

De la nuisibilité du Carpocapse (*Cydia pomonella* L.) : observations, remarques, suggestions

Autor(en): **Geier, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **30 (1957)**

Heft 1

PDF erstellt am: **16.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401297>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

De la nuisibilité du Carpocapse

(*Cydia pomonella* L.) :

Observations, remarques, suggestions

par

P. GEIER

Genève

ULLYETT (1947) écrit : « Durant ces dernières années, il est apparu de plus en plus clairement que les « remèdes » chimiques et mécaniques appliqués de manière quasi automatique à tous les problèmes de la défense des végétaux, quels qu'ils soient, ne constituent pas la solution complète et définitive de ces problèmes. Le cas du Carpocapse fournit à cet égard un exemple éloquent. En dépit (ou en raison ?) de programmes de traitements répétés et sans cesse accrus, le ravageur cause des dégâts plus importants à la production fruitière qu'à l'époque relativement récente où des applications limitées suffisaient à le réduire. Bien plus, l'importance de ses déprédations tend encore à augmenter d'année en année et le coût de la lutte artificielle s'élève parallèlement. »

A ce propos, l'étude de TROTH et MARSCHALL (1935), conduite pendant huit ans dans un verger nord-américain de 70 ha. environ, révèle que la protection des cultures absorbe à l'époque 51 % des frais d'exploitation annuels, fraction dont les quatre cinquièmes doivent être affectés à la seule lutte contre le Carpocapse.

Et ULLYETT (1947) de constater que « le temps est venu de réviser radicalement nos conceptions en matière de défense contre les insectes. Il n'est plus possible, ajoute l'auteur sud-africain, d'admettre avec indifférence les vieilles conventions routinières si longtemps en honneur. Elles ont fait leur temps et nous devons les jeter par-dessus bord. Avant de pouvoir espérer nous rendre maîtres d'une population d'insectes, nous devons connaître cette population et comprendre ses rapports avec le milieu, de même qu'avec les autres populations entomologiques. Le temps est passé où tout était dit lorsqu'on avait démêlé l'éthologie et la prétendue « biologie » de l'espèce. Ces connaissances ne

couvrent qu'une fraction — et une fraction insignifiante — du problème. »

Ecrites il y a tantôt dix ans, ces considérations n'ont malheureusement rien perdu de leur actualité, bien au contraire. S'il est un domaine où les « conventions routinières » conservent tout leur prestige, c'est bien celui de la protection des vergers contre le Carpocapse, telle qu'elle est conçue et dirigée à l'heure actuelle.

Car il faut bien le dire, après ULLYETT comme après tant d'autres chercheurs consciencieux : les connaissances dont nous disposons aujourd'hui sur le Carpocapse ne représentent qu'une poussière d'éléments isolés qu'aucun lien continu ne relie. Aussi n'est-il pas question de formuler, scientifiquement, une doctrine cohérente de lutte. Tout au plus peut-on tenter de dégager des quelques enseignements acquis les lignes directrices et les méthodes d'une véritable expérimentation, dont rigoureusement tout resterait à faire. Un chercheur dont le seul mérite serait d'avoir contribué à pénétrer les esprits de cette vérité n'aurait certes pas travaillé en vain.

On peut, me semble-t-il, diviser en deux catégories l'ensemble des publications consacrées au Carpocapse. Ce sont, d'une part, les publications d'observations ou d'études portant sans préoccupation économique ou pratique sur un ou plusieurs points précis de l'existence de l'espèce ; d'autre part, les publications d'entomologie appliquée concernant, de manière plus ou moins immédiate, la restriction artificielle de l'espèce. Tandis que les travaux du premier type, d'une portée à dessein limitée, conservent généralement toute leur valeur, les études appliquées, en revanche, pèchent presque toutes dans la mesure où leurs auteurs, abordant le sujet bien au-delà des faits élémentaires du comportement de l'espèce, ignorent ou imaginent ceux-ci pour ne conclure que partiellement, sinon faussement, alors qu'ils se voudraient exhaustifs.

Conscient de ces risques, pour y avoir succombé moi-même, je me suis efforcé de recueillir, au niveau le plus élémentaire possible, les observations dont je rends compte dans le dessein de former un faisceau de présomptions solides capable d'étayer les hypothèses de travail que la présente note vise à formuler.

Expression de la nuisibilité

On mesure la nuisibilité d'un ravageur à l'écart séparant la récolte qu'une culture aurait pu produire en l'absence du ravageur, de la récolte effectivement portée par cette même culture après infestation, toutes choses restant égales d'ailleurs. Dans le cas du Carpocapse, il s'agit d'apprécier la différence entre le nombre de fruits qu'un arbre aurait produit en l'absence de toute activité de cet insecte (*récolte saine possible* = R) et le nombre de fruits parvenus à maturité sans attaque dans les circonstances de l'observation (*récolte saine effective* = r).

S'il est relativement aisé de dénombrer la récolte saine effective,

l'estimation de la récolte saine possible offre, en revanche, quelque difficulté. Cette difficulté explique sans doute pourquoi les auteurs ne se sont pour ainsi dire jamais souciés de donner une expression objective à la nuisibilité du Carpocapse, variable qui constitue, pourtant, la préoccupation essentielle de la plupart des travaux.

On se contente très généralement d'exprimer les dégâts du Carpocapse par le pour-cent des fruits endommagés dans la récolte totale : cette méthode présente l'inconvénient d'exclure de l'estimation de la nuisibilité les attaques dont la récolte ne porte plus trace au moment de la cueillette ; elle tend à sous-estimer gravement la nuisibilité.

Certains auteurs, conscients de cette erreur systématique, se sont efforcés de la corriger en considérant, dans leurs calculs, une population totale de fruits formée non seulement des fruits cueillis à maturité, mais encore des fruits tombés en cours de saison. Les dégâts du Carpocapse sont alors exprimés par le pour-cent de tous les fruits attaqués en cours de saison dans la somme de tous les fruits formés cette année-là par les arbres observés. Outre l'imprécision des méthodes de dénombrement habituellement utilisées en pareils cas, le procédé tend aussi à sous-estimer systématiquement la nuisibilité du ravageur. En effet, confondant les fruits cueillis et les fruits tombés, véreux ou non, on ignore dans ce calcul que les fruits sains tombés prématurément n'appartiennent pas à la récolte possible, puisqu'ils ont été éliminés au cours du processus d'éclaircissage naturel qui s'effectue de la floraison à la maturité (GEIER, 1955).

D'autres enfin, moins nombreux, expriment les dégâts du Carpocapse par la totalité des fruits attaqués durant la saison, soit en pour-cent des fruits cueillis à la récolte, soit, ce qui est moins faux, en pour-cent de la somme des fruits sains à la récolte et des fruits attaqués durant la saison. Ces deux méthodes tendent à surestimer la nuisibilité : en effet, un fruit attaqué en cours de saison ne saurait représenter une unité de dégât, puisque ce fruit n'aurait pas eu une chance complète de figurer dans la récolte s'il était demeuré indemne.

Ces considérations n'ont pas échappé à quelques auteurs, comme SY (1948) qui pressent la nécessité de tenir compte, dans l'appréciation des dégâts du Carpocapse, de la probabilité variable qu'offrent les fruits attaqués d'atteindre la maturité, et surtout comme RICHARDSON (1948), qui recommande d'estimer la nuisibilité du ravageur sur la base de dénombrements périodiques.

Suivant l'exemple du travail de SUMMERLAND et STEINER (1943) sur l'oviposition du Carpocapse, j'ai procédé moi-même entre floraison et récolte à des dénombrements précis des organes reproducteurs sur pommiers et poiriers de la région de Genève en 1955 et 1956. Ces dénombrements se sont succédé dans la règle de quinzaine en quinzaine, portant, pour chaque sujet observé, sur une charpentièrre ou une sous-charpentièrre, toujours la même, choisie de manière aussi constante que possible pour réaliser les conditions d'une infestation

maximum (orientation S. à W. ; partie supérieure externe de la couronne ; cf. : CHILDS, 1921 ; CHUGUNIN, 1929 et 1931 ; SUMMERLAND et STEINER, 1943 ; WOODSIDE, 1944). Aucun des arbres observés ne subit d'application insecticide ni durant, ni avant mes travaux.

À chaque dénombrement, j'ai relevé, outre l'effectif total, le nombre de fruits pénétrés par le Carpocapse depuis le dernier contrôle. Seules comptent comme pénétration les attaques aboutissant à la formation d'une galerie plongeant au-delà de la cavité de l'œil ou de la spirale d'entrée (fig. 1) vers l'intérieur du fruit. On remarquera que j'ai volontairement ignoré les lésions superficielles ou « stings » afin de simplifier

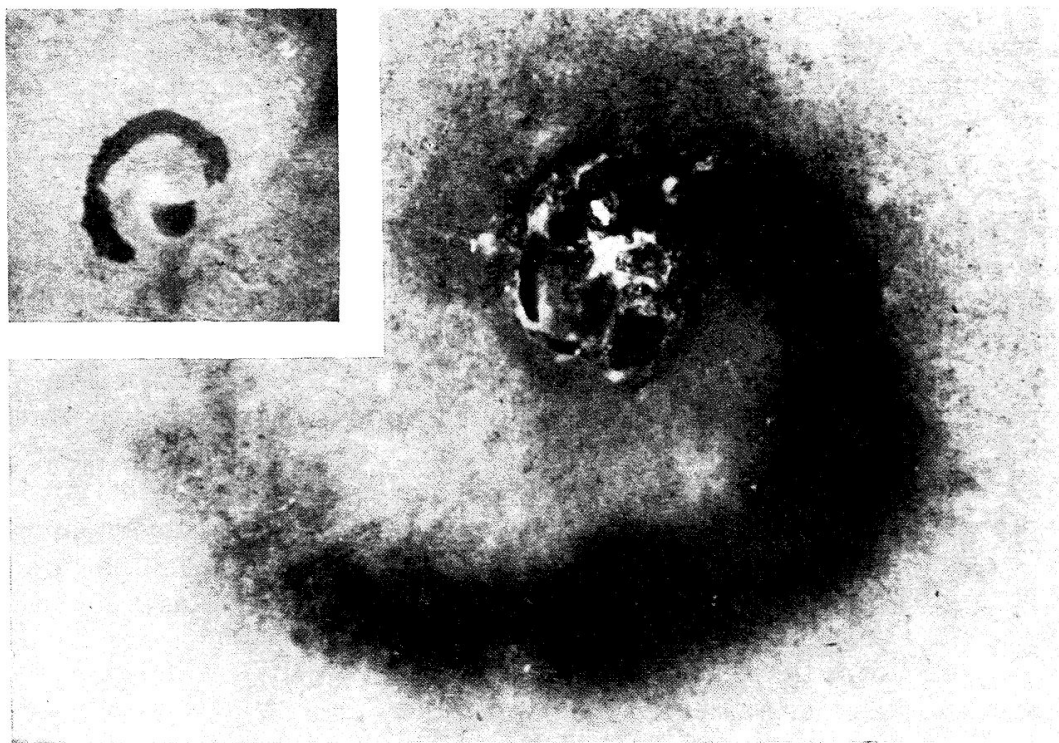


Fig. 1. — Amorce en spirale d'une galerie de Carpocapse sur le flanc d'un fruit.

une tâche déjà considérable, accomplie sans aucune aide, et d'éviter toute possibilité de confondre les manifestations de l'espèce étudiée avec celles d'autres Microlépidoptères. Les fruits endommagés sont marqués au moyen d'un fil de couleur désignant la date de l'observation.

Je regrette de n'avoir pu procéder à la recherche méthodique d'un procédé optimum d'échantillonnage pour les fruits et pour le Carpocapse : ce travail reste à faire. J'ai néanmoins pris dans deux cas la précaution de comparer les résultats obtenus sur une fraction de la couronne des arbres étudiés avec la récolte de l'ensemble du sujet. Les valeurs observées sont si voisines dans l'un et l'autre cas (tableau 1)

TABLEAU 1

Mesure de la concordance entre fraction de couronne observée et totalité de l'arbre

		Echantillon observé	Totalité de l'arbre
Arbre A	Nombre de fleurs	710	11 000
	Nombre de fruits récoltés	63	913
	Fruits récoltés % fleurs	8,7	8,3
	Fruits récoltés véreux	33	437
	Fruits récoltés véreux %		
	fruits récoltés *	52	46
Arbre B	Nombre de fleurs	575	3 000
	Nombre de fruits récoltés	71	334
	Fruits récoltés % fleurs	12,3	11,1
	Fruits récoltés véreux	1	4
	Fruits récoltés véreux %		
	fruits récoltés *	1,4	1,6

* Cette relation ne figure ici que pour mettre en évidence le parallélisme entre l'évolution de l'attaque sur l'échantillon et l'arbre entier.

que mes échantillons peuvent être considérés comme raisonnablement représentatifs de l'ensemble de l'arbre dont ils sont tirés.

Les résultats d'une saison se présentent, pour un arbre, comme l'exemple figurant au tableau 2.

TABLEAU 2

Observations effectuées en 1955 sur les dégâts de Carpocapse affectant les fruits d'une charpentière de pommier

Contrôle n°	Date	Organes reproduc- teurs dénombrés	Organes reproduc- teurs non infestés	Fruits pénétrés par le Carpocapse					Au total
				du 13.VII au 30.VII	du 30.VII au 16.VIII	du 16.VIII au 1.IX	du 1.IX au 19.IX	du 19.IX au 28.IX	
1	28.IV	575	575						
2	26.V	207	207						
3	14.VI	130	130						
4	29.VI	102	102						
5	13.VII	96	96						
6	30.VII	93	90	3					3
7	16.VIII	89	83	3	3				3
8	1.IX	80	74	2	2	2			2
9	19.IX	76	72	1	1	1	1		1
récolte	28.IX	71	70	—	—	—	—	1	1

Dans le cas particulier, des 575 fleurs dénombrées au printemps, 70 connaissent un développement sans accident aboutissant, en automne, à la formation d'un fruit indemne de Carpocapse. Entre la mi-juillet et la fin de septembre, le ravageur élimine 10 fruits, dont il s'agit d'exprimer la valeur pour la récolte en substituant à chaque unité endommagée la fraction qu'elle représente objectivement en fin de saison, compte tenu de la probabilité qu'offrait chaque fruit véreux, au moment de l'attaque, d'atteindre la maturité nonobstant l'infestation.

Ceci revient, comme nous l'avons vu, à mesurer les dommages réels de l'insecte par la différence entre la récolte saine possible, R , et la récolte saine effective, r .

Le problème de l'estimation de la récolte saine possible a été soumis à M. A. LINDER, professeur de statistique mathématique à l'Université de Genève, qui recommande le calcul suivant (Linder, 1935) :

Soient y , l'effectif des fruits non véreux dénombré au début d'une période séparant deux contrôles successifs et y' , l'effectif correspondant en fin de période, tels que :

$$dy = y - y'$$

Soit v , le nombre des fruits pénétrés par le Carpocapse durant la période considérée.

Le nombre des fruits éliminés en cours de période pour d'autres motifs que l'attaque du Carpocapse égale :

$$dy - v$$

On peut exprimer la probabilité pour chaque fruit sain, présent *au début* de la période, d'avoir disparu de l'effectif des fruits sains au prochain dénombrement, pour des motifs autres qu'une infestation de Carpocapse, par la relation :

$$q = \frac{dy - v}{y}$$

De même, cette probabilité devient, *en fin* de période :

$$q = \frac{dy - v}{y - v}$$

Comme l'élimination des fruits sains s'opère durant toute la période considérée, et non seulement au début ou à la fin de celle-ci, il convient d'utiliser, au dénominateur de la relation, l'effectif moyen théorique des fruits indemnes de Carpocapse durant la période, soit :

$$y - \frac{v}{2}$$

La probabilité pour chaque fruit sain présent durant la période de disparaître de l'effectif au cours de cette même période pour d'autres raisons qu'une attaque de Carpocapse est donc :

$$q = \frac{dy - v}{y - \frac{v}{2}}$$

En substituant à q , probabilité d'élimination, la probabilité p de survivre aux causes d'élimination autres que le Carpocapse, on obtient :

$$p = 1 - q = \frac{y + \frac{v}{2} - dy}{y - \frac{v}{2}}$$

La probabilité p étant établie pour chaque période : $p_1, p_2, \dots, p_n$, le produit de ces valeurs successives exprime la probabilité totale pour qu'une fleur parvienne à former un fruit dans l'effectif cueilli à la récolte, *en l'absence de toute attaque du Carpocapse*.

La récolte saine possible est ainsi :

$$R = N \text{ fleurs} \times p_{tot.}$$

La perte effective de récolte imputable au Carpocapse est :

$$V = R - r$$

La nuisibilité pondérée s'exprime par la perte effective en pour-cent de la récolte possible :

$$N = \frac{V \times 100}{R}$$

Le tableau 3 rapporte le détail des calculs pour l'exemple dont les données figurent au tableau 2.

Il peut être intéressant de comparer avec l'estimation objective les résultats qu'auraient fournis les méthodes de calcul critiquées plus haut. Cette confrontation apparaît au tableau 4.

Remarquons enfin que notre façon d'estimer la nuisibilité du Carpocapse offre une information supplémentaire de grand intérêt : elle permet de calculer le nombre absolu de fruits ou la fraction relative dont la récolte saine possible se trouve amputée par le Carpocapse à *chaque période*. Ces opérations figurent au tableau 5 pour l'exemple rapporté au tableau 2 et développé au tableau 3.

Variation de la nuisibilité

On peut considérer la variation de la nuisibilité dans le temps et dans l'espace. Le recul nécessaire me manque encore pour traiter de la variation dans le temps. En revanche, les indices recueillis sur la variation dans l'espace sont de nature à suggérer quelques réflexions.

Toutes mes observations ont été effectuées dans un quadrilatère de 15 km de long sur 2 km de large, environ, bordant la rive gauche du

TABLEAU 3

Calcul de la nuisibilité du Carpocapse dans le cas rapporté au tableau 2

Dates de contrôle	Période n°	y	dy	v	$y - \frac{v}{2}$	$y - \frac{v}{2} - dy$	$\frac{y + \frac{v}{2} - dy}{y - \frac{v}{2}} = p$
28. IV	1	575	368		575,0	207,0	0,360
26. V	2	207	77		207,0	130,0	0,628
14. VI	3	130	28		130,0	102,0	0,785
29. VI	4	102	6		102,0	96,0	0,941
13. VII	5	96	6	3	94,5	91,5	0,968
30. VII	6	90	7	3	88,5	84,5	0,955
16. VIII	7	83	9	2	82,0	75,0	0,915
1. IX	8	74	2	1	73,5	72,5	0,986
19. IX	9	72	2	1	71,5	70,5	0,986
28. IX		70					

$$p_{tot.} = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_9 = 0,138.$$

$$R = p_{tot.} \times y_1 = 575 \times 0,138 = 79 \text{ fruits}$$

$$V = R - r = 79 - 70 = 9 \text{ fruits.}$$

$$N = 100 V/R = 11,4 \%$$

TABLEAU 4

Confrontation des résultats fournis par diverses façons d'estimer la nuisibilité du Carpocapse

	Arbre A	Arbre B	Arbre C
Nuisibilité objective : $\frac{100(R - r)}{R}$	68 %	11,4 %	93 %
Fruits véreux récoltés % fruits récoltés . .	52 %	1,4 %	80 %
Fruits véreux au total % fruits présents au début de l'infestation	54 %	10,4 %	86 %
Fruits véreux au total % fruits récoltés	84 %	13,7 %	127 %
Fruits véreux au total % fruits sains récoltés + fruits véreux au total	73 %	12,5 %	94 %

Calcul de la nuisibilité périodique du Carpopapse dans l'exemple rapporté au tableau 2

Période du ... au	p	R à la fin de chaque période	r à la fin de chaque période	$R-r$ cumulé à la fin de chaque période	$R-r$ successifs ramenés au 28.IX*	Réduction périodique par le Carpopapse de la récolte saine possible	
						valeur absolue	%
13.VII-30.VII	3	92,953	90	2,953	2,509	2,509	3,176
30.VII-16.VIII	3	88,770	83	5,770	5,133	2,624	3,222
16.VIII-1.IX	2	81,225	74	7,225	7,024	1,891	2,394
1.IX-19.IX	1	80,087	72	8,087	7,974	0,950	1,203
19.IX-28.IX	1	78,966	70	8,966	8,966	0,992	1,256

* En multipliant les valeurs périodiques de $R-r$ par les p des périodes suivantes.

TABLEAU 6

Caractéristiques de stations et de sujets ayant servi aux observations sur la nuisibilité du Carpopapse en 1955 et 1956

N° de la station	Localité	Type de plantation	Importance de la plantation	Variété observée	N° du sujet	Type du sujet	Age du sujet (années)	Etat du sujet	Insolation du sujet
I	Carouge	jardin abandonné	2 arbres	R. Landsberg	1	hte-tige	12	satisfaisant	normale
II	Vésenaz	pré verger	> 10 arbres	Winterbanana R. des Reinettes * Rose de Berne *	2	hte-tige	10	vigoureux	normale
					3 a **	hte-tige	10	satisfaisant	normale
					3 b **	hte-tige	10	satisfaisant	normale
III	Vandœuvres	pré verger	> 10 arbres	Citron d'Hiver Boskoop * Borawinka *	4	hte-tige	15	satisfaisant	un peu écourtée
					5	hte-tige	20	vigoureux	un peu écourtée
					6	hte-tige	20	satisfaisant	un peu écourtée
IV	Hermance	pré verger	> 10 arbres	R. des Reinettes * R. grise * R. des Reinettes *	7	hte-tige	20	satisfaisant	écourtée
					8	hte-tige	20	satisfaisant	écourtée
					9	hte-tige	20	satisfaisant	écourtée

* En 1956 seulement.

** Sujet surgreffé.

Lac de Genève, de l'Arve à la frontière française, à une altitude comprise entre 385 et 460 m. Les caractéristiques des stations les plus représentatives figurent au tableau 6.

En 1955, j'enregistre les nuisibilités suivantes en fin de saison :

Pommier Reine des Reinettes, cordon, Hermance . . .	0 %
Pommier Citron d'hiver, tige, Vandœuvres	11 %
Pommier Winterbanana, tige, Vézenaz	68 %
Pommier Reinette Landsberg, tige, Carouge	93 %

Les dégâts imputables au Carpocapse, dans une même année et dans une zone à la fois restreinte et relativement homogène, peuvent donc prendre toutes les valeurs comprises entre 0 et 100 % de la récolte saine possible, en l'absence de toute mesure de lutte.

Cette variabilité ne se limite pas à l'importance numérique des dégâts : elle se manifeste parallèlement dans le moment des attaques (fig. 2) : alors que les premières pénétrations s'effectuent à Carouge dès la mi-juin, l'infestation ne débute qu'un plein mois plus tard à Vandœuvres ; tandis que l'attaque la plus importante s'opère à Carouge pendant le mois de juillet, les pertes les plus sensibles sont reportées à la première quinzaine d'août à Vandœuvres et à la seconde quinzaine du même mois à Vézenaz.

Les observations plus nombreuses faites en 1956 confirment absolument ces premières remarques (tableau 7 ; fig. 3).

Il n'y a pas de raison de penser qu'une telle amplitude d'écarts dans la nuisibilité naturelle constitue en Suisse un cas exceptionnel, local ou momentané.

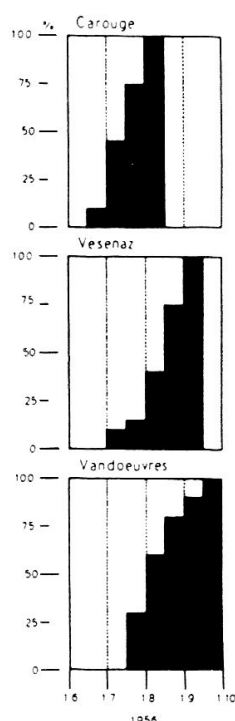


Fig. 2. — Nuisibilité du Carpocapse en 1955 ; pertes périodiques cumulées en pour-cent de la nuisibilité totale.

Pareille variabilité trahit sans doute une très grande sensibilité du Carpocapse aux circonstances du milieu. Elle montre aussi quels obstacles s'opposent aujourd'hui à l'élaboration de prévisions phytosanitaires sérieuses et à l'application d'une lutte chimique à la fois efficace et rationnelle. Elle justifie enfin l'espoir de parvenir à réduire la nuisibilité du ravageur en modifiant à son détriment les conditions écologiques qui pourraient s'y prêter.

C'est pourquoi je considère que l'étude des *facteurs de la nuisibilité* offre la seule voie vers un progrès réel en matière de protection contre le Carpocapse.

Facteurs de la nuisibilité

Les données disponibles ne permettent pas de procéder à l'étude quantitative des facteurs de la nuisibilité. Néanmoins, elles fournissent à l'examen un certain nombre d'enseignements qui, sans apporter les preuves nécessaires à une démonstration, n'en offrent pas moins un faisceau d'indices justifiant de fortes présomptions. De telles présomptions suffisent à l'énoncé des hypothèses de travail aptes à constituer les bases de recherches ultérieures.

Les facteurs de la nuisibilité dont l'influence me paraît discernable dans les cas observés sont tous la manifestation de phénomènes complexes que je groupe, faute de pouvoir les résoudre plus exactement, sous les désignations suivantes :

- influence de la station ;
- influence de la variété fruitière ;
- Influence du groupement d'espèces ou de variétés fruitières ;
- influence des particularités individuelles propres au sujet fruitier.

Influence de la station

L'effet de la station embrasse toutes les influences que peut exercer sur la nuisibilité du Carpocapse l'ensemble des caractères propres au verger, hormis les autres facteurs énumérés. Ces caractères expriment au premier chef les particularités mésoclimatiques et agrologiques locales ; ils contribuent à définir le cadre à l'intérieur duquel l'action conjuguée des autres facteurs détermine finalement le niveau de la nuisibilité.

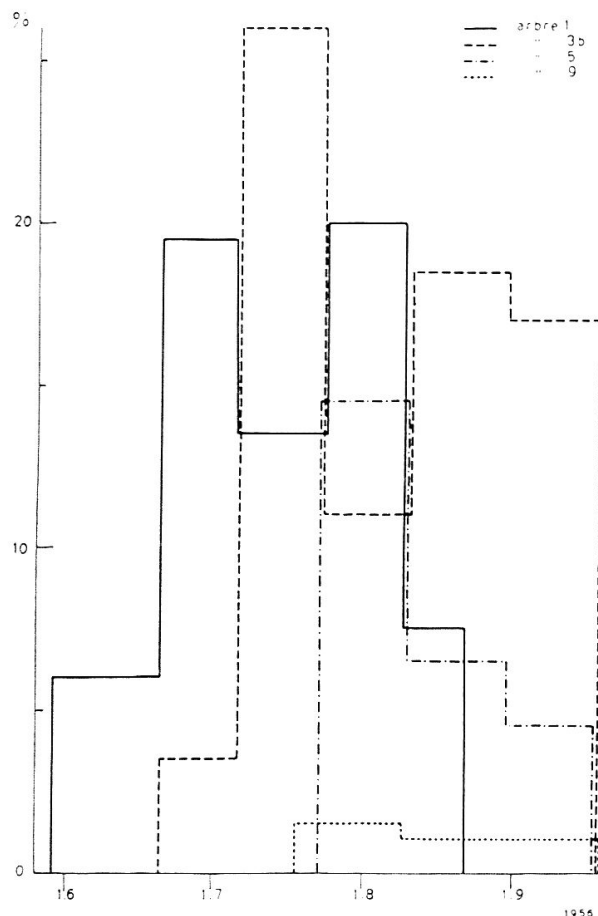


Fig. 3. — Nuisibilité du Carpocapse en 1956 ; pertes périodiques en pour-cent de la récolte saine possible. Identité des arbres : cf. tableau 7.

TABLEAU 7
Nuisibilités enregistrées en 1955 et 1956

Station n°	Arbres	1955				1956			
		R	r	V	N	R	r	V	N
I	1	100	7	93	93	11	3	8	74
II	2	62	20	42	68	36	20	16	44
	3 a	...	...	...	...	27	16	11	42
	3 b	...	...	...	...	21	5	16	76
III	4	79	70	9	11	80	64	16	20
	5	...	...	...	...	43	32	11	25
	6	...	...	...	...	64	60	4	6
IV	7	...	...	...	...	74	72	2	3
	8	...	...	...	...	27	25	2	7
	9	...	...	...	...	88	85	3	4
	R. des Reinettes (cordon)	20	20	—	—	...	...	...	...
	R. du Canada (cordon)	...	...	...	...	18	18	—	—

L'influence de la station apparaît dans les écarts entre nuisibilités moyennes établies pour chaque verger, abstraction faite des variations internes.

Ainsi, dans les cas observés, les manifestations du Carpocapse, nuisibilité et abondance des individus, diminuent d'intensité de la station I à la station IV : les infestations moyennes y sont, respectivement, de 83,5 %, 57,5 %, 15,5 % et 2,8 %, série que vient confirmer

TABLEAU 8

Abondance relative des larves de Carpocapse capturées en bandes-pièges durant la saison 1956

Station	Nombre d'arbres portant les pièges	Nombre moyen de larves par arbre	Appréciation de la nuisibilité moyenne
I	2	80	très forte
II	4	70	assez forte
Vandœuvres-Borel	6	60	variable selon les sujets *
Vandœuvres-Bouvier	12	7	très faible
III	5	6	faible
IV	4	4	négligeable

* Estimation superficielle sans dénombrement.

l'abondance relative des larves capturées en bandes-pièges dans ces vergers durant la saison 1956 (tableau 8).

En conclusion, les faits suggèrent *grosso modo* l'existence de deux groupes distincts parmi les vergers étudiés, dont le premier, caractérisé par des conditions locales tendant à favoriser une population de Carpopapse forte et active, comprend les stations I, II (et Vandœuvres-Borel), tandis que le second, caractérisé par des conditions locales généralement moins propices au ravageur, comprend les stations Vandœuvres-Bouvier, III et IV.

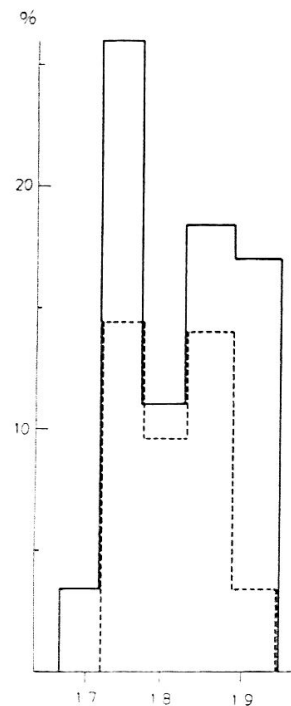
Influence de la variété fruitière

Les particularités variétales contribuent sans doute largement à déterminer le niveau final de la nuisibilité dans l'intervalle délimité par l'influence de la station. Le rôle intrinsèque de la variété (dans une moindre mesure, de l'espèce), comme celui des influences réciproques entre variétés ou espèces fruitières, sont souvent méconnus dans la pratique phytosanitaire, malgré les travaux d'auteurs tels que DOSIER (1926), HALL (1929), qui établit une liste de variétés selon leur susceptibilité au Carpopapse, CHUGUNIN (1931), CUTRIGHT et MORRISON (1935) dont les observations confirment l'existence de différences variétales dans la sensibilité du pommier aux attaques du ravageur, et HOLLRUNG (1937), notamment.

Je recueille trois indices assez nets sur le rôle que peut jouer la variété dans l'infestation relative du sujet.

Le premier est fourni par la comparaison de la nuisibilité sur deux charpentières d'un arbre surgreffé de la station II. Ces deux charpentières, l'une de variété Rose de Berne, l'autre de variété Reine des Reinettes, sont voisines, occupant dans la couronne une position symétrique, la première au W.-N.-W., la seconde au W.-S.-W. Leur charge est comparable et l'influence éventuelle des caractères individuels paraît dans le cas présent réduite au minimum. Néanmoins, la nuisibilité accuse en fin de saison une différence marquée entre variétés (tableau 7, 3 a et 3 b ; fig. 4). L'écart est significatif ($P < 0,05$) à l'épreuve du test chi-carré ; il peut être raisonnablement imputé à l'influence des variétés.

Fig. 4. — Vésenaz 1956 : influence variétale. Nuisibilité périodique en pour-cent de la récolte saine possible sur deux charpentières voisines : trait plein = Rose de Berne ; pointillé = Reine des Reinettes.



Le deuxième indice provient de la comparaison du nombre de larves prises dans les bandes-pièges posées durant la saison 1956. Je constate (fig. 5) qu'il paraît exister une bonne corrélation (coefficient de détermination = $B = 83\%$. Linder, 1951) entre la nuisibilité du Carpopapse éprouvée par un sujet fruitier, d'une part, et, d'autre part, le nombre de larves prises en bandes-pièges sur ce même sujet *jusqu'au 1^{er} août*.

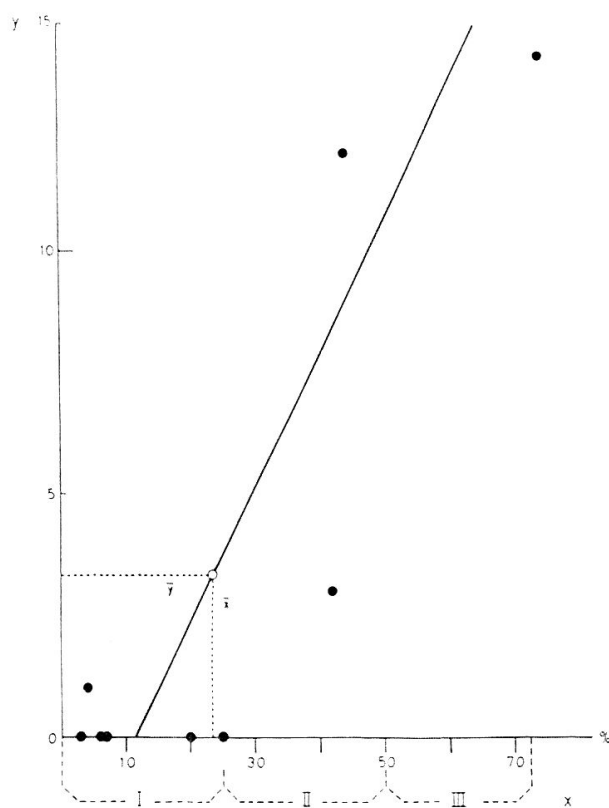


Fig. 5. — Répartition de la nuisibilité (x) par rapport au nombre de larves capturées avant le 1.VIII (y) sur neuf arbres étudiés en 1956.

tes de deux sujets, exclusivement, de variété Boiken, situés l'un en périphérie, l'autre au centre du verger. Les quatre autres pommiers, de variétés différentes, n'ont pas fourni au piégeage une seule larve mature avant le mois d'août. Je note, pour l'ensemble de la saison, que l'effectif des larves provenant des deux Boiken représente la moitié du total des larves prises sur les six pommiers de la station. Ces faits confirment les observations de NEL (1941) sur poiriers.

Enfin l'arbre 6, station III (tableau 7), où la nuisibilité du Carpopapse diffère significativement de celle enregistrée sur les sujets voisins 4 et 5, montre nettement comment une maturité exceptionnellement précoce, caractère variétal par excellence, peut soustraire dans une large mesure la récolte aux déprédations du ravageur.

N'attribuant à ce fait qu'une valeur purement indicative en raison du nombre très restreint de mes observations, je considère, dans le cas particulier tout au moins, que les dégâts subis par un arbre du fait du Carpopapse tendent à être d'autant plus élevés que les larves atteignant la maturité avant le 1.8 (c'est-à-dire en temps utile pour effecteur leur développement imaginal l'année même) sont plus nombreuses sur cet arbre.

Six pommiers ont fait l'objet de piégeages méthodiques en 1956 au verger Vandœuvres-Borel, choisis en fonction de l'uniformité relative de leur développement et de leur charge comparable cette année. Ces six arbres ont livré au total 356 larves de Carpopapse, dont 35 furent capturées avant le 1.VIII.1956. Or ces 35 larves proviennent tou-

S'il ne paraît pas douteux que les caractères variétaux sont capables d'exercer une influence sensible sur la nuisibilité du Carpopapse, les moyens par lesquels cette influence se manifeste demeurent largement ignorés, si ce n'est dans certains cas analogues au dernier exemple cité, où semble se produire un déphasage entre le développement de l'insecte et celui de l'hôte (pseudorésistance). Toutes les hypothèses qu'on pourrait formuler à ce sujet restent pour l'instant des suppositions gratuites dont je veux m'abstenir, en me bornant à remarquer que la résistance ou la susceptibilité variétales procèdent vraisemblablement de circonstances diverses et nombreuses.

Influence des groupements d'espèces et de variétés fruitières

L'effet que peut exercer sur la nuisibilité le groupement d'espèces ou de variétés fruitières différentes est reconnu depuis longtemps dans la littérature, en particulier grâce aux travaux de ALLMAN (1927), DOINIKOV (1936), NEL (1941) et HATTINGH (1942). Les contributions de BASINGER et SMITH (1946), de ARMSTRONG (1946) et de BOVEY (1949) à propos de l'influence des essences fruitières sur le comportement du ravageur sont également instructives.

Admettant, comme nous l'avons vu, que différentes espèces ou variétés fruitières paraissent constituer des milieux plus ou moins favorables à l'évolution du Carpopapse, dont elles semblent notamment pouvoir affecter de manières diverses la rapidité, on doit présumer que certains sujets sont plus en mesure que d'autres de multiplier l'insecte dans leur station.

Dans le cas du verger Vandœuvres-Borel cité plus haut, il n'est pas douteux que les deux pommiers Boiken, seuls capables en 1956 d'assurer le développement bivoltin d'une partie de la population locale du ravageur, tendent, de ce fait, à augmenter la probabilité d'infestation sur les arbres voisins.

Influence des caractères particuliers propres au sujet fruitier

Parmi la foule des caractères individuels capables d'influencer la nuisibilité du Carpopapse, CHUGUNIN (1929 et 1931) cite : la proximité d'une source d'infestation active (fruitiers, etc.), l'insolation reçue par les fruits (structure de la couronne ; microclimat), l'élévation relative du sujet, l'importance relative de la récolte.

Mes propres observations confirment celles de l'auteur russe quant au rôle joué par l'élévation relative des sujets : je note que les cordons horizontaux cultivés à la station IV au voisinage immédiat de hautes-tiges de la même variété restent indemnes d'attaques, alors que les formes élevées sont faiblement infestées. Même constatation sur poiriers de la station II, où les petites pyramides présentent régulièrement moins de dégâts, en 1955 et en 1956, que les sujets de la même espèce qui les dominent.

En ce qui concerne l'influence de la charge de l'arbre, j'incline personnellement à penser, malgré l'avis de CHUGUNIN (1931), qu'elle affecte la nuisibilité en raison directe de sa propre importance. Outre certaines expériences antérieures, je considère comme un indice probant les différences entre la nuisibilité enregistrée en 1955 et 1956 sur les arbres 1, 2 et 4 (tableau 7).

Alors que les arbres 1 et 2 accusent de 1955 à 1956 une régression significative de nuisibilité ($P < 0,05$) parallèle à une forte diminution de récolte, l'arbre 4, dont la productivité reste identique au cours des deux saisons, connaît une infestation un peu plus forte en 1956 qu'en 1955, sans que l'aggravation soit statistiquement assurée ($P =$ environ 0,25). Le fait s'expliquerait par l'attractivité des arbres chargés pour les pondeuses ; il semble en outre conforme aux tendances habituelles des relations entre hôtes et ravageurs.

Un autre point me paraît ici digne d'attention, bien qu'il puisse aussi relever des facteurs variétaux. Il s'agit de la manière dont la production fruitière se trouve répartie sur l'arbre. Un bon échelonnement des fruits tout au long des branches rend la récolte moins vulnérable aux attaques du Carpocapse que la formation de grappes et de mouchets. En effet, la larve néonate découvre par hasard le fruit qu'elle va pénétrer (HALL, 1934) : eu égard à la localisation des pontes par rapport aux points de fructification, le groupement des fruits rend moins aléatoires les recherches de la larve. De plus, la multiplicité des points de contact entre fruits en mouchets facilite la pénétration des fruits par les larves. Sur 340 pénétrations observées en nature, je constate que 35 % sont effectuées aux points de contact, qui représentent la porte d'entrée la plus usuelle. Ces faits expliquent pourquoi les fruits réunis en grappes sont régulièrement plus infestés que la moyenne des fruits voisins isolés.

Suggestions

Mes observations suggèrent l'existence de *corrélations* entre un certain nombre de facteurs naturels et la nuisibilité du Carpocapse.

Pour estimer l'influence qu'exercent ces facteurs sur l'infestation des récoltes, il faut calculer la *régression* des facteurs sur la nuisibilité. Or de tels calculs ne sont possibles que si l'on a défini numériquement les facteurs considérés et mesuré leurs variations. Comme les facteurs actuellement reconnus sont tous des manifestations de phénomènes complexes, il convient donc, au préalable, de les résoudre en variables élémentaires.

On peut prévoir que nombre de ces variables élémentaires montreront entre elles des rapports d'interdépendance. Afin de ne pas surestimer l'effet sur la nuisibilité de variables dont l'influence est elle-même tributaire d'autres variables agissant parallèlement, la relation qu'il faut établir entre nuisibilité et facteurs doit procéder de *régressions*

multiples. En effet, tandis qu'une série de régressions simples donne pour chaque cas la totalité de l'influence exercée par la variable indépendante (facteur) sur la variable dépendante (nuisibilité) sans tenir compte des interdépendances éventuelles entre facteurs examinés *successivement*, la régression multiple, en revanche, réduit justement le rôle de certains facteurs, dans la mesure où leur influence est régie par un phénomène dont l'effet s'exprime déjà dans l'influence sur la nuisibilité d'un autre facteur examiné *simultanément*.

Les relations dont la connaissance procède des régressions multiples sont nécessaires à l'estimation de la nuisibilité du Carpocapse en fonction des circonstances locales et constituent ainsi le point de départ d'une prévision scientifique des dégâts.

Pour être praticable, la prévision doit se fonder sur un nombre d'éléments aussi réduit que possible, c'est-à-dire disposer de paramètres commodes permettant d'estimer objectivement et par avance la valeur que prendront successivement et dans chaque cas les variables régissant l'infestation.

Ces conditions sont encore loin d'être remplies : en attendant qu'elles le soient, la question de savoir s'il vaut mieux soumettre au public des estimations purement empiriques ou s'en abstenir demeurera sujette à discussion.

Il n'est pas exclu que l'avancement des recherches révèle à l'avenir l'existence de un ou de plusieurs facteurs-clés se prêtant à la prévision objective des dégâts périodiques par des moyens peu compliqués. Je présume toutefois que la reconnaissance de tels facteurs conduirait logiquement à leur exploitation directe, visant à réduire la nuisibilité du ravageur par la mise en œuvre d'artifices imités de la nature : l'intérêt des prévisions s'en trouverait du même coup limité.

Le gros des recherches dont j'esquisse le déroulement doit être conduit en nature, si possible dans des vergers créés à dessein et consacrés sans réserve ni restriction à l'étude du carpocapse. Comme il est peu vraisemblable qu'on dispose jamais de tels vergers, en Suisse tout au moins, force est et demeurera de pallier cette carence en recourant à l'usage de plantations privées existantes, avec tous les inconvénients que la chose comporte, particulièrement en ce qui concerne le manque d'uniformité dans le choix des variétés et la conduite des cultures. Semblables difficultés ne sont cependant pas insurmontables, au prix d'une certaine ingéniosité, de progrès plus lents, d'une peine accrue et de passablement de chance.

Soulignons, enfin, que l'application de traitements chimiques rend un verger inutilisable pour l'étude écologique du Carpocapse, car les traitements introduisent une série de variables nouvelles, extraordinairement complexe, dont il semble contre-indiqué de charger dès l'origine une recherche si ardue.

Summary

The author proposes a method of assessing and expressing Codling Moth damage with due regard to the fruit's normal life-expectancy at the time of infestation. Periodical counts of undamaged fruit from blossom to maturity allow an estimate to be made of the amount of undamaged fruit the tree under survey would have produced if free from the pest (R). The difference between R and recorded production of undamaged fruit (r) shows the total Codling Moth damage (V). Relative damage (N) is expressed by V in per cent of R . Periodic losses can be estimated for each moment of the pest's seasonal activity.

An account is given of the variability observed in relative damage measured on unsprayed trees in a small area along the Lake of Geneva.

Circumstantial evidence is shown supporting occurrence in the stations surveyed of correlations between intensity of damage, and factors such as location, varieties, composition of orchards and individual characters of trees.

These findings are discussed and some suggestions are made on planning of further research.

LITTÉRATURE CITÉE

- ALLMAN, S. L., 1927. *The codling Moth*. Agric. Gaz. N.S.W. 38 : 551-6, 624-31, 699-706, 861-72.
- ARMSTRONG, L., 1946. *Differences in the life history of Codling Moth attacking pear and apple*. Canad. Ent. 77(12) : 231-3.
- BASINGER, A. J. & SMITH, H. S., 1946. *Notes on the time of emergence, longevity and oviposition of Codling Moth from walnuts, apples and pears*. Bull. Dept. Agric. Calif. 35 : 37-8.
- BOVEY, P., 1949. *Le Carpocapse des pommes, ravageur des abricotiers en Valais*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 22 : 137-72.
- CHILDS, L., 1921. *Degree of Codling Moth control obtained with spray gun and spray rod and the dusting method*. Rep. Proc. 15th Ann. Meeting Washington State Hort. Ass. 1-15th Dec. 1919.
- CHUGUNIN, YA., 1929. *Data on the ecology of C. pomonella L.* Sad i Gorod 1929 : 25-31.
- 1931. *Comparative infestation on different varieties of apple and pear trees by C. pomonella L.* Plant Prot. 8 : 67-86.
- CUTRIGHT, C. R. & MORRISON, H. E., 1935. *Varietal susceptibility to Codling Moth injury*. J. econ. Ent. 28 : 107-9.
- DOINIKOV, A., 1936. *Agrotechnical measures in Codling Moth control*. Plant Prot. 1936 (9) : 128-9.
- DOZIER, H. L., 1926. *Department of Agriculture*. Delaware Agr. Exp. Sta. Bull. 147 : 17-20.
- GEIER, P., 1955. *Rhynchites aequatus L., Curculionide observé sur pommiers de Suisse romande en 1955*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 28 : 282-7.
- HALL, J. A., 1929. *Six years' study of the life history and habits of the Codling Moth*. 59th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario 1928 : 96-105.
- 1934. *Observations on the behaviour of newly hatched Codling Moth larvae*. Canad. Ent. 66 : 100-2.

- HATTINGH, C. C., 1942. *A study of Codling Moth oviposition in a mixed pear orchard.* J. ent. Soc. Sthn. Afr. 5 : 137-46.
- HOLLRUNG, M., 1937. *Das Sammeln und Vernichten von Falläpfeln als Mittel gegen Carpocapsa.* Z. PflKrankh. 47 : 301-5.
- LINDER, A., 1935. *Über die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten unabhängiger Ordnungen aus den Beobachtungszahlen.* Mitt. Ver. Schweiz. Vers. Math. 30 : 35-52.
- 1951. *Statistische Methoden.* Bâle : Birkhäuser.
- NEL, R. I., 1941. *Varietal interplanting in relation to control of the Codling Moth.* J. ent. Soc. Sthn. Afr. 4 : 111-34.
- RICHARDSON, C. H., 1948. *A system of sampling and rating Codling Moth infestations.* J. econ. Ent. 41 : 75-9.
- SUMMERLAND, S. A. & STEINER, L. F., 1943. *Codling Moth oviposition and fate of eggs.* J. econ. Ent. 36 : 72-5.
- SY, M., 1948. *Über die Bedeutung der zweiten Generation des Apfelwicklers und deren Bekämpfung.* Z. PflKrankh. 55 : 29-34.
- TROTH, M. S. & MARSHALL, G. E., 1935. *The cost of controlling apple insects and diseases, with special reference to the Codling Moth.* J. econ. Ent. 28 : 698-701.
- ULLYETT, G. C., 1947. *Mortality factors in populations of Plutella maculipennis Curt., and their relation to the problem of control.* Ent. Memoirs 2 : 77-202.
- WOODSIDE, A. M., 1944. *Codling Moth infestation at different heights in apple trees.* Bull. Virginia Agr. Exp. Sta. 360.