NOTE SUR *GONOCEPHALUM SIMPLEX* FABR. COLÉOPTÈRE TÉNÉBRIONIDE NUISIBLE AU TABAC DE MADAGASCAR (*)

par

J. BRÉNIÈRE

Maître de Recherches de l'ORSTOM.
Entomologiste

En 1953, la Compagnie Lyonnaise de Madagascar, qui possède une exploitation agricole à Ambato-Boéni, avait alerté les services agricoles du territoire en faisant état de dégâts occasionnés par des « taupins » sur des plants de tabac.

La même année, l'exploitation de la Compagnie Générale des Oléagineux tropicaux (CGOT) de la région du Kamoro signalait la présence de nombreuses larves d'insectes, qui rongeaient les graines d'arachides peu après leur mise en terre.

Larves et adultes appartenaient à une espèce : *Gonocephalum simplex* FABR., Coléoptère Ténébrionide, qui se présentait en abondance sur de nombreux terrains alluvionnaires (baiboa) des vallées de la Tsiribihina et du Kamoro.

Par la suite, au cours des années 1954, 1955 et 1956, on signalait les méfaits des adultes de cette espèce sur d'autres terres cultivées en tabac à Maupikony, Port-Bergé, aux environs de Maevatanana et, à un degré moindre, dans la région de la Tsiribihina.

Cet insecte est très fréquent à Madagascar dans toute l'île ; il existe dans le sud très sec comme sur les plateaux, à Tananarive même, sur certains terrains de la Station agricole de Nanisana. Il est polyphage et n'est habituellement pas dangereux pour les cultures.

Depuis 1953, chaque année, *Gonocephalum simplex* a occasionné des pertes sensibles pour les planteurs de tabac, qui ont été inquiets de cette apparition de ce qu'ils pensaient être un insecte nouveau mais qui, en réalité, existait jusqu'alors sans pulluler sur leurs terrains et sans paraître réellement nuisible.

Nous avons donc été conduits à étudier cet insecte et à rechercher les moyens de faire disparaître, dans la mesure du possible, les dangers qu'il présentait.

DESCRIPTION DES DÉGATS

L'adulte s'attaque au tabac pendant la période des repiquages. Il se déplace sur le sol à la recherche de nourriture et, en présence d'un plant de tabac, consomme les parties de la plante en contact avec le sol. Les feuilles, qui fanent au cours du jour qui suit le repiquage, reposent à terre et sont plus ou moins rongées. Mais, lorsque l'insecte existe en abondance, il s'attaque également à la jeune tige, y fait une encoche en un point proche du sol et, en trois ou quatre fois, achève de sectionner celle-ci. Pratiquement, tant que l'insecte se présente en abondance dans les champs, les plants repiqués sont tous détruits. On renouvelle donc constamment la plantation, la pépinière s'épuise, le temps passe. Finalement, les plantations deviennent trop tardives ou même ne peuvent avoir lieu sur certains terrains fortement envahis.

(*) Voir *L'Agronomie Tropicale*, vol. XIV, n° 4, 1959 (juillet-août), p. 459-69.

Les plants de tabac sont très souvent repiqués au fond d'un trou, dans le triple but de leur assurer un abri contre le soleil au moment de la reprise, de leur fournir une meilleure alimentation en eau en mettant les racines en contact avec les couches plus profondes et plus humides du sol, et de leur permettre enfin de mieux former leurs racines lorsque, après quelque temps, le trou se comble partiellement. Cette méthode concourt sans aucun doute à accroître encore les déprédations de *Gonocephalum*. Les insectes tombent dans ces trous et ont des difficultés à remonter le long de leurs parois. Il en résulte autour du plant une concentration en insectes parfois très élevée. En avril-mai 1956, leur nombre dépassait souvent vingt à vingt-cinq par trou.

Un champ de tabac au mois d'août sur terrain infesté

Le dégât a lieu avant la reprise du plant. S'il est épargné pendant dix à quinze jours, l'attaque n'a plus lieu par la suite et le plant est sauvé.

Ainsi, *Gonocephalum simplex* n'est pas à proprement parler un insecte réellement inféode au tabac. Cette plante n'est pas un hôte véritable. L'insecte agit de façon accidentelle à la faveur de circonstances particulières que nous préciserons plus loin.

IMPORTANCE DES DÉGATS

Au cours de l'année 1955, la Compagnie Lyonnaise de Madagascar, qui possède une importante exploitation à Ambato-Boéni, avait dû abandonner à l'insecte plus de 50 hectares, alors que les terrains avaient été préparés et les repiquages renouvelés en vain quatre à cinq fois. Cette perte était estimée à 35-40 tonnes de tabac Maryland, soit douze à treize millions de francs CFA.

D'autres plantations des régions de Maevatanaua et de Mampikony Port-Bergé ont subi des déprédations analogues sur certains terrains. Dans une concession de Mampikony la perte a été évaluée à quatre cent mille plants qu'il a fallu renouveler. Mais ici, il a été possible d'effectuer une plantation tardive.

Dans l'ensemble, les dégâts ont surtout eu pour conséquence la répétition des repiquages et la culture de plantations trop tardives.

Dans la dernière partie de cette note, nous verrons comment en 1956, il a été possible de remédier à cet état de choses et en quoi se sont réduits les dégâts dus à cet insecte. Depuis lors, ces derniers n'ont été que sporadiques, les planteurs ayant, pour la plupart, adopté les méthodes de protection que nous leur avons proposées.

LES DÉGATS DES OPATRINAE DANS LE MONDE

Cette sous-famille est largement représentée ; plusieurs espèces du même genre ou de genres très voisins sont souvent des déprédateurs de cultures.

Les genres *Opatrum* et *Gonocephalum* sont très voisins et entrent même souvent en synonymie dans la description de quelques espèces.

Le genre *Dasus* est synonyme de *Gonocephalum*. *Gonocephalum simplex* F., essentiellement africain, est nuisible aux Légumineuses, aux Graminées, aux cotonniers et parfois aux caféiers en pépinière. En Uganda, DARLING le considère comme un ennemi des jeunes semis de haricots (*Phaseolus lunatus*) et, occasionnellement, des plants de caféiers et de cotonniers. Au Kenya en 1945, il était l'auteur de dégâts localisés mais sévères sur blé dans les parties les plus élevées du district de Rumuroti.

Au Congo Belge, dans le Kivu (HENDRICKX 1943) et en Uganda (HARGREAVES 1928), des plantations de caféier de deux ans étaient atteintes. L'adulte ronge l'écorce au niveau du collet et parvient à ceinturer complètement le tronc, entraînant ainsi la mort du jeune arbuste. Dans d'autres

cas, les jeunes arbres sont déformés et leur remplacement est aussi nécessaire. L'écorce du tronc des arbres plus âgés est trop dure et les insectes rongent à la place celle des branches.

Au Moyen-Congo *G. simplex* est nuisible au riz (Brenière 1954).

En Rhodésie, cet insecte a été déjà signalé sur tabac.

Opatrum sabulosum est très commun en Europe méridionale et en Russie (Ukraine). Ainsi qu'une espèce voisine *Gonocephalum pusillus* F., il est considéré dans ce pays comme nuisible au tournesol, betterave, maïs, courge, cicer, soja (Sakharov 1939). En Crimée, *Opatrum triste* Stev. est nuisible au tabac (Kozlova 1938).

Cependant, les *Opatrinae* sont en général, comme la plupart des Tenebrionides, assez peu nuisibles aux plantes cultivées. Ils sont très communs et ordinairement polyphages. Ils ne peuvent occasionner des dégâts à toutes sortes de cultures, que s'ils se trouvent en abondance sur les terrains cultivés. En général, seul l'adulte est nuisible.

DESCRIPTION DE L'INSECTE

Adulte : Coléoptère de taille moyenne, allongé. Sa longueur est, chez les femelles, de 10 à 10,5 mm et 8 à 9 mm chez les mâles. La plus grande largeur du corps est 5 mm pour les femelles et 4,6 pour les mâles. Le corps est aplati dorso-ventralement.

Gonocephalum simplex Fabr.
Adulte.

La couleur générale est noir mat, mais de très nombreuses glandes tégumentaires, accompagnant les poils et réparties dans l'hypoderme, produisent un enduit hydrofuge, qui agglomère des particules terreuses et produit un revêtement qui modifie la couleur de l'animal. Il a donc souvent un aspect brun terreux, parfois rougeâtre, selon la nature du sol sur lequel il évolue. De plus, la pilosité épaisse et serrée, qu'il possède surtout le corps, est de couleur bronzée ce qui lui donne, même sans souillure, une teinte grisâtre.

Le front est plat, légèrement enfoncé de chaque côté et en avant. L'épistome est large, débordant latéralement en lobes, qui recouvrent par en dessus la base des antennes. Le bord antérieur de l'épistome est relevé en un liseret fin, délimitant une gouttière marginale et porte une large échancrure médiane laissant apparaître le labre. Ce dernier n'est visible qu'à cet emplacement lorsqu'il se trouve en position rétractée. Les yeux sont globuleux, muriformes (les facettes sont bombées). Ils sont placés dans un enfoncement, en arrière de la tête, dont les bords latéro-postérieurs débordent largement. Les yeux se rétrécissent au niveau de la carène de l'épistome et sont doubles. Ils sont également globuleux dans leur moitié inférieure. Antennes de onze articles, en massues : le premier article long, le deuxième petit globuleux, le troisième est trois fois plus long que le deuxième et deux fois plus que le quatrième, quatrième, cinquième et sixième articles égaux, septième plus globuleux, aussi large que long et moniliforme. Les quatre derniers articles constituent la massue terminale, légèrement renflée, non compacte. Chaque article restant bien distinct. De couleur brun roux, les antennes portent des poils raides de même couleur, les articles de la massue portent de nombreux poils plus fins, constituant un duvet brun jaunâtre.

Le pronotum est transverse, marge antérieure concave relevée de part et d'autre, angles antérieurs saillants en chassant la tête dans le thorax. Marge latérale curviligne, convexe, bordée par un fin sillon marginal. Marge postérieure en S, angles postérieurs marqués, partie médiane droite, perpendiculaire à l'axe du corps au niveau du scutellum. Sillon marginal postérieur absent dans la région médiane. Disque du pronotum recouvert uniformément de poils bruns, forts, rabattus en arrière. Forte ponctuation visible surtout sur le jeune adulte. Pronotum légèrement bombé, convexe en son centre, concave sur les bords latéraux délimitant deux larges gouttières marginales. Près de la marge postérieure, présence de deux fossettes latérales peu visibles sur certains exemplaires.

Cavités coxales antérieures séparées par une apophyse prosternale saillante. Face sternale recouverte de poils rabattus en arrière, légèrement plus longs et plus fins que sur le pronotum.

Elytres à côtés subparallèles et situés dans le prolongement du thorax sur les deux tiers de leur longueur. Bordure antérieure en S, épousant la forme de la marge postérieure du prothorax. Angle externe légèrement saillant, débordant légèrement latéralement sur le prothorax.

Scutellum petit, en triangle isocèle, ou en demi-cercle, bombé en arrière, brun roux foncé, brillant, porte quelques poils raides bruns comme sur l'élytre.

Disque de l'élytre portant neuf stries longitudinales assez profondes ; ponctuation alignée dans le fond de chaque sillon ; larges interstries portant des poils bruns nombreux, raides, en crochets, rabattus en arrière, disposés en quatre à cinq rangées irrégulières par interstries, tous égaux. Absence de duvet. Ponctuation très fine entre les poils sur les interstries. Bord externe de l'élytre rebordé, s'atténuant progressivement en arrière. Extrémité du corps en pointe obtuse.

Metasternum avec sillon longitudinal médian s'atténuant en avant, prononcé en arrière.

Abdomen avec cinq sternites visibles, entièrement recouverts d'une pilosité uniforme testacée, fine, rabattue en arrière. Ponctuations distinctes, peu profondes. Dernier sternite abdominal à bordure postérieure en demi-cercle régulier, bordé d'un sillon marginal bien marqué, et portant deux expansions latérales.

PLANCHE I

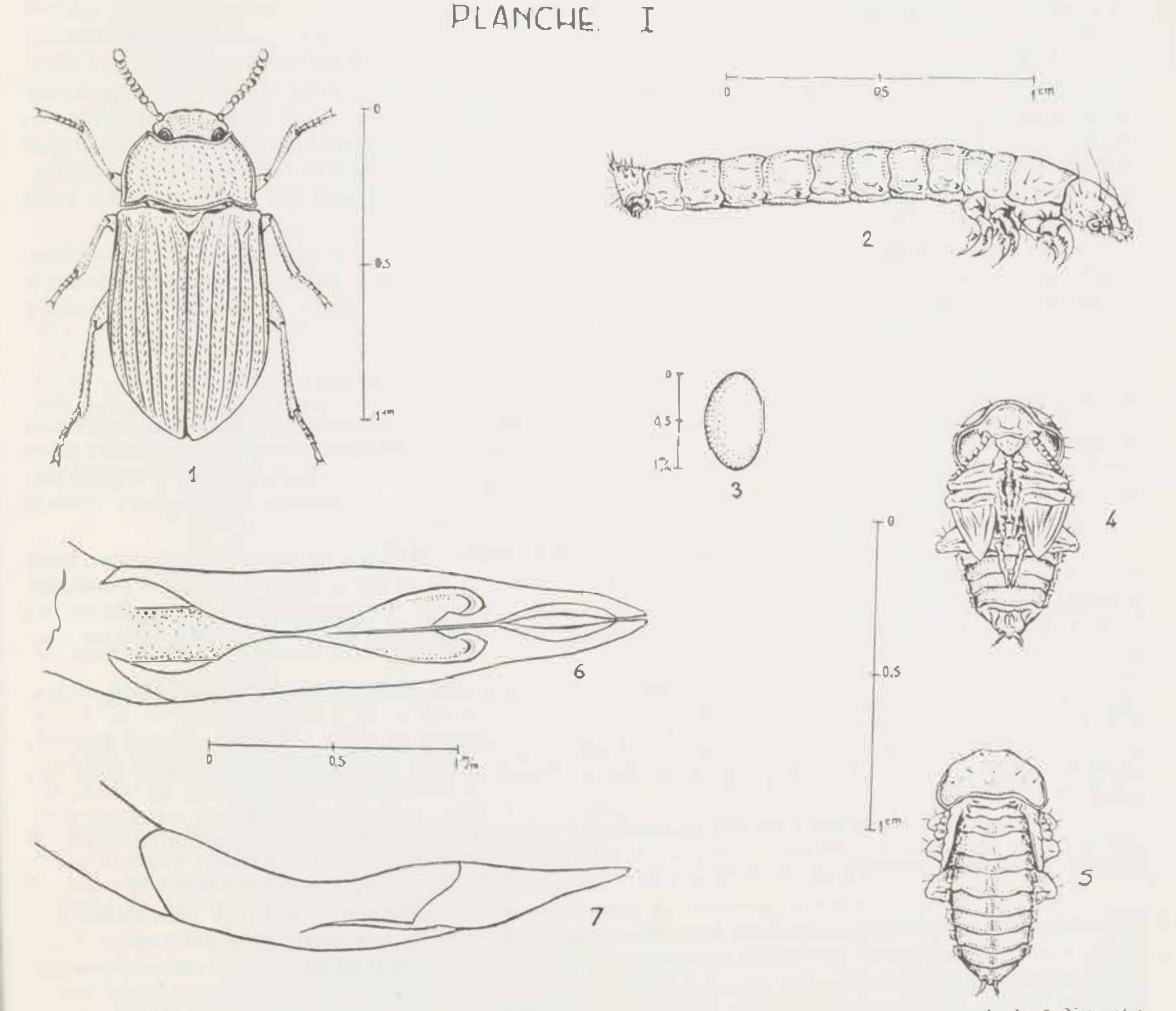


PLANCHE I. — *Gonocephalum simplex* FABR. 1. Adulte ; 2. Larve âgée ; 3. Œuf ; 4. Nymphe face ventrale ; 5. Nymphe face dorsale ; 6. Penis ; 7. Penis vue latérale.

Pattes brun foncé, à poils raides bruns et testacés ; cavités coxales globuleuses, peu saillantes, écartées. Fémurs, à ponctuations marquées. Extrémités des tibias portant une rangée de fortes épines disposées en demi-couronne sur le tibia 1) en couronne complète sur les tibias 2) et 3).

Caractères sexuels.

Les mâles sont de taille légèrement plus petite que les femelles. La face sternale de leur abdomen est moins bombée et possède même parfois une légère dépression longitudinale dans la région médiane, principalement sur les 1 et 2 sternites.

(Voir également le dessin du pénis).

Œuf.

L'œuf est blanc jaunâtre clair, opaque, crayeux. Sa forme est ovoïde et régulière. Ses parois sont lisses, sans dessin ni structure particulière.

Les dimensions de son grand et petit diamètre sont : 0,92 mm et 0,51 (moyenne calculée sur soixante œufs), les valeurs maxima et minima étant respectivement 0,98 et 0,84 pour le grand diamètre, 0,67 et 0,58 pour le petit.

Larve.

La larve a un corps allongé, sclérifié, de section circulaire. Sa couleur est blanche lorsqu'elle est jeune et devient progressivement brunâtre à partir du troisième stade. Les urogomphes du neuvième sternite abdominal sont présents et constituent deux fortes épines relevées avec le neuvième sternite vers le haut et complétées de part et d'autre par une série d'épines marginales du même type qu'elles.

La tête, prognathe, possède un labre mobile portant dorsalement deux épines médianes et, sur sa membrane sternale, un groupe de cinq à six papilles. L'hypopharynx est fortement sclérifié, en pointe aiguë. Les antennes sont courtes, de quatre articles. L'article apical est mince, subcylindrique et porte à sa base un renflement circulaire hyalin et des poils sensoriels. Il se termine par un long flagelle. Le troisième article est le plus long, nu, sauf à son extrémité apicale qui porte quelques poils raides et qui est renflée.

Les pattes possèdent cinq articles. Les antérieures sont plus fortes que les deux autres paires. Elles portent, sur leur bord interne, des épines petites au premier stade larvaire et se transformant à partir des deuxième et troisième stades en quatre puis en cinq fortes dents de teinte brun foncé ; trois sur le trochanter et deux sur le fémur.

Caractères morphologiques essentiels des principaux stades larvaires.

Le premier stade larvaire est blanc, presque transparent. Il diffère des suivants par la présence de trois faibles épines sur le bord interne du trochanter et du fémur antérieur et par l'absence d'épines sur le neuvième segment abdominal. Ce dernier se termine par une pointe molle portant des poils fins et courts, flanquée de deux longs poils fins figurant les futures urogomphes. La bordure dorsale du segment possède également quatre à cinq paires de poils longs et fins.

Dès le deuxième stade, les épines de la patte antérieure deviennent dures et marquées. Elles sont au nombre de deux sur le trochanter, deux sur le fémur et deux sur le tibia. Les quatre premières forment des dents coniques, les deux autres sont plus allongées. Le neuvième article abdominal possède quatre paires de fortes épines sur sa bordure dorsale. La paire terminale constituant les urogomphes est à peine supérieure aux autres.

Au troisième stade, le neuvième article porte en outre des quatre paires d'épines précédentes, trois autres plus petites qui le caractérisent.

Au quatrième stade, on remarque sur la patte antérieure l'ébauche d'une troisième dent sur le bord interne du fémur. Le nombre d'épines du neuvième sternite abdominal ne varie pas, mais leur longueur s'accroît.

Le cinquième stade peut encore se distinguer par la présence de trois dents larges et foncées sur le fémur de la patte antérieure. De plus, le nombre d'épines du neuvième sternite augmente. On distingue, en outre des précédentes, trois nouvelles paires petites, ce qui porte le total à dix paires.

A partir du sixième stade larvaire, les caractères morphologiques sont à peu près définitivement acquis. Les épines du neuvième sternite augmentent de taille, les plus petites rattrapent à peu près les autres. Les dents des pattes antérieures s'affermissent, deviennent presque aussi larges que longues, en forme de palette. Sur certains exemplaires, on peut distinguer une troisième épine sur la bordure interne du trochanter (nombre total : trois sur le trochanter, trois sur le fémur et deux sur le tibia).

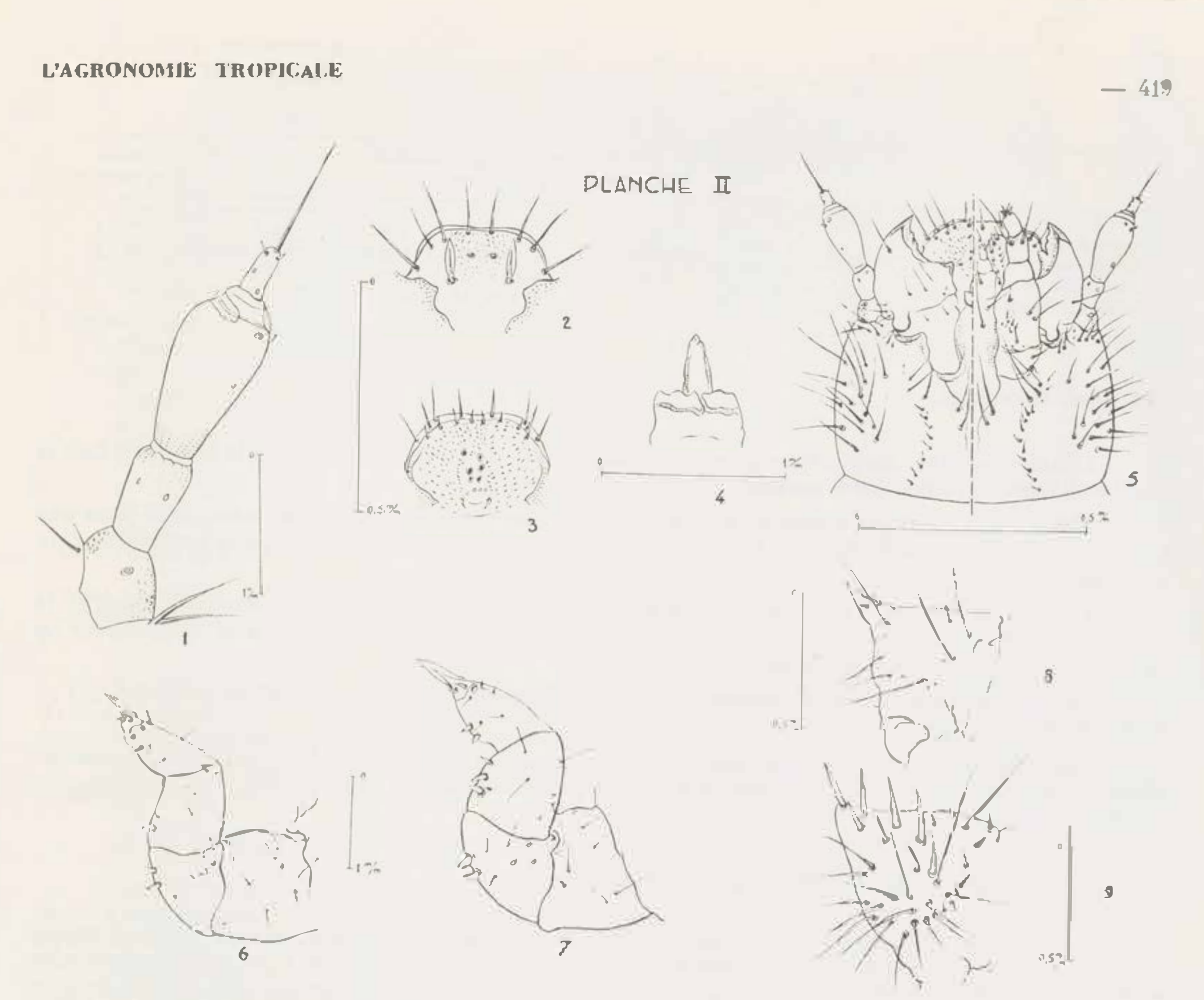


PLANCHE II. — *Gonocephalum simplex* FABR. Larve. 1. Antenne septième âge ; 2. Labre face dorsale septième âge 3. Labre face buccale septième âge ; 4. Hypopharynx ; 5. Tête face ventrale, cinquième âge ; 6. Patte antérieure premier âge ; 7. Patte antérieure cinquième âge ; 8. Pygidium vue latérale, premier âge ; 9. Pygidium vue latérale cinquième âge.

BIOLOGIE DE *GONOCEPHALUM*

Pour étudier la biologie de cet insecte à Madagascar, nous avons procédé pendant trois ans à de nombreux élevages en laboratoire.

Ils étaient pratiqués pour la plupart dans des bacs en verre coiffés de manchons de toile métallique. Le fond était garni d'un mélange de terreau et de terre rouge tamisée. Les adultes ne s'enfoncent pas dans la terre, mais se dissimulent simplement sous les mottes, dans les fissures du sol ou sous des débris organiques. Nous avons donc déposé sur la terre quelques petites mottes et des débris de paille. La nourriture se composait de jeunes plants de maïs ou d'arachide repiqués et renouvelés fréquemment, parfois tous les trois jours. Un arrosage léger intervenait tous les trois à huit jours de façon à maintenir une humidité constante dans les couches de terre les plus profondes des bacs.

Ces élevages en masse nous ont permis de suivre le cycle de *G. simplex* à partir de souches venant de Tananarive et d'Ambato-Boéni.

Des adultes récoltés en août dans ces deux localités ont continué à pondre en élevage jusqu'en septembre. Les larves, qui en sont issues, ont été élevées à leur tour dans les bacs.

Le cycle a été suivi tout d'abord pendant un an et a permis d'établir les premières bases de la durée de l'incubation, de la vie larvaire et de l'adulte :

	Souches de Tananarive (jours)				Souche d'Ambato-Boini
Durée d'incubation	10	12	5-9	4-7	7-13
Vie larvaire	99-105	74-97	111-136	97-138	92-121
Nymphose	6-17	8-10	12-24	9-24	13
Durée vie adulte		6 à 10 mois			

Les âges larvaires.

L'année suivante nous avons procédé à des élevages de larves isolées, dans le but de définir le nombre d'âges larvaires, leurs caractéristiques, leur durée.

Chaque larve, dès son éclosion, était placée dans une verre de montre, lui-même logé dans une boite de Pétri. Une pincée de terre fine accompagnant un fragment de jeune racine provenant d'un grain de maïs germé.

Lorsque les larves étaient plus grandes, on augmentait la capacité du récipient utilisé et la quantité de terre. Chaque jour la nourriture était renouvelée et la terre était triée afin de retrouver les larves et les dépouilles de chaque mue.

On procède chaque jour à l'examen de la terre, dans laquelle se tiennent les larves et où l'on recherche les exuviés.

Deux séries d'élevages ont été ainsi réalisées, l'une, en étuve, dans des conditions hygrothermiques constantes, l'autre dans un insectarium exposé au climat des hauts plateaux de Madagascar, à Tananarive.

1) Conditions hygrothermiques constantes.

L'élevage a lieu dans une étuve réglée à 28°C et maintenue à 75 % d'humidité relative. Dans de telles conditions nous avons rencontré dix âges larvaires. Le tableau I donne le relevé des principales mesures morphométriques de chaque âge. Les dernières ne portent que sur un seul exemplaire. Au contraire, les premières représentent des valeurs moyennes établies sur quatre à cinq larves de même âge. Chaque mesure est donnée en mm.

Tableau I

Mesures morphométriques de chaque age larvaire (en mm)

Age	Longueur du corps	Largeur	Largeur tête	Longueur antenne	Longueur article terminal du tarse patte antérieure
1	2,53	0,53	0,34	0,16	0,064
2	3,09	0,52	0,35	0,20	0,071
3	4,40	0,64	0,55	0,26	0,084
4	5,50	0,65		0,28	0,097
5	5,84	0,82	0,57	0,27	0,110
6	6,40	1,40	0,72	0,35	0,143
7	9,44	1,27	1,00	0,39	0,175
8	10,8	1,56	1,03	0,47	0,253
9	14,8	2,17	1,65	0,52	0,416
10	15,37	2,29	1,73		

Pour connaître la durée des différents âges, nous avons suivi séparément la succession des mues sur vingt larves, dont trois d'entre elles seulement ont pu atteindre leur forme adulte.

La durée, de l'œuf à l'adulte, a varié du simple au double (tableau II).

TABLEAU II

DURÉE DES AGES LARVAIRES. ÉLEVAGE EN ÉTUVE
(en jours)

Ages	Maximum	Minimum	Moyenne	Nombre de larves ayant fait l'objet de l'étude
Incubation	5	4	4,4	21
1er	2	1	1,7	21
2e	12	2	6,4	22
3e	11	3	6	21
4e	9	3	6,6	20
5e	7	3	5,3	21
6e	9	4	4,9	23
7e	8	4	5,6	19
8e	10	3	7,2	21
9e	18	3	11,4	14
10e	65	38	55,3	3
11e ou stade nymphal	8	7	7,3	3
Total, durée de la vie de la ponte à l'adulte	164	75	122	

Les conditions d'alimentation bien qu'identiques en principe ont pratiquement varié d'une larve à une autre, car il était impossible de permettre à chaque larve de trouver la nourriture avec des chances identiques parmi la terre qui les environne.

Le premier âge est très rapide alors que le dixième est très long. Sans doute, faut-il inclure dans ce dernier la période prénymphale.

2) ELEVAGE SELON LES CONDITIONS CLIMATIQUES DES HAUTS-PLATEAUX.

Les larves, qui ont été élevées en insectarium, ont supporté les rigueurs du climat de la saison sèche à Tananarive. Toutefois, nous avons maintenu une certaine humidité à l'intérieur des boîtes de Pétri contenant les verres de montre, en y plaçant un petit tampon de coton hydrophile imbibé d'eau.

Nous avions en effet remarqué que les larves, en milieu naturel, recherchent pendant la saison sèche les terrains les plus humides. L'élevage a débuté le 14 mars et s'est échelonné jusqu'aux derniers jours de décembre.

Les températures relevées au cours de cette période dans l'insectarium varient très peu avec le climat local. Elles sont portées au tableau III. La variation de l'hygrométrie n'a pas pu être contrôlée.

TABLEAU III

VARIATION DES TEMPÉRATURES AU COURS DE L'ÉLEVAGE DES LARVES EN CLIMAT DES HAUTS PLATEAUX

Mois de	Moyenne des minima	Moyenne des maxima	Moyenne mensuelle des moyennes journalières
Février	20°5	29°7	25°1
Mars	20°6	30°8	25°7
Avril	19°2	29°3	24°3
Mai	15°5	24°9	20°2
Juin	14°	22°1	18°1
Juillet	13°4	22°8	18°4
Août	14°5	23°6	19°1
Septembre	15°6	27°6	21°6
Octobre	15°4	27°1	21°1
Novembre	16°9	29°1	23°
Décembre	17°8	27°4	22°5

Dans de telles conditions, la durée des stades larvaires, en élevage en insectarium, a varié dans de larges proportions; ainsi qu'il fallait s'y attendre d'après les résultats obtenus en étuve (tableau IV).

TABLEAU IV

DURÉE DES STADES LARVAIRES. SERRE INSECTARIUM

Age	Durée de chaque stade en jours			
	Maximum	Minimum	Moyenne	Nombre de larves
Incubation	7	7	7	24
1er	3	2	2,4	22
2e	16	3	10,3	19
3e	12	3	7,5	21
4e	14	3	8,2	20
5e	12	5	8,6	18
6e	25	4	14,6	21
7e	50	6	28,4	22
8e	56	26	37,5	20
9e	47	22	34,1	17
10e	39	16	26,6	10
11e	58	16	30	9
12e	49	17		2
13e	37	12		2
14e				
Totaux			215,2	

Nous avons fait figurer au tableau V le relevé détaillé de la durée des stades pour neuf des larves étudiées.

Parmi elles, une seule a atteint la forme adulte, deux sont mortes au stade nymphal, les autres sont mortes avant la nymphose. La nymphe apparaît en étuve après dix stades larvaires, alors qu'ici elle est survenue après onze, douze ou treize stades.

La larve n° 9) passe au stade nymphal après onze âges larvaires, le dernier âge étant remarquablement plus long que les précédents et comprenant effectivement une période prénymphale.

La larve n° 5) s'est nymphosée après douze stades, ici encore le dernier stade larvaire est nettement plus long que les précédents (quarante-neuf jours contre trente au onzième stade).

La larve n° 2) s'est nymphosée à son quatorzième stade, soit après treize stades larvaires.

TABLEAU V

ÉLEVAGE DE *CONOCEPHALUM SIMPLEX* FAB. SERRE INSECTARIUM

Age	Numéro des larves								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Durée des âges (en jours)								
Incubation	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1er	2	2	2	3	3	2	2	2	2
2e	10	13	16	16	16	14	7	12	14
3e	10	8	3	9	12	3	5	4	10
4e	9	9	9	8	8	7	8	8	7
5e	13	7	7	6	6	7	10	6	11
6e	7	14	11	11	12	12	7	14	25
7e	18	21	14	24	23	25	42	35	27
8e	44	56	34	52	46	46	40	40	33
9e	38	37	42	29	38	38	33	37	25
10e	29	24	37	39	23	22	21	24	28
11e	32	27	29	16	30	28	22	28	58
12e		17			49 nymphe				Nymphe morte
13e		37 Nymphe morte			12 adulte				
14e									
Durée du dernier stade obtenu	12e/51	14e/12	12e/74	12e/60		12e/79	12e/47	12e/46	12e/8
Date éclosion	20/3	20/3	24/3	24/3	27/3	27/3	2/4	3/4	27/3
Date fin élevage	morte le 8/12	morte le 27/12	morte le 27/12	morte le 12/12	22/12		morte le 2/12	morte le 10/11	morte le 8/12

La nymphose est apparue, dans les trois cas, à peu près à la même période, entre le 21/11 et le 15/12, c'est-à-dire au début de la saison des pluies, période correspondant bien à ce qui a été observé dans la nature à Tananarive (voir plus loin).

Les autres larves sont mortes au cours du douzième âge. Mais ici la durée de cet âge a été très longue, puisque variant entre quarante-six et soixante-dix-neuf jours, laissant ainsi apparaitre un retard de développement très marqué. Tout se passe comme si la nymphose n'avait pas pu se déclancher au moment voulu. La mort de ces larves est finalement apparue à peu près en même temps que la mue nymphale des trois autres. Cette période critique semble bien l'être aussi dans la nature. Remarquons que nos élevages en insectarium n'ont pas reçu une quantité d'eau équivalente à ce que les premières pluies de la saison apportent réellement sur le sol.

Il aurait été très difficile de réaliser artificiellement un milieu écologique identique à celui de l'extérieur car, même en plaçant les insectes dans des cages exposées à la pluie, il aurait fallu pouvoir leur offrir un sol suffisamment profond pour que le ressuyage naturel du sol intervienne normalement. Mais alors il n'aurait plus été possible de suivre séparément chaque jour, chaque larve à l'étude. Un élevage massal dans une cellule de l'insectarium a également subi une mortalité élevée au moment de la nymphose. Mais là aussi le sol avait été insuffisamment arrosé.

FÉCONDITÉ ET RÉPARTITION DE LA PONTE.

En février, nous plaçons en observation de jeunes adultes n'ayant pas encore pondu. Ceux-ci proviennent de larves et de nymphes recueillies en abondance deux mois auparavant à Nanisana (Tananarive).

Les adultes, encore fraîchement parvenus à ce stade, sont placés par couples dans des cristallisoirs de 10 cm de diamètre, dont le fond contient un mélange de terre rouge et de terreau, finement tamisé sur une épaisseur de 5 à 8 mm. Un papier buvard couvre le fond du cristallisoir en dessous de la terre. Il possède une languette de 5 cm de large, qui déborde du cristallisoir et représente la seule partie visible du buvard. En mouillant cette languette périodiquement avec une pipette, on humecte ainsi une partie du buvard et de la terre qu'il supporte. Ce procédé permet de réaliser sur le sol du cristallisoir un gradient d'humidité, la partie opposée à la languette étant maintenue toujours sèche. Ainsi, les adultes pourront choisir eux-mêmes l'humidité qui leur convient le mieux pour déposer leurs œufs. Les insectes sont nourris avec de jeunes plants de maïs renouvelés tous les jours s'il y a lieu.

Ces conditions, assez artificielles, étaient imposées par la nécessité de rechercher les pontes toutes les semaines dans une masse de terre aussi réduite que possible.

Le tableau VI indique la répartition de la ponte de chaque femelle.

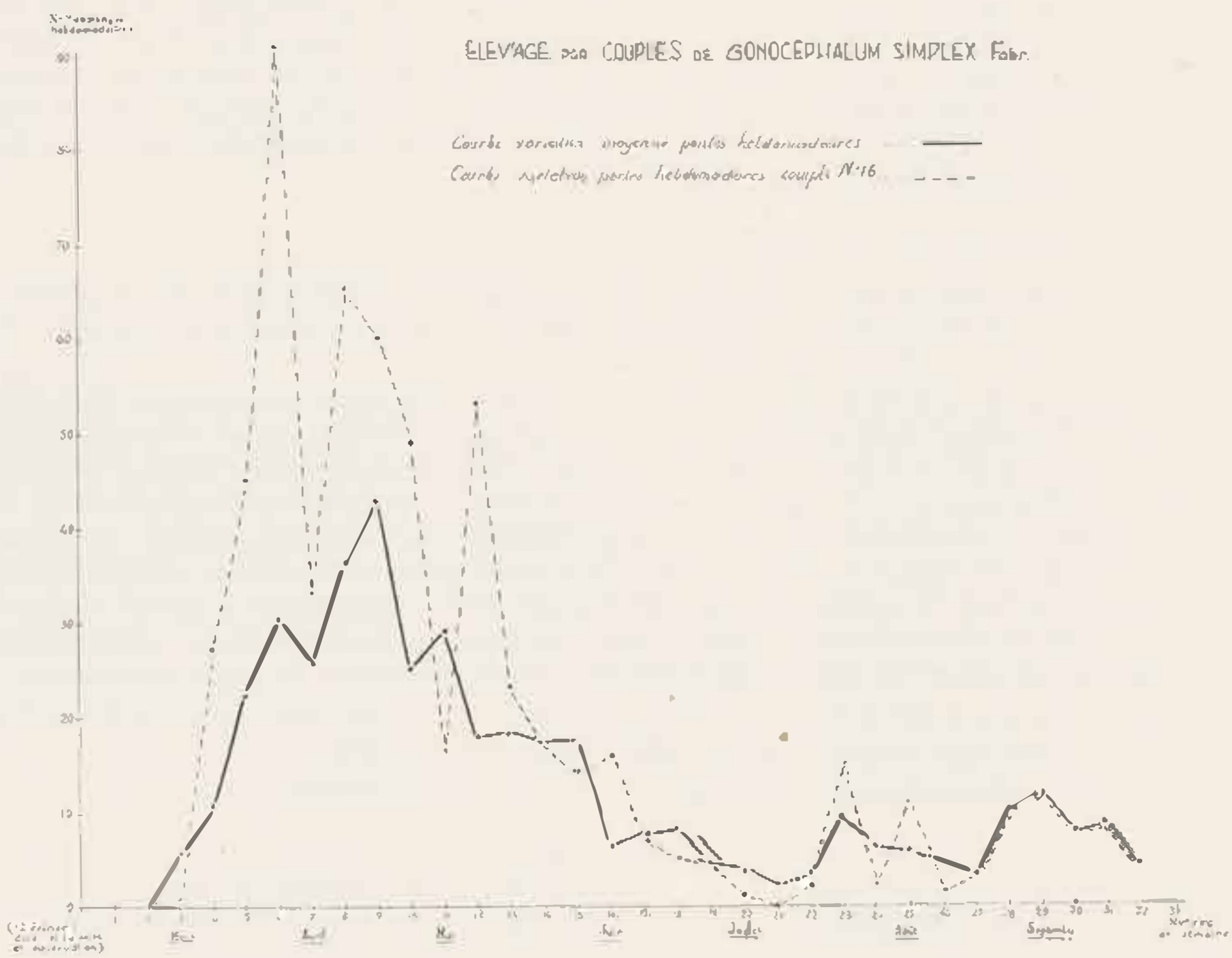
TABLEAU VI

ÉLEVAGE PAR COUPLES DE *GONOCEPHALUM SIMPLEX* FAB.
Lieu d'observation : Serre Insectarium. Date de la mise en observation : 12 février 1958

Couple N°	Date du premier œuf	Date du dernier œuf	Œufs pondus			Date de la plus forte ponte	Plus forte ponte hebdomadaire	Date de la mort de la femelle
			Partie sèche	Partie humide	Total			
1	14-3	30-4	254	64	318	3-5	66	7-5
2	28-2	14-5	390	156	546	17-4	109	14-5
3	8-3	30-5	309	62	371	11-4	52	30-5
4	10-3	30-5	70	21	91	30-5	35	6-6
5	28-3	5-6	184	51	235	10-4	51	19-6
6	7-3	29-5	15	4	19	17-4	3	26-6
7	29-3	20-6	172	84	256	11-4	62	27-6
8	3-4	3-7	47	7	54	22-5	18	10-7
9	14-3	26-6	226	72	298	17-4	87	10-7
10	21-3	10-7	217	47	264	30-4	59	17-7
11	8-3	4-7	445	71	516	18-4	63	18-7
12	7-3	19-6	280	49	329	10-4	54	7-8
13	14-4	7-8	340	74	414	2-5	59	7-8
14	8-3	31-7	448	124	572	18-4	97	14-8
15	1-3	31-7	327	81	408	18-4	66	14-8
16	10-3	25-9	470	135	605	22-3	91	1-10
Moyennes	15-3	27-6	249,6	68,8	331	20-4	60,1	14-7

La mort des femelles est intervenue entre le 7 mai et le 1er octobre. Bien entendu, le nombre d'œufs pondus a varié en conséquence. Notons le cas de la femelle n° 2) qui est morte dès le 14/5, mais a réussi à pondre cinq cent quarant-six œufs alors que la femelle n° 6) bien qu'ayant survécu de plus d'un mois à la précédente, n'a pondu que dix-neufs œufs.

La variation de la ponte hebdomadaire pour l'ensemble de l'élevage est portée sur un graphique. Elle est établie, en relevant chaque semaine le total des œufs pondus et en divisant ce dernier par le nombre de femelles encore vivantes au cours de la semaine envisagée. Nous avons porté sur ce même graphique la répartition de la ponte de la femelle n° 16) dont la longévité a été la plus grande et dont la fécondité a été la plus importante.



Dans tous les cas, le rythme de ponte le plus rapide intervient au cours de la période avril-mai et décroît assez régulièrement jusqu'à la mort de chaque insecte.

Une femelle peut pondre jusqu'à six cents œufs. Mais cette fécondité est essentiellement variable et on a enregistré, là encore, d'importantes différences individuelles. La répartition de la ponte s'échelonne pendant toute la vie de la femelle adulte à partir du mois de mars.

Cependant, la plus grande partie des œufs sont pondus avant le mois de juin. Une femelle pourra survivre et continuer à pondre au ralenti pendant toute la saison sèche, si elle parvient à se maintenir dans un milieu suffisamment humide et sur lequel elle trouvera une alimentation convenable. La sécheresse entraîne une mortalité élevée des adultes et une réduction très importante de la ponte.

Les dissections des ovaires de nombreuses femelles ont montré que le nombre maximum d'œufs ayant achevé leur développement ne dépasse pas trente-sept. Dans la plupart des cas, il est de quinze à vingt, alors que les ovaires sont garnis de très nombreux ovocytes non mûrs.

La maturité des œufs est donc très échelonnée. Chaque œuf est pondu isolément. L'arrêt de la ponte se manifeste très nettement par l'absence totale d'œufs, même en cours de formation dans les voies génitales femelles.

CONCLUSIONS CONCERNANT LES ÉLEVAGES EN CLIMAT DES HAUTS-PLATEAUX.

Sur les plateaux de Madagascar, la ponte de *Gonocephalum simplex* s'échelonne de mars à septembre et a atteint son maximum en fin avril.

Les larves ont un cycle variable et passent par onze à treize stades. Le développement est fortement ralenti par le froid mais surtout par la sécheresse. La nymphose ne peut apparaître qu'après les premières pluies, de sorte que les œufs pondus précocement donneront des larves à cycle long, si les conditions d'alimentation restent favorables au cours de la saison sèche. Si la sécheresse devient trop rigoureuse, les larves ne parviennent pas à franchir les derniers stades et finissent par mourir au moment où elles devraient se nymphoser.

Ainsi, la période d'apparition des nymphes s'échelonnera sur une période nettement plus courte que la ponte. Il en sera de même de l'apparition des adultes. Ces conclusions tirées de nos élevages sont en accord avec les observations faites en milieu naturel, que nous allons résumer ci-après.

CYCLE ANNUEL A TANANARIVE.

Des récoltes périodiques effectuées à Tananarive sur un même terrain situé dans la station de Nanisana ont conduit au relevé d'observations suivantes :

15 août	Récolte de nombreux adultes et quelques larves.
1er septembre	Récolte d'un plus grand nombre de larves (8 à 10 mm) que d'adultes.
25 octobre	Les adultes deviennent rares. Les larves sont nombreuses et de toutes tailles.
15 novembre	Apparition des premières pluies. Présence à la fois d'adultes, de larves et de nombreuses nymphes.
28 novembre	Disparition de larves et nymphes. Présence d'adultes néonates.
Fin décembre	Grande majorité d'adultes. Début de maturité des ovaires.
Janvier	Adultes dont la maturité sexuelle apparaît.
Fin avril	Adultes. Absence de larve.
Mai	Apparition de quelques jeunes larves. Toutes les femelles sont remplies d'œufs.
Fin juin	Mort de quelques adultes. Les larves varient de 8 à 18 mm.
Fin septembre	Nombreuses larves de toutes tailles. Adultes relativement peu nombreux.

Nous verrons plus loin, plus en détail, quelles sont les exigences écologiques de l'insecte, à quelle période et dans quelles conditions sa pullulation apparaît sur les terrains cultivés.

D'après ces observations et les résultats de nos élevages en insectarium, nous pouvons établir le cycle de l'insecte de la façon suivante :

Les jeunes adultes apparaissent au début de la saison des pluies. Leur sortie de terre après la nymphose se prolonge pendant deux mois environ de novembre à janvier.

Ceux-ci mettent quelques jours pour durcir leurs téguments et acquérir leur teinte définitive.

La maturité sexuelle apparaît un mois après, de décembre à février, mais les accouplements se reproduisent plusieurs fois au cours de la vie adulte et se poursuivent jusqu'en octobre suivant. La ponte intervient, au plus tôt, en mars, dès que les sols commencent a être ressuyés. La période de ponte est très échelonnée et dépend surtout de la teneur en eau du sol.

En effet, des femelles pondent jusqu'en juin dans les champs, mais en laboratoire, où le milieu a été maintenu suffisamment humide, on a récolté des œufs jusqu'en septembre. Les premières larves se rencontrent en mai dans les champs. On en trouvera de toutes tailles pendant toute la saison sèche. Cependant, la sécheresse a pour conséquence: la disparition plus ou moins précoce des adultes, la réduction de la ponte, un accroissement de la mortalité chez les larves trop jeunes, c'est-à-dire dont l'apparition est tardive et même chez les larves trop âgées qui ne parviennent pas à se nymphoser. Il en résulte que l'échelonnement de la ponte ne se retrouve pas au moment de la nymphose. Cette dernière survient dès les premières pluies, elle est rapide et les jeunes adultes apparaissent à la surface peu de temps après.

Dans les champs de tabac des régions de Maevatanana et d'Ambato-Boéni, nous avions constaté, en octobre 1955, la présence de nombreuses larves de toutes tailles alors que les adultes étaient

presque totalement absents. Quelques-uns étaient réfugiés sous des tas d'herbes sèches laissées au milieu ou en bordure des plantations.

Dès la deuxième semaine de novembre, les chrysalides apparaissaient et, le 15 novembre, il n'y avait plus que de jeunes adultes au corps encore mou.

En février, on constatait, à Ambato-Boéni, l'absence d'adultes et de larves sur les terrains de « baiboa » non inondés, infestés l'année précédente, mais on retrouvait les adultes réfugiés en grand nombre dans les tiges sèches et creuses de tabac.

En avril, les champs étaient à nouveau envahis par la forme adulte de l'insecte en cours de ponte. C'est alors que l'attaque sur tabac intervenait, mais fin juin, les adultes avaient sinon disparu, du moins fortement diminué en nombre alors que les femelles se trouvaient en pleine période de ponte.

Nous n'avions pas encore remarqué de larves, ni sur les terrains cultivés, ni en bordure des champs. Celles-ci ont été trouvées en abondance en octobre.

RELATION ENTRE L'INSECTE ET LE MILIEU AGRICOLE

I) Caractéristiques écologiques de la sous-famille des Opatrinae

A la différence de la plupart des Ténébrionides, qui sont de mœurs nocturnes, les Opatrinae se déplacent le jour à la surface du sol et ne se protègent sous les herbes et dans le sol qu'occasionnellement. Les recherches de Berezina ont montré que les Opatrinae sont attirés par la lumière alors que les *Blaps* par exemple la fuient (Berezina 1940).

D'une façon générale, ces insectes vivent sur terrains poudreux ou sablonneux bien exposés au soleil et couverts de végétation clairsemée.

Les adultes consomment une alimentation très variée et, lorsqu'ils existent en abondance, peuvent être nuisibles à de nombreuses plantes cultivées. Les larves vivent à une faible profondeur dans le sol et sont parfois nuisibles aux racines ou aux graines mises en terre.

La température et l'hygrométrie du sol sont les facteurs prépondérants des mouvements des adultes et des larves. Ces dernières montent à proximité de la surface du sol lorsqu'il est humide et s'enfoncent progressivement au cours de la saison sèche. D'après Stark (1940), les adultes s'alimentent et restent actifs tant que l'hygrométrie est élevée (80 % et au-dessus pour un autre Ténébrionide *Blaps halophila*). Ils recherchent alors les terrains secs, meubles et chauds ; mais lorsque l'hygrométrie est plus basse, ils se rassemblent sur des sols humides, frais et compacts. Nous verrons plus loin que ces observations d'ordre général peuvent s'appliquer assez bien à *Gonocephalum simplex*.

Jusqu'à 11° de température les Tenebrionides s'alimentent peu et ne sont pas influencés par l'humidité du sol. A partir de 35° les insectes cessent de manger, fuient la lumière et réagissent à l'humidité. La mort apparaît à 47° et tous les insectes sont morts à 57°. Il y a des variations spécifiques mais, pour tous les Tenebrionides étudiés par Stark, ces réactions aux conditions extérieures restent valables dans les grandes lignes. Il est enfin intéressant de noter que, d'après Berezina, la plupart des Ténébrionides sont attirés par des amas pièges et des appâts en plus grand nombre pendant la période de nutrition et d'accouplement et moins pendant la ponte et pas du tout lorsque celle-ci a cessé.

II) Ethologie des adultes à Madagascar

1° Saison des pluies. Période de l'intercampagne.

Les adultes en saison des pluies se réfugiaient, à Ambato-Boéni, dans les tiges creuses et sèches de tabac. Seul, l'adulte se rencontre en cette saison. Il n'a pas encore pondu. Ainsi, il est facile de concevoir de quelle façon l'animal réussit à franchir cette période critique pendant laquelle les « baiboa » sont inondés durant plusieurs semaines, parfois plusieurs mois :

Gonocephalum ne se trouve pas dans le sol des terrains inondés. Au cours de la saison des pluies de 1956-57, nous avons parcouru des terrains, alors en partie inondés et qui étaient, au cours de la campagne précédente, fortement envahis par cet insecte. Nous n'avons jamais trouvé *Gonocephalum* à quelque stade que ce soit dans la terre boueuse, alors que nous y avons rencontré des adultes d'*Heteronychus* et des larves d'élaterides (taupins) bien vivants.

Par contre, des adultes ont été rencontrés dans les tiges creuses dressées de tabac qui n'avaient pas été abattues après la récolte. Celles-ci sont restées presque toujours exondées. Les plants de tabac oubliés étaient généralement encore verts en février; ils n'étaient donc pas creux et ne servaient pas de refuge à l'insecte. La plupart de ceux qui avaient été abattus et restés sur le sol étaient plus ou moins pourris ; l'eau avait pénétré dans la partie creuse. Ils ne constituaient donc pas non plus de refuges valables pour l'insecte. Par contre, nous avons trouvé *Gonocephalum* en abondance dans les tiges qui avaient reçu un coup de bêche à la base, avaient séché, mais, insuffisamment coupées, étaient restées debout. Les tiges coupées, rassemblées en tas, étaient également aptes à servir de refuges ; une partie du tas restant hors de l'eau.

Souvent, le baiboa est couvert pendant la saison des pluies d'une végétation herbacée considérable. Nous n'avons, en aucun cas, rencontré *Gonocephalum* sur les Graminées, Malvacées ou Légumineuses vertes, qui ont dû se développer au fur et à mesure de la crue.

Nous pouvons donc conclure qu'avant les pluies, les tiges creuses de tabac jouent dans les champs un rôle réellement attractif pour *G. simplex*, mais il doit exister d'autres refuges de l'insecte pendant les inondations. Ce sont, bien entendu, les terrains non inondés, les parties hautes des baiboa vers lesquelles l'adulte a tendance à émigrer. Il est bien évident que l'inondation doit cependant entrainer la mort d'une partie de ces insectes lorsqu'ils sont surpris par les eaux. Elle aura surtout pour effet de faire disparaître les quelques larves ou nymphes qui auraient pu être retardées dans leur développement et qui ne sauraient, ni fuir, ni subsister.

2) Comportement des adultes sur terrains labourés avant plantation.

Dès le mois de mars, les terrains commencent à se ressuyer, les labours ont lieu en avril-mai au fur et à mesure du retrait des eaux ; les adultes réapparaissent dans les terres en commençant par celles qui n'ont pas subi l'inondation.

Nous avons cherché à définir quels sont les terrains qui sont les plus fortement envahis. Il convient pour cela de tenir compte d'un ensemble d'éléments.

a) Précédents de culture.

Les terrains envahis les années précédentes le restent souvent l'année suivante lorsque l'inondation n'a pas eu lieu. C'est ce que nous avons observé en 1944-1946 et en 1956 à Ambato-Boéni ; la ferme A étant la partie du domaine de la Cie Lyonnaise régulièrement la plus atteinte. Les inondations importantes de la saison 1956-57 ont très fortement ralenti l'infestation. Nous venons de voir également que les terrains qui ont porté une végétation apte à servir de refuge à l'insecte au cours des inondations (tabac sur pied mais sec, tas de tiges non brûlées etc...) seront aptes à porter des adultes au début de la saison suivante.

b) Conditions d'humidité et de texture des sols recherchées par l'insecte : migrations de l'adulte.

Les préférences de *Gonocephalum simplex*, modeste fouisseur, se portent, ainsi que nous l'avons vu précédemment, sur les sols ameublis par le labour, assez poudreux et secs en surface. La période de ponte coïncide avec la saison des repiquages du tabac. La femelle recherche alors pour ses larves des terrains assez légers mais contenant, à faible profondeur, une humidité suffisante.

Les adultes, qui échelonnent leur ponte sur plusieurs mois, recherchent pour pondre des terrains, dont l'humidité est proche de la surface et sont susceptibles de migrer sur de faibles distances pour rechercher les sols les plus favorables.

On remarque qu'en général les adultes suivent la progression des labours. Ils trouvent constamment à leur disposition un milieu fraîchement remué et suffisamment humide dans les premiers centimètres. L'œuf peut ainsi incuber et éclore en milieu humide. Ensuite, le terrain s'assèche en surface, la jeune larve s'enfonce progressivement dans le sol et retrouve son hydropreferendum, atteignant des couches plus profondes, où l'adulte ne parviendrait pour pondre que plus difficilement.

Ainsi l'adulte se déplace, rejoint une partie du terrain plus fraîchement labourée et continue à pondre en surface ou dans les anfractuosités du sol, entre les mottes.

Ce phénomène de migrations des adultes a été remarqué particulièrement bien en 1957 à la suite des inondations de la saison des pluies précédente.

c) Conséquences de ces migrations dépendant de la topographie et de la progression du retrait des eaux.

Nous avons remarqué que les terres, restées exondées en saison des pluies, pouvaient constituer de bons refuges pour l'insecte. Les labours ont lieu par bandes parallèles et progressent au fur et à mesure du ressuyage des sols. Selon la configuration topographique du terrain, il en résulte des conséquences différentes.

Prenons le cas de l'exploitation de la Cie SLAMI à Ambato-Boéni. Nous y rencontrons des baiboa, dont l'ensemble est assez plat, mais possédant en plusieurs endroits des cuvettes, très larges d'ailleurs.

A la suite de l'inondation, de 1956-57, les terrains se sont trouvés recouverts par les eaux. Il s'est formé ensuite plusieurs mares temporaires qui ont disparu progressivement. Les labours ont eu lieu ensuite, d'abord dans les parties hautes, puis, progressivement ont entouré les cuvettes, qui ont finalement été cultivées en dernier, parfois même d'ailleurs laissées sans culture, car ressuyées trop tard et ne pouvant donner qu'un tabac trop tardif, de mauvaise qualité.

Dans ce cas, le phénomène de migration a lieu et la densité de la population devient de plus en plus élevée au fur et à mesure que le labour progresse vers le fond de la cuvette. On conçoit ainsi que le dégât dû à l'insecte n'apparaisse alors qu'à partir d'un certain degré de concentration, c'est-à-dire qu'à partir d'une certaine côte de niveau.

Examinons maintenant le cas d'une autre exploitation (Bevilany près de Maevatanana). Ici, la plupart des terrains comprennent un sol homogène, bien nivelé, orienté en pente très douce vers un lac, qui est très proche. Ce dernier entre en communication avec le fleuve Betsiboka et s'élève de plusieurs mètres à chaque saison des pluies. L'inondation de ces baiboa est donc très régulière et lente, le retrait des eaux a lieu de même par bandes parallèles à la rive de ce lac. En direction opposée au lac les terrains de culture sont limités par des sols de baiboa plus élevés, restés très souvent exondés et sur lesquels on rencontre une végétation dense de paka, refuge facile en saison des pluies pour nos ravageurs.

Avec le retrait des eaux, la population suit, mais n'a pas tendance à augmenter de la même façon qu'à Ambato-Boéni, car les terrains inondés n'hébergeaient avant la décrue que très peu de nos adultes. Il y a ici déplacement sur un front très large. La concentration apparaît moins que précédemment.

Nous voyons par ces deux exemples que, selon le mode de topographie des sols, le ressuyage après inondation entraînera des migrations aboutissant ou non, à des concentrations d'adultes.

d) Cas des sols très secs. Année sèche.

Les observations qui précèdent ont eu lieu au cours des mois de mai à juillet 1957, après une année humide. Malgré les concentrations importantes observées, nous n'avons eu alors à déplorer que fort peu de dégâts.

Par contre, en 1956, la physionomie des terres était différente et le comportement et la répartition des insectes n'étant pas les mêmes, les dégâts étaient importants.

Tout d'abord, les terrains au moment des labours ne présentent pas entre eux d'aussi fortes différences qu'après une année humide. Sans être réellement très secs, ils peuvent être labourés très rapidement, tôt dans la saison, parfois assez longtemps avant les premiers repiquages. Il en résulte que l'on ne remarque pas ces migrations caractéristiques. Les insectes trouvant tout d'abord une humidité suffisante puis, souvent dispersés sur de grandes étendues labourées et également sèches, restent dispersés et ne parviennent que par hasard à abandonner le terrain.

On remarque alors également que certains terrains labourés trop tardivement, alors que la végétation spontanée de saison des pluies a déjà séché en grande partie, possèdent un paillis enfouis partiellement mais qui n'a pu subir de transformation humique et ne se décompose pas. Le sol est alors aéré, la matière organique, alimentation de la larve, est abondante et les refuges pour les adultes sont nombreux. Ce milieu est donc très favorable à la vie des adultes et ensuite à celle des larves.

En général, les insectes ont tendance à se raréfier à partir de mai-juin sur les terres cultivées les plus sèches. L'insecte recherche une plus grande humidité, se loge sous des refuges, le plus souvent en bordure des terrains cultivés, et constitués par des paillis d'un couvert végétal dense et plus humide.

3° Fin de la vie adulte.

A partir de juin, les adultes abandonnent naturellement les champs de tabac. On les trouve beaucoup plus difficilement car ils ne circulent plus à la surface du sol, mais cherchent des refuges sous les paillis et dans la végétation dense.

Au mois d'octobre, nous avons rencontré, en bordure d'un champ envahi de larves, des adultes réfugiés sur un terrain sous-solé depuis deux ans mais resté sans labour depuis cette date. Le sol y était compact et couvert d'une végétation formant par endroits des amas provenant d'un défrichement, qui avait dû avoir lieu au début de cette année. Les craquelures du sol situées sous les paillis étaient un lieu de refuge très apprécié par toutes sortes de Coléoptères et principalement par des Carabiques et *Gonocephalum simplex*.

Pratiquement donc, sauf exceptions, les adultes ne se présentent plus sur les champs de tabac après juillet. Une exception peut cependant exister lorsque l'infestation est très élevée sur des terrains labourés sur une très grande étendue d'une seul tenant.

III) Ethologie des larves

Elles n'apparaissent dans les champs qu'en juin. Nous avons relevé à cet époque à Ambato-Boéni, dans certains champs de la Compagnie Lyonnaise, de nombreuses larves dont la longueur atteint 15 mm au maximum.

Elles se tiennent dans le sol à une profondeur variable selon les terrains, mais qui correspond très généralement à la limite entre les parties supérieures sèches poudreuses et ameublies et les couches humides, compactes.

La larve est médiocre fouisseuse, elle ne pénètre donc pas en profondeur. Toutefois les sols labourés lui conviennent. Elle descend, en profondeur, au fur et à mesure du dessèchement de leur surface après la fin de la saison des pluies.

En juin, nous avons trouvé des larves à 5 à 8 cm de la surface, en octobre à 10 cm. A cette date, il a été possible de remarquer les préférences des larves. On les rencontrait sur des terrains poudreux en surface mais présentant encore à cette période une couche humide à 10-15 cm de profondeur. D'autres sols, un peu plus élevés par rapport au plan d'eau, secs en cette saison jusqu'à 40 à 50 cm de profondeur en étaient dépourvus. Par ailleurs, nous avons retrouvé une préférence nette de l'insecte pour des sols chargés de paillis végétaux non transformés, ce qui accroît les espaces interstitiels du sol et apporte une nourriture convenable pour les larves.

Ce n'est pas nécessairement les terrains cultivés en tabac qui sont les plus recherchés. Très souvent, il arrive que, dans une exploitation, on rencontre encore en octobre des parcelles assez importantes labourées au début de la saison sèche mais non cultivées. Là, autant qu'en plantation, parfois plus, les larves sont présentes. Près d'Ambato-Boéni, un terrain cultivé en arachide était particulièrement envahi.

Rappelons à ce sujet que les larves n'ont jamais été considérées comme nuisibles aux racines du tabac.

IV) Comportement de *Gonocephalum simplex* à l'égard du tabac

L'adulte, nous le savons, n'est pas lui-même particulièrement inféodé au tabac. Il est polyphage et, de ce fait, n'occasionne habituellement que fort peu de dégâts sur les nombreux terrains de culture très divers sur lesquels on le rencontre un peu partout à Madagascar. Il en serait de même du tabac, si un concours de circonstances ne rendait la plante particulièrement vulnérable : terrains meubles, favorables à la vie d'un insecte médiocre fouisseur, absence quasi-totale d'aliments verts avant le repiquage, coïncidence de la période de repiquage du tabac avec la période d'accouplement et de ponte, entraînant très vraisemblablement un accroissement du métabolisme et des besoins en eau.

Lorsque les terrains se dessèchent, les insectes rencontrent d'abord une humidité encore suffisante, puis cherchent en vain une alimentation aqueuse sur le sol nu et finissent par abandonner le terrain lorsque aucune nourriture ne leur est présentée.

Incidences entraînant l'attaque par *Gonocephalum*.

L'attaque du tabac en cours de repiquage dépend, d'après ce que nous venons d'examiner, de la réunion de deux conditions essentielles.

1) Présence de l'insecte en assez grande quantité sur les terrains de culture.

2) Sol assez sec et nu depuis une période suffisamment longue pour entraîner les adultes à se précipiter sur le tabac au moment même du repiquage.

Les attaques n'apparaîtront que fort peu en année humide, principalement à la suite des inondations. En effet, nous assistons alors à un drainage progressif des sols entraînant progressivement les insectes vers les zones les plus humides. Si un temps convenable sépare le labour de la plantation, l'insecte a déjà quitté les lieux et finalement se concentre sur des endroits cultivés tardivement ou même trop humides pour être exploités. Malgré une abondance parfois très grande de l'insecte en certains endroits, ce dernier se trouve toujours en milieu humide et ne s'intéresse que très médiocrement aux plants qui, par ailleurs, ont une reprise excellente les mettant rapidement à l'abri des atteintes de l'insecte (voir début de cette note).

Lorsque l'année est médiocrement humide, par exemple lorsque l'inondation n'a séjourné que très peu de temps sur les terrains de culture, on assiste également à ce phénomène de migration des adultes entraînant un drainage des insectes et leur concentration sur des étendues restreintes. Les dégâts pourront alors intervenir en quelques points lorsque les terrains les plus bas seront devenus à leur tour suffisamment secs. Ils interviendront donc tardivement et seront réduits.

En année sèche et sur « baiboa », qui n'ont pas subi d'inondation au cours de la saison des pluies précédentes, l'infestation et les dégâts seront généralement plus élevés.

Dans ce cas, les terrains les plus envahis sont des sols légers et secs sur les dix premiers centimètres, au moins, chargés en paillis végétaux secs et non transformés, labourés tardivement et repiqués dans des délais assez brefs après le labour.

D'une manière générale, l'attaque aura lieu sur des sols secs lorsque le temps séparant le labour du repiquage est de l'ordre de un à deux mois. Si cette durée est plus longue, les insectes ont quitté les terrains avant le repiquage, si elle est plus courte, deux cas sont à envisager :

Le sol porte encore au moment du labour une végétation verdoyante. Dans ce cas, l'insecte n'attaquera que très peu le tabac, puisqu'il aura trouvé ailleurs l'eau qui lui est nécessaire.

Si le sol est déjà très sec ne portant plus qu'une végétation desséchée, un repiquage immédiatement après les labours ne saurait éviter les attaques.

Bien entendu, en année sèche, les terrains ne sont pas tous également infestés, l'infestation dépendant également de la présence de l'insecte au cours de l'année ou même des années précédentes. Ce phénomène d'accumulation est très probablement la cause de l'infestation importante signalée depuis 1943 dans la région tabacole de la Betsiboka : A la suite de fortes inondations ayant entrainé en certains points la concentration des insectes sur terrains labourés, une succession d'années relativement sèches aurait provoqué un accroissement global de la population sur ces terrains sans intervention de l'action modératrice de la saison des pluies. De plus, la texture légère des sols labourés ramenant en surface, aussitôt après le labour, une certaine humidité aurait attiré les insectes qui, quelques mois plus tard, se seraient trouvés privés d'eau. Lorsqu'on repique le tabac, on lui présente brusquement une alimentation aqueuse, disséminée à souhait dans le champ et qui reste fanée assez longuement, caractéristique favorable à sa consommation par un insecte à tendances détritiphages.

Les labours, suivis de repiquages précoces, sont donc recommandables en année sèche afin d'éviter de trop forts dégâts par *Gonocephalum simplex* au moment de la reprise des plants.

V) Lutte symptomatique contre *Gonocephalum simplex* Fabr

Nous avons examiné précédemment, au cours de notre étude, dans quelles conditions les dégâts pouvaient être importants et quelles étaient les précautions d'ordre agronomique, que l'on peut tenter de mettre en œuvre afin de les éviter : choix des périodes de labour, de repiquage, arrachage des pieds de tabacs quelques mois après la récolte avant les inondations de la saison des pluies, etc... Malgré ces précautions qui, parfois, ne peuvent être prises car ne s'accordant pas avec les exigences culturales ou les difficultés d'exploitation, l'insecte peut apparaitre dans les terrains labourés aux approches du repiquage et doit être détruit par une lutte directe au moyen d'insecticides.

En 1957, nous avons procédé à des essais de traitements contre cette insecte au moyen de plusieurs insecticides du sol. Le détail du protocole et le relevé détaillé des résultats figure dans une publication antérieure (Brenière 1959). Contentons-nous ici d'en faire ressortir les conclusions.

Les produits mis en comparaison étaient : Aldrine, Endrine, Dieldrine et Lindane. Quatre modes d'épandage étaient mis en parallèle : addition d'un mélange d'insecticide et de terre tamisée à chaque trou de plantation au moment même du repiquage ; arrosage de la terre autour du plant, aussitôt après le repiquage, par une solution ou une suspension d'insecticides dans l'eau ; trempage des plants dans une suspension aqueuse d'insecticides aussitôt avant le repiquage ; enrobage des racines et du collet de ces derniers par de la poudre insecticide non diluée.

Les comparaisons précédentes des modes d'épandage étaient exécutées au moyen d'un seul des insecticides pris comme témoin : l'Aldrine.

L'essai lui-même comprenait quatre blocs de dix parcelles, chacune d'elles portant cinq cent soixante-seize plants disposés en vingt-quatre lignes de vingt-quatre plants. La variété utilisée est le Maryland, la seule qui soit cultivée à cette époque à Madagascar.

Les conclusions qui découlent de l'analyse des résultats ont été les suivantes :

1) L'emploi du HCH sous la forme de Lindane entraîne, dans tous les cas, des retards de végétation très importants. Ce produit doit être définitivement rejeté de toute culture tabacole.

2) La Dieldrine, l'Endrine et l'Aldrine n'entraînent pratiquement pas de retard de végétation et sont uniformément actifs aux doses expérimentées.

3) Le trempage et l'enrobage des plants sont efficaces mais entraînent des retards de végétation trop importants.

4) Les doses les plus faibles utilisées n'ont pas eu d'effet inférieur aux doses doubles. Il en résulte que les premières sont suffisantes et peuvent être préconisées.

Addition d'insecticide (Aldrine) au trou de plantation

On peut donc recommander indifféremment : Aldrine, Dieldrine et Endrine par addition à la terre de plantation, au pied de chaque plant, d'une quantité de 0,05 g de matière active de l'un de ces produits. Ceci représente, pour vingt-huit mille plants à l'hectare, 28 kg d'un produit à 5 % de matière active.

Les produits à base de Lindane sont à rejeter. Précisons que l'Endrine est un produit toxique pour l'homme, exigeant des précautions particulières au moment de son emploi. Il n'est pas d'une utilisation courante et n'est d'ailleurs pas encore admis par la réglementation métropolitaine.

Lorsque l'attaque est localisée, ou lorsque les insectes à combattre apparaissent en nombre relativement peu important, il n'est pas nécessaire de tenter leur éradication. L'insecticide est alors localisé aux trous de plantation.

On distribue aux métayers des cuillères ou des petites boîtes, dont on a établi la contenance. On préparera un mélange de terre tamisée sèche et d'insecticide, de manière à ce que chaque dose contienne 1 g d'insecticide à 5 % de matière active. Cette dose de mélange sera versée sur le sol, autour du plant au moment du brassage à la main de la terre, immédiatement avant la mise en place de ce dernier.

Ce procédé présente l'avantage de pouvoir limiter les traitements aux seuls terrains sur lesquels les métayers constatent quelques dégâts lors des premiers repiquages.

Dans le cas, où l'attaque est très importante et se renouvelle parfois sur les mêmes terrains, pendant plusieurs années consécutives, on doit tenter de supprimer le plus grand nombre d'insectes possible avant le repiquage.

On procède alors à l'épandage de l'un de ces produits au moyen d'un épandeur d'engrais.

La poudre doit être « diluée » avec de la terre fine dans la proportion de 40 kg, pour 100 kg de mélange d'un produit à 5 % de matière active (dans le mélange 2 % de matière active). L'épandeur est réglé à 300 kg/ha, mais peut espacer les passages (un sur trois) de façon à n'épandre que 100 kg à l'hectare. Ce procédé semble préférable à celui qui consisterait à mélanger l'insecticide à l'engrais. Il faut

drait, dans ce dernier cas, répandre le produit sur toute la surface à cultiver, ce qui nécessiterait l'emploi de plus grandes quantités d'insecticides. De plus, l'engrais est habituellement enfoui, alors que le produit doit rester en surface ou n'être que très légèrement recouvert. Les *Gonocephalum* se déplacent à la surface du sol et atteindront toujours une bande traitée.

Le traitement sera efficace s'il est effectué cinq à six jours au moins avant les premiers repiquages.

Enfin, l'emploi de l'un de ces trois produits sous la forme liquide par trempage des plants avant repiquage méritera d'être mis au point. Nous ne saurions, pour l'instant, le conseiller car les concentrations assurant une protection satisfaisante sont voisines des doses toxiques pour la plante ou du moins susceptibles d'entraîner certains retards de végétation.

BIBLIOGRAPHIE

BEREZINA (V. M.). — A fragment to the method of investigating the Part played by the Light in the Life of Insects (en russe). *Bull. Plant. Prot.*, 1940, n° 3, p. 37-8, Leningrad, 1940.

BRENIÈRE (J.). — Deux ennemis du riz dans la vallée du Niari. *L'Agron. Trop.*, IX, n° 1, p. 37-40, Paris, 1954.

DARLING (H. S.). — Annual report of the Agricultural Entomologist. Rep. Dep. Agr. Uganda 1944-45, pt. 2, p. 25-30, Entebbe, 1946.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Kenya). — Annual Report 1945, 125 p., Nairobi, 1946.

HARGREAVES (H.). — Annual Report of the Governement Entomologist. Rept. Dept. Agric., Uganda, 1927, Entebbe, 1928.

HENDRICKX (F. L.). — Un nouveau dégât occasionné par *Dasus simplex* F. aux caféiers (*Coffea arabica* L.). Rec. Commun Inst. nat. étude agron. Congo Belge, n° 1, p. 7-11, Yangambi, 1943.

KOZLOVA (E. N.). — *Opatrum triste* STEV an der Südküste der Krim. (Coleoptera, Tenebrionidae) (En russe). *Rev. Ent. URSS* 27, n° 3-4, p. 181-96, Leningrad, 1938.

SAKHAROV (N. L.). — Wireworms, Tenebrionids and their Control (Russian). Social. Grain Fing., n° 1, p. 142-57, Saratov, 1939.

STARK (V. N.). — A Study upon the Agrobiology of Soil Root Pests (Elateridae, Melolonthinae, Tenebrionidae) in order to base destructive and prophylactic Control Measures against them.

— Summary of the Scientific Research Work of the Institute of Plant Protection for the Year 1939 (en russe), Med. 800, p. 10-23, Leningrad, Lenin. Acad. agric. Sci., 1940.

RÉSUMÉ. — *Dans une note précédente, l'A. a rendu compte d'« Essais d'insecticides à l'égard de* Gonocephalum simplex, FABR., *Ténébrionide nuisible au tabac en cours de repiquage à Madagascar».*

Ce travail est une étude complète de cet insecte, de son action sur les jeunes cultures de tabac, des moyens de lutte à lui opposer.

Elle est divisée en plusieurs chapitres de développement inégal : Introduction. Description et importance des dégâts. Les dégâts des Opatrinae dans le monde. Description de l'insecte aux divers stades. Biologie de Gonocephalum. *Relation entre l'insecte et le milieu agricole. Lutte symptomatique contre* Gonocephalum simplex.

Les conclusions de l'A. sur la lutte contre ce prédateur :

1) *L'emploi du HCH sous la forme de Lindane entraîne dans tous les cas des retards de végétation très importants. Ce produit doit être définitivement rejeté de toute culture tabacole.*

2) *La Dieldrine, l'Endrine et l'Aldrine n'entraînent pratiquement pas de retard de végétation et sont uniformément actifs aux doses expérimentées.*

3) *Le trempage et l'enrobage des plants sont efficaces mais entraînent des retards de végétation trop importants.*

4) *Les doses les plus faibles utilisées n'ont pas eu d'effet inférieur aux doses doubles. Il en résulte que celles-ci sont suffisantes et peuvent être préconisées.*

On peut donc recommander indifféremment Aldrine, Dieldrine et Endrine, par addition à la terre de plantation, au pied de chaque plant, d'une quantité de 0,05 g de matière active de l'un de ces produits. Ceci représente pour vingt-huit mille plants à l'ha, 28 kg d'un produit à 5 % de matière active.

SUMMARY. — *In a previous note the author gave an account of « Insecticide tests on* Gonocephalum simplex, Fabr., *a tenebrionide attacking tobacco during transplanting in Madagascar ».*

This work studies at large this insect, its action on young tobacco plants and means of control. It is divided into several unequally developped chapters : Introduction. Description and amount of damage. The damage caused by Opatrinae in the world. Description of the insect at various stages. Gonocephalum *biology. Relation between the insect and the agricultural medium. Symptomatical control of* Gonocephalum simplex.

The conclusions of the autor on the control of this predator are as follows :

1) *The utilization of BHC under the form of lindane causes in every case very significant slowness in vegetation. This product must definitely be rejected from any tobacco-cultivation.*

2) *Dieldrin, endrin and aldrin cause practically no slowness in vegetation and are uniformly active at the experimented dosages.*

3) *Soaking and coating of plants are efficient but cause very significant slowness in vegetation.*

4) *The smallest dosages used did not produce an effect inferior to that of double dosages. Consequently the former are sufficient and can be advised.*

Aldrin, dieldrin and endrin can thus be indifferently advised, by addition to plantation soil, at the foot of each plant, of a quantity of 0,05 g of active matter of each of products.

It means that 28 kg of a product with 5 % of active matter are needed for 28.000 plants per ha.

RESUMEN. — *El Autor relató detalladamente, en una nota precedente, unos « Experimentos de insecticidas para el control de* Gonocephalum simplex Fabr. *Tenebrionide atacando el tabaco en curso de transplantación, en Madagascar ».*

Este trabajo consiste en un estudio completo de tal insecto, de su acción sobre plántulas de tabaco y de los medios de lucha contra este insecto.

Son muchas las divisiones, pero de importancia diferente :

Introducción.

Descripción e importancia de los daños. Daños ocasionados por Opatrinae *en el mundo.*

Descripción del insecto en los varios estados de desarrollo.

Biología de Gonocephalum.

Relación entre el insecto y el ambiente agrícola.

Lucha sintomática contra Gonocephalum simplex.

Concluye el Autor hablando de la lucha contra este insecto :

1) *El empleo de BHC en forma de Lindano tiene por efecto de retardar mucho el desarrollo de la vegetación. Ese producto debe ser definitivamente excluido de todo cultivo de tabaco.*

2) *Dieldrin, Endrin, y Aldrin no causan practicamente ningún atraso en la vegetación y quedan uniformamente efectivos en las concentraciones empleadas.*

3) *La mojada y el revestimiento de las plantas son efectivos pero retardan demasiado la vegetación.*

4) *Las dosis más bajas empleadas dieron resultados tan buenos como los obtenidos con dosis dobles. En conclusión el efecto siendo el mismo, se recomienda la dosis baja.*

Se recomienda Aldrin, Dieldrin y Endrin en mezcla con la tierra de plantación, al pie de cada planta, en cantidad de 0,05 g de ingrediente activo de cualquier de estos productos. Es decir que por veintiocho mil plantas (por hectalrea) necesitanse 28 kilos de un producto á 5 % de ingrediente activo.