'attaque des *E. vitis*, on peut envisager différents modes d'intervention préventifs et curatifs :

A. *Suppression des pousses axillaires.* — Nous avons vu (cf. p. 273) l'importance des pousses axillaires comme lieux de multiplication des *E. vitis* et comme points de départ des migrations vers les bourgeons d'hiver, à la fin de la période de végétation. En cas de forte attaque lors du second cycle, la suppression manuelle de toutes les pousses axillaires contaminées permet d'éliminer une partie importante de la population des *E. vitis* qui hivernaient dans les bourgeons d'hiver ou sous les écorces du courçon. Dans la plupart des cas, ce mode d'intervention limite le nombre des *E. vitis* à un niveau supportable pour les pousses de l'année suivante et évite ainsi un traitement d'hiver particulier.

En cas de très forte attaque, la suppression des pousses axillaires n'est pas suffisante. Il faut alors employer une méthode de lutte chimique.

B. *Lutte chimique.* — D'après MATHYS et HÜGI 1961, les traitements d'hiver, principalement ceux au dinitrocarbolinéum ou à la bouillie sulfocalcique (8 %), sont plus efficaces que ceux effectués au printemps ou en été. Au printemps, il est possible que l'activité des *E. vitis* entrave la sortie normale des pousses. Un traitement au soufre mouillable (0,5 %) permet d'obtenir une réduction suffisante des populations pour que la végétation reparte et se développe à peu près normalement. Au début de l'été, un acaricide spécifique donne un résultat intéressant mais passager ; les *E. vitis* dans les galles ne sont pas détruits.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons vu (fig. 13 à 16) que les *E. vitis* atteignent des densités importantes par centimètre carré de surface foliaire avec galles. Or le nombre d'ériophyides retrouvés dans les bourgeons d'hiver (fig. 19)

¹ *Lutte intégrée* : utilisation d'acaricides spécifiques lorsque l'action des prédateurs est insuffisante et que l'on redoute une pullulation d'acariens ; cette méthode de lutte intéresse aussi les insectes.

est faible par rapport à ces densités. Certes, quelques *E. vitis* restent sur les feuilles qui tombent en automne (cf. p. 41), mais la grande masse quitte celles-ci avant leur chute. On peut donc considérer que la mortalité est élevée en automne, lors des migrations vers les bourgeons d'hiver.

Nous avons remarqué (p. 253) de très grandes différences, statistiquement assurées, entre les moyennes des longueurs des *E. vitis* prélevés durant l'hiver sous les écorces du courçon ou dans les bourgeons de la base des sarments, et ceux prélevés dans les bourgeons à l'extrémité des sarments (tableau 5). Il existe certainement une relation entre les différences de ces moyennes et le point de départ des migrations automnales. En considérant la biologie des *E. vitis* à la fin de la période de végétation, on peut tenter d'expliquer les causes de ces différences : en automne, la plus grande partie de la population se trouve sur les feuilles de l'extrémité des sarments (fig. 16) ; environ quatre à six semaines avant la chute des feuilles, les migrations vers les bourgeons d'hiver commencent ; il semble qu'une partie seulement des premières femelles d'*E. vitis* qui partent des feuilles, aient le temps de descendre jusqu'à la base des sarments et sous les écorces du courçon, alors que les dernières jeunes femelles apparues dans les galles n'ont pas le temps de beaucoup se déplacer avant les premiers froids ; elles se réfugient donc, à l'extrémité des sarments, dans les bourgeons d'hiver ; les migrations étant un phénomène continu, on peut admettre que parfois de jeunes femelles des dernières générations estivales descendent jusque sous les écorces du courçon et influencent ainsi la moyenne des longueurs (tableau 5 ; c et e) ; pendant l'hiver, ces dernières jeunes femelles, moins résistantes, meurent toutes ou en partie ; au printemps, les populations restant sous les écorces et à la base des sarments ne comprennent que de « grandes » femelles (tableau 5 ; d) ; la moyenne des longueurs de la population hivernant à l'extrémité des sarments augmente aussi (tableau 5 ; b, c et d) ; cette augmentation est due à l'élimination des jeunes femelles (mortalité assez importante durant l'hiver), et peut-être au fait que leur corps atteint très lentement une certaine maturité.

A partir de la différence, statistiquement assurée, des moyennes des longueurs (tableau 5), on peut émettre une hypothèse concernant la présence de primogynes et de deutogynes dans les bourgeons et sous les écorces, comme pour les espèces *Calepitrimerus vitis* NAL. (cf. p. 243) et *Eriophyes laevis* NAL. (cf. p. 244). Les primogynes seraient la forme estivale et mourraient en automne et en hiver (voir ci-dessus les remarques concernant la mortalité élevée lors des migrations automnales). Durant la période de végétation, la présence de tous les stades évolutifs dans les bourgeons axillaires n'exclut pas l'existence de deutogynes. On peut en effet considérer comme possible la cohabitation dans ces endroits, de primogynes continuant à se multiplier et de deutogynes fondatrices des populations au printemps suivant. Une

étude plus approfondie serait nécessaire pour tenter de résoudre ce problème.

A part les nettes différences entre les moyennes des longueurs, il semble que les autres caractères morphologiques soient semblables pour tous les *E. vitis* observés, qu'ils soient prélevés en hiver ou en été, sur les feuilles ou d'autres organes des sarments (tableau 6). Il faut évidemment tenir compte dans le tableau 6 du faible nombre de mesures pour chaque point. Peut-être, avec des nombres de mesures aussi élevés que ceux du tableau 5, les moyennes seraient-elles plus distinctes et les différences entre elles statistiquement assurées.

La recrudescence des attaques d'érirose observée en Suisse romande depuis 1955 paraît être due à certaines modifications apportées à la technique des effeuilles et du rabattement des sarments après la douzième ou la treizième feuille. Auparavant, les jeunes pousses axillaires, lieux de multiplication des *E. vitis* pendant le deuxième cycle, étaient enlevées à la main, lors des premières et des secondes effeuilles. Aujourd'hui, l'emploi de la cisaille lors des secondes effeuilles laisse à l'aisselle des feuilles de l'extrémité des sarments de jeunes pousses axillaires qui permettent aux *E. vitis* de se nourrir et de se multiplier (cf. p. 273). Dans les vignobles où des souches sont fortement attaquées au printemps, il est recommandé d'enlever toutes les pousses axillaires à la main.

Dans la famille des Eriophyidae, les mâles ont peu d'importance ; seules les femelles sont prises en considération pour les descriptions morphologiques des espèces (NALEPA, 1911 et KEIFER, 1952). Les mâles sont inconnus chez certaines espèces et lorsqu'ils sont présents, rares et peu étudiés dans la littérature. La raison en est donnée par NALEPA (1911) qui estime à 2-3 % la proportion de mâles chez les espèces où ils ont pu être observés. Ce faible pourcentage permet de considérer que la reproduction sexuée est possible chez certaines espèces, mais que la parthénogénèse deutérotoque ou télytoque semble le mode de reproduction le plus courant des ériophyides.

Pour l'espèce *E. vitis* PGST., NALEPA (1911), en Europe, et KEIFER (1944), en Californie, signalent l'existence de mâles, mais sans en mentionner le pourcentage dans les populations observées. En Suisse romande, nous n'avons pas trouvé d'*Eriophyes vitis* PGST. mâles ; la reproduction est exclusivement parthénogénétique.

RÉSUMÉ

Le présent travail porte principalement sur la morphologie et la biologie de *Eriophyes vitis* PGST., microacarien cécidogène de la famille des Eriophyidae et parasite des feuilles de la vigne, *Vitis vinifera* L. Dans le chapitre consacré à la systématique, nous donnons aussi la description de deux autres espèces de cette famille : *Phyllocoptes vitis* NAL. et *Epitrimerus vitis* NAL., parasites non gallicoles de la vigne. En

Californie, ces deux ériophyides sont considérés par l'acarologue KEIFER comme des formes de l'espèce *Calepitrimerus vitis* NAL., *Phyllocoptes vitis* NAL. étant la forme hivernante (deutogyne) et *Epitrimerus vitis* NAL. la forme estivale (primogyne). En Suisse romande, ce problème n'est pas résolu actuellement.

Durant trois périodes de végétation, nous avons étudié la biologie d'*Eriophyes vitis* PGST. en cherchant à déterminer le nombre des générations annuelles, les organes herbacés sur lesquels il se multiplie et les migrations qu'il effectue sur les sarments. Le cycle évolutif de cet ériophyide peut se résumer comme suit : les femelles adultes hivernent sous les écailles des bourgeons et sous les écorces des courçons ; au printemps, elles contaminent les six ou sept premières feuilles et y déposent leurs œufs. Une partie de la première génération estivale émigre depuis ces premières feuilles vers le bourgeon terminal de la jeune pousse et attaque les feuilles embryonnaires ; par la suite, à chaque génération, un certain nombre de *E. vitis* quittent les feuilles de la base des sarments et se dirigent vers le sommet. Au début de l'automne, les *E. vitis* se trouvent presque tous à l'extrémité des sarments. Quatre à six semaines avant la chute des feuilles, les migrations commencent vers les bourgeons d'hiver et les écorces des courçons. Nous n'avons pas observé de mâles ; la reproduction est essentiellement parthénogénétique.

L'aggravation récente de l'Erinose en Suisse romande paraît être en relation avec une modification de la technique des effeuilles.

Nous n'y avons pas constaté la présence des trois races biologiques de *E. vitis*, mises en évidence en Californie.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befasst sich zur Hauptsache mit der Morphologie und Biologie von *Eriophyes vitis* PGST. einer auf den Blättern der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) lebenden Blattgallmilbe aus der Familie der Eriophyidae. Im Abschnitt « Systematik » werden auch zwei weitere, nicht gallbildende Parasiten der Weinrebe aus derselben Familie behandelt, nämlich *Phyllocoptes vitis* NAL. und *Epitrimerus vitis* NAL. In Kalifornien werden diese beiden Eriophyiden vom Acarologen KEIFER als Formen der Art *Calepitrimerus vitis* NAL. betrachtet, wobei *Phyllocoptes vitis* NAL. die überwinternde Form (Deutogyne) und *Epitrimerus vitis* NAL. die Sommerform (Primogyne) darstellen soll. Für die Westschweiz ist dieses Problem noch nicht gelöst.

Die Biologie von *Eriophyes vitis* PGST. wurde während drei Vegetationsperioden untersucht, die Zahl der Generationen während des Jahres bestimmt und die Wanderung auf den Trieben verfolgt. Der Entwicklungszyklus ist der folgende : Die adulten Weibchen überwintern unter den Knospenschuppen und unter der Rinde der zurückgeschnittenen Triebe ; im Frühling befallen sie die sechs bis sieben

ersten Blätter und legen dort ihre Eier ab. Ein Teil der ersten Sommergeneration wandert von diesen ersten Blättern gegen die Endknospe des jungen Triebes und befällt die jungen Blätter. In der Folgezeit verlässt von jeder Generation eine gewisse Zahl von Milben die Blätter an der Basis der Triebe und wandert gegen die Spitzen. Am Anfang des Herbstes befinden sich fast alle Milben an der Spitze der Triebe. Vier bis sechs Wochen vor dem Blattfall beginnt die Wanderung zu den Winterknospen und unter die Rinde der Jahrestriebe. Wir konnten keine Männchen feststellen, die Vermehrung erfolgt im wesentlichen parthenogenetisch.

Das verstärkte Auftreten der Erinose in der Westschweiz scheint in Beziehung zu einer veränderten Technik des Ablaubens zu stehen.

Wir konnten nirgends das Vorhandensein der drei aus Kalifornien beschriebenen Rassen von *E. vitis* feststellen.

SUMMARY

The present study deals mainly with the morphology and biology of *Eriophyes vitis* PGST., a gall-producing microacarine, parasite of the vine leaf (*Vitis vinifera* L.), belonging to the family of the Eriophyidae.

The chapter referring to taxonomy includes a description of two other species of the same family: *Phyllocoptes vitis* NAL. and *Epitritimerus vitis* NAL.

In California, according to the acarologist KEIFER these two eriophyids are considered as forms of the species *Calepitrimerus vitis* NAL., *Phyllocoptes vitis* NAL. being the winter form (deutogyn) and *Epitritimerus vitis* NAL. the summer form (primogyn) of *Cal. vitis*. This problem has not yet been solved in the French part of Switzerland.

Eriophyes vitis PGST. was studied over three seasonal cycles, in order to determine the number of generations per year, the herbaceous parts on which the erineum mite proliferates, and the population movements on the canes.

The biology of the eriophyid can be described as follows: adult females overwinter under the outer layers of the bud scales and under the bark of the previous year's shoots. In spring, they infest the first six or seven leaves, where they lay eggs. A part of the first generation migrates from the first leaves towards the terminal buds of the new shoots and infest the embryonic leaves. Later on, a certain amount of *E. vitis* of each new generation leaves the basal leaves and moves towards the summit of the canes. At the beginning of autumn, practically all the *E. vitis* are to be found at the tip of the canes; four to six weeks before leaf drop, migration starts towards the winter buds and the bark of the previous year's shoot.

Injuries by erineum mite occur periodically in Switzerland and their economic importance is obvious.

In the vineyards of the French part of Switzerland, the presence of the three biological races of *E. vitis*, found in California, could not be proved.

BIBLIOGRAPHIE

- BAGGIOLINI, M., 1952. *Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique*. Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. 8 (1) : 4-6.
- BAKER, E. W., et WHARTON, G. W., 1952. *An introduction to acarology*. Macmillan Company, New York : 146-158.
- BOVEY, R., 1958. *Etat actuel des connaissances sur les maladies à virus de la vigne*. VITIS 1 : 237-256.
- GUILLIERMOND, A., et MANGENOT, G., 1948. *Précis de biologie végétale*. Masson & C^{ie}, Paris : 439-494.
- HUGHES, T. E., 1959. *Mites or the acari*. Athlone Press, Univ. of London : 187-188.
- JACOBS, R. H., 1958. *Versuche mit neuen Winter- und Sommerspritzmitteln zur Bekämpfung der Blattgallmilbe (Eriophyes vitis)*. Weinberg und Keller 5 (2) : 49-55.
- KEIFER, H. H., 1938. *Eriophyid studies II*. Bull. California Depart. Agric. 27 (3) : 310.
- 1942. *Eriophyid studies XII*. Bull. California Depart. Agric. 31 (3) : 117-129.
- 1944. *Eriophyid studies XIV*. Bull. California Depart. Agric. 33 (1) : 18-38.
- 1946. *A review of North American economic eriophyid mites*. Journ. Econ. Ent. 39 (5) : 563-570.
- 1952. *The eriophyid mites of California (Acarina : Eriophyidae)*. Bull. California Insect Survey 2 (1) : 1-123.
- 1955. *Eriophyid studies XXIV*. Bull. California Depart. Agric. 44 (4) : 163.
- KIDO, H., et STAFFORD, E. M., 1955. *The biology of the grape bud mite Eriophyes vitis (Pgst.)* Hilgardia 24 (6) : 119-142.
- KÜSTER, E., 1911. *Allgemeiner Teil. Zooecidien*, Stuttgart 1911-1924, I : 104-165.
- LANDOIS, H., 1864. *Eine Milbe (Phytoptus vitis mihi) als Ursache des Traubenmisswachses*. Zeitsch. Wiss. Zool. 14 (4) : 353-364.
- LANGERON, M., 1934. *Précis de microscopie*. Masson & C^{ie}, Paris : 857.
- MATHYS, G., 1957. *Etude des possibilités d'intervention contre Phyllocoptes vitis Nal., agent du court-noué parasitaire de la vigne*. Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. 13 (11) : 95-97.
- 1959. *L'acariose ou court-noué parasitaire de la vigne (Phyllocoptes vitis Nal.)*. Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. 15 (2) : 21-23.
- MATHYS, G. et HÜGI, H., 1961. *L'érinose de la vigne (Eriophyes vitis Pgst.)*. Rev. romande Agric. Vitic. Arboric. 17 (3) : 29-30.
- NALEPA, A., 1911. *Eriophyiden, Gallmilben*. Zooecidien, Stuttgart 1911-1924, I : 167-293.
- PAGENSTECHE, H. A., 1857. *Über Milben, besonders die Gattung Phytoptus*. Verh. des Naturhist.-mediz. Ver. Heidelberg 1 : 46-53.
- SCHRUFF, G., 1962. *Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Kräuselmilben (Phyllocoptes vitis Nal. und Epitrimerus vitis Nal., Fam. Eriophyidae Acarina) an Reben (Vitis vinifera L.)*. Wein-Wiss. der deutsche Weinbau : 191-211.
- SMITH, L. M., et STAFFORD, E. M., 1948. *The bud mite and the erineum mites of grapes*. Hilgardia (18) (7) : 317-334.
- SMITH, L. M., et SCHUSTER, R. O., 1963. *The nature and extent of Eriophyes vitis injury to Vitis Vinifera L.* Acarologica 5 (4) : 530-539.

