

# La mouche des fruits malgache

(*Ceratitis malagassa* MUNRO)

## et autres insectes des agrumes, pêchers et pruniers à Madagascar

par **Jean DUBOIS**

*Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières.*

LA MOUCHE DES FRUITS MALGACHE  
ET AUTRES INSECTES DES AGRUMES,  
PÊCHERS ET PRUNIERS A MADAGASCAR

par J. Dubois, I. R. A. T.

*Fruits*, octobre 1965, Vol. 20, n° 9, p. 435 à 460.

**RÉSUMÉ.** — Parmi les insectes nuisibles aux cultures fruitières de Madagascar, et plus particulièrement aux agrumes, pêchers et pruniers, il en est un, la Mouche des fruits, *Ceratitis malagassa* Munro, qui cause chaque année entre 50 et 70 % de dégâts aux agrumes et plus encore aux pêchers et pruniers.

L'inventaire des différentes espèces de Trypetidae nuisibles aux cultures a été effectué. Parmi la quarantaine d'espèces connues trois sont des insectes d'importance économique : *Ceratitis malagassa* Munro qui s'attaque aux agrumes, pêches, prunes, poires et pommes, *Pardalaspis cyanescens* Bezzi qui infeste les tomates et les aubergines et *Dacus emmeresi* Bezzi qui détruit les cucurbitacées cultivées : melon, courges et concombres.

Les Trypetidae de Madagascar ont peu d'ennemis naturels puisqu'on ne connaît qu'un seul parasite de *Pardalaspis cyanescens* : *Opius* (*Austroopius*) *insignipennis* Granger. En plus on peut signaler comme prédateurs, une araignée mimétique, de la famille des Salticidae qui se nourrit de diverses espèces de Trypetidae et des acariens qui infestaient un élevage de *Pardalaspis cosyra* Walk.

Dans l'étude spéciale consacrée à *Ceratitis malagassa*, on a recherché la séquence annuelle des fruits hôtes et les conséquences pratiques que l'on peut en tirer si l'on envisage des moyens de lutte préventive.

L'étude de la biologie de *Ceratitis malagassa* a été menée dans la nature et au laboratoire et son élevage artificiel a été mis au point en adaptant la méthode utilisée par la Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes (France) pour l'élevage de *Ceratitidis capitata* Wied.

Quant aux moyens de lutte, cette étude envisage différentes méthodes, à savoir :

1° Les mesures préventives au moment de la création de nouveaux vergers d'agrumes par l'exclusion dans et autour de ces vergers de tout arbre fruitier dont la maturation des fruits précède de quatre à cinq mois celle de l'espèce favorisée.

2° La destruction bi-hebdomadaire de tous les fruits infestés.

3° Le piégeage en tant que système d'avertissement. Parmi les différentes substances essayées, c'est l'essence de graines d'angélique qui attire le plus *Ceratitis malagassa* tandis que le Cue-Lure s'est montré un attractif intéressant vis-à-vis de *Dacus emmeresi*.

4° La lutte chimique, d'une part pour les agrumes en projetant grossièrement une bouillie contenant un insecticide (malathion)

I



PHOTO 1. — Oranger dans la région de Tananarive.

+ un attractif (hydrolisat de protéines), d'autre part pour les fruits à noyaux au moyen de pulvérisations de Fenthion (Lebaycid) + adhésif ou Diméthoate (Rogor) + adhésif.

5° La lutte biologique. Dans cette partie, on relate les différentes tentatives d'introduction d'*Opius concolor* Sz., *O. longicaudatus* Full., *O. oophilus* Siv. et de *Dirhinus gardii* Silv. Les élevages d'*Opius concolor* et *O. longicaudatus* ont été effectués avec plus ou moins de succès, tandis qu'avec *O. oophilus* on n'a pas pu dépasser la première génération.

Les chances d'implantation de ces parasites sont examinées et les premières observations faites dans la nature au sujet d'*Opius oophilus* sont commentées.

Dans une dernière partie, l'auteur donne quelques renseignements sur d'autres insectes généralement moins connus, nuisibles aux arbres fruitiers : pucerons, cochenilles et leurs parasites, *Mastodotodera nodicollis* Klug, *Goniotorna erratica* Diak, *Othreis imperator* Boisd et les acariens.

Ce travail se termine par une liste des principaux insectes nuisibles aux agrumes, pêchers et pruniers à Madagascar.

La culture des arbres fruitiers constitue une production assez importante à Madagascar. En 1960 M. MONTAGNAC estimait à près de 4 millions le nombre d'arbres fruitiers en production, et en 1963 M. PRALORAN évaluait à 1 million le nombre de pieds d'agrumes. Depuis ces dates, les bananiers ont pris un essor important dans la région de Tamatave par suite de l'organisation du marché en vue de leur exportation.

Le Gouvernement de la République malgache a actuellement le souci de définir une politique précise de création et d'amélioration des productions fruitières. Rien que pour l'agrumiculture, le but à atteindre serait de 10 000 à 15 000 hectares.

C'est dans la perspective de ce développement que le Gouvernement de la République malgache et l'Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer ont demandé à l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières d'étudier les insectes nuisibles aux agrumes et particulièrement des mouches des fruits dans la région des Hauts-Plateaux et dans la Préfecture de Brickaville. Cette demande a fait l'objet du marché de gré à gré n° 20 entre l'État malgache et l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures vivrières.

\*\*\*

La culture des arbres fruitiers à Madagascar répond à différentes caractéristiques dont certaines ont une influence directe ou indirecte sur la faune entomologique de ces cultures.

Ces caractéristiques dont les répercussions entomologiques seront relevées au cours de cette étude sont les suivantes :

1° Le grand nombre d'espèces fruitières cultivées ou subsponsanées, par suite de la variété des climats permettant la culture des arbres fruitiers tropicaux et tempérés. Il y a actuellement plus de 40 espèces d'arbres fruitiers cultivés à Madagascar, provenant d'ailleurs toutes d'introductions d'origine souvent incertaine. La fructification de ces espèces s'échelonne tout au long de l'année.

2° Éparpillement des cultures fruitières et des arbres fruitiers subsponsanés.

3° Multiplicité des exploitations.

En effet, si l'on excepte quelques cantons où la concentration des cultures fruitières est plus importante, la plupart des arbres fruitiers sont entre les mains d'une multitude de propriétaires de 1 à 50 arbres. Chacune de ces « exploitations » comprend généralement plusieurs espèces fruitières différentes.

4° Mauvais état sanitaire des arbres fruitiers par suite de conditions édaphiques défavorables (sol et eau), de carences et du manque de soins (taille et nettoyage du sol notamment).

5° Organisation de la vente.

Actuellement les producteurs sont exploités par les collecteurs. Ceux-ci font un bénéfice d'au moins 100 % sur le commerce des fruits et légumes.

La récolte est, en général, achetée sur pied, au moment de la floraison.

Le planteur dans le besoin, vend parfois plusieurs années de récolte à la fois.

Ce système de commercialisation, très préjudiciable au planteur, va à l'encontre de toute amélioration culturale. On comprend en effet, que dans ces conditions, le producteur ne fasse pas toujours

l'effort nécessaire, pour améliorer sa culture, soit par son travail, soit par des apports de fumure ou de pesticides coûteux.

6° Mise sur le marché de fruits attaqués par les insectes et transport de quantités importantes de fruits d'espèces diverses d'une région de l'île à l'autre, tout au cours de l'année.

Remarque :

\* \* \*

Le travail effectué a été principalement orienté vers l'étude de la mouche des fruits malgache, dans la région des Hauts-Plateaux et dans la Préfecture de Brickaville.

Cependant, il a paru intéressant de fournir dans ce rapport des renseignements non connus ou mal connus, soit sur d'autres insectes des arbres fruitiers de ces régions, soit sur des insectes attaquant les agrumes dans d'autres régions de Madagascar.

Bien que cette étude n'ait pas la prétention de reprendre des sujets trop connus, surtout s'ils sont d'intérêt secondaire tels ceux des *Papilio demodocus* et *P. epiphorbas*, il a paru tout de même utile de présenter à la fin de ce rapport une liste des principaux insectes nuisibles aux agrumes, pêcheurs et pruniers à Madagascar.

## INVENTAIRES DES TRYPETIDAE MALGACHES, DE LEURS FRUITS HOTES ET DE LEURS PRÉDATEURS ET PARASITES

### A. Famille des Trypetidae.

*Ceratitis malagassa* est un diptère de la famille des Trypetidae. Cette famille est composée de mouches de taille moyenne à petite dont la nervure costale des ailes a deux fractures placées entre la nervure humérale et l'apex de la radiale ciliée. Les ailes sont transparentes et souvent pourvues de taches jaunes ou brunes. Les femelles sont munies d'un ovipositeur très caractéristique, dur et aplati, qui leur donne un abdomen pointu à l'extrémité. Les larves sont blanches, lisses et apodes. Elles sont effilées antérieurement et tronquées à leur partie postérieure.

Cette famille comprend au moins 40 espèces à Madagascar. Certaines n'ont été trouvées qu'en un seul exemplaire, à l'état adulte, et leur biologie est inconnue.

Parmi les autres, 13 espèces ont des larves mineuses de fruits charnus et 24 espèces forment des galles dans les tiges et fleurs de Composées.

Les espèces galligènes présentent peu d'intérêt pour cette étude. Le rôle éventuel qu'elles peuvent jouer sera mentionné au paragraphe « Prédateurs et parasites des Mouches des Fruits ».

### B. Inventaire des mouches des fruits et de leurs fruits hôtes.

Voir tableau page suivante.

### C. Importance économique de ces différentes mouches des fruits.

1° *Ceratitis malagassa* Munro

La plus nuisible : voir plus loin.

2° *Ceratitis capitata* Wied.

Trouvée pour la première fois en 1962, et en un seul exemplaire, la redoutable mouche méditerranéenne n'a aucune importance économique jusqu'à présent.

3° *Pterandrus* nov. sp.

En janvier et février 1962, cette espèce nouvellement signalée, avait une certaine importance économique dans la région de Tananarive. Ses larves y minaient les pêches et les prunes en même temps que celles de *Ceratitis malagassa*. Son rôle est toutefois minime en comparaison de celui joué par la mouche des fruits malgache dont la population dans les vergers était 20 à 30 fois plus nombreuse, d'après les renseignements obtenus par piégeage et prise directe au filet.

4° Les 3 autres espèces de *Pterandrus*.

Elles n'ont jamais été obtenues de fruits ayant une valeur commerciale.

5° *Pardalaspis cyanescens* Bezzi.

Cette mouche pond ses œufs dans les tomates encore vertes. Ses dégâts sont importants notamment dans la région du lac Alaotra à la fin de la saison sèche. A ce moment on peut trouver 15 à 20 larves par fruit.

## Inventaire des Mouches des fruits et de leurs fruits hôtes.

ESPÈCES	FRUITS HÔTES	LIEUX DE RÉCOLTE
<i>Ceratitis malagassa</i> Munro	Oranges et mandarines	Tananarive, Ambositra, Brickaville, Ambanja, Tuléar, Ambilobe, Moramanga.
	Pêches et prunes	Tananarive, Antsirabé, Ambositra.
	Pommes roses ( <i>Eugenia Jambos</i> )	Tananarive.
	Avocats ( <i>Persea gratissima</i> )	Tamatave.
	Macouba ( <i>Eugenia malaccensis</i> )	Brickaville.
	Letchi chevelu ( <i>Nephelium lappaceum</i> )	Ivoloina, Tamatave.
	Goyaves ( <i>Psidium guajava</i> )	Tananarive, Brickaville.
	Goyaves de Chine ( <i>Psidium cattleianum</i> )	Tananarive, Brickaville.
	<i>Strychnos spinosa</i> Pommes et poires Poupartia caffra	Ambila est. Tananarive. Bétioky, Soalara.
<i>Ceratitis capitata</i> Wied.	Attrapée sur <i>Strychnos spinosa</i> en un seul exemplaire	Ambila est.
<i>Pterandrus</i> nov. sp.	Pêches et prunes	Tananarive.
<i>Pterandrus</i> sp.	<i>Strychnos spinosa</i>	Ambila est.
<i>Pterandrus</i> sp.	Attrapée dans pièges attractifs dans un verger de pêcheurs et pruniers.	Antsirabé.
<i>Pterandrus</i> sp. (?)	Prise au filet dans un verger de pêcheurs	Ambalavao.
<i>Pardalaspis cyanescens</i> Bezzi	Tomates	Tananarive, lac Alaotra, Behara (sud), montagne d'Ambre, Diégo-Suarez, Antalaha, Vohémar, Ambato-Boeni, Nossi-Bé.
	<i>Solanum auriculatum</i>	Tananarive.
	<i>Solanum erythracanthum</i>	Tananarive.
	Aubergines Bibace ( <i>Eriobotrya japonica</i> )	Tananarive. Tananarive (exceptionnellement).
<i>Pardalaspis cosyra</i> Walk.	Poupartia caffra	Tuléar, Bezaha.
	Kumquat ( <i>Fortunella Margarita</i> )	Tuléar.
	Pomme cythère ( <i>Spondias dulcis</i> )	Tuléar.
<i>Pardalapsis</i> sp.	<i>Strychnos spinosa</i>	Ambila est.
<i>Pardalapsis</i> sp.	Prise au filet sur mandariniers	Brickaville.
<i>Pardalaspis giffardii</i> Bezzi	?	Nosy Komba.
<i>Tririthrum manganum</i> Munro	Café	Tananarive.
<i>Dacus emmerezi</i> Bezzi	Melon; courges, concombres	Tananarive, Sakay, Tamatave, Tuléar.

6° *Pardalaspis cosyra* Walk.

Espèce de régions chaudes à faible pluviosité. Elle ne s'attaque qu'à des fruits de valeur commerciale très réduite. Les « kumquat » sont très fortement attaqués par cette espèce.

7° *Pardalaspis giffardii* Bezzi et les 2 autres espèces de *Pardalaspis* sp.

Ces espèces n'ont jamais été obtenues de fruits ayant une valeur commerciale.

8° *Tririthrum manganum* Munro.

Cette espèce a été obtenue de baies de caféiers sur les Hauts-Plateaux. Les larves se nourrissent des sucres contenus dans la pulpe des fruits et se logent le plus souvent entre les deux graines qui ne subissent aucun dégât.

9° *Dacus emmerezi* Bezzi.

Cette espèce est très nuisible aux différentes cucurbitacées cultivées.

#### D. Parasites et prédateurs des mouches des fruits.

On ne connaît qu'un parasite et deux prédateurs de mouches des fruits à Madagascar. Ils sont relativement rares et ne parviennent pas à limiter les populations de mouches des fruits de façon appréciable, aussi leur effet bénéfique est probablement insignifiant.

Les parasites et prédateurs des Trypetidae galligènes ne sont pas connus. Ils n'ont d'ailleurs que peu d'intérêt.

Par contre les Trypetidae galligènes pourraient éventuellement servir d'hôtes de relais aux parasites introduits, pour la lutte biologique.

Le parasite et les 2 prédateurs de mouches des fruits sont :

##### 1° *Opius (Austroopius) insignipennis* Granger.

Cet hyménoptère de la famille des Braconidae est le seul parasite de mouches des fruits connu à Madagascar.

Il pond ses œufs dans les larves de *Pardalaspis cyanescens* Bez. uniquement.

Bien que cette mouche s'attaque à 4 espèces de fruits, on n'a rencontré et obtenu ces parasites que de pupes de *P. cyanescens* dont les larves avaient évolué à l'intérieur de fruits de *Solanum erythraanthum*. Environ 30 % des larves de *P. cyanescens* étaient parasitées par *Opius insignipennis* dans ces fruits en novembre 1961 à Tananarive.

##### 2° Salticidae.

Des araignées de la famille des Salticidae, groupe des Unidentati sont fréquemment rencontrées sur les Agrumes, les pêchers, les *Strychnos spinosa* et les caféiers au moment où leurs fruits sont attaqués par les Trypetidae.

Ces araignées ont été trouvées à Tananarive, Iac Alaotra, Tamatave, Brickaville et Ambila-Est.

Le mimétisme entre ces araignées et les mouches des fruits, en particulier *Ceratitis malagassa*, est frappant.

Le céphalothorax de ces Salticidae et le thorax des *Ceratitis* ont les mêmes couleurs, la même brillance, et les dessins sont composés chez les uns comme chez les autres de taches noires séparées par de fines lignes d'un jaune doré. L'abdomen de ces araignées et celui

des mouches des fruits sont identiques en forme, desins et couleurs. Enfin, la taille des araignées et celle des mouches de fruits sont comparables.

Ces araignées progressent par petits sauts et bondissent sur leurs proies avec une grande précision.

La capture des mouches des fruits par ces araignées est facilitée du fait que les mouches se méprennent et ont vis-à-vis de leur prédateur le même comportement qu'envers une mouche de leur espèce ou d'une espèce voisine.

En effet, lorsqu'une mouche des fruits vient se poser à moins d'une dizaine de centimètres de ces araignées, les premières séquences du comportement sexuel se déclenchent chez la mouche et l'araignée n'a plus qu'à bondir sur sa proie.

L'étude du comportement sexuel de *Ceratitis capitata* Wied a été faite par M. FERON (1962). Cet auteur a pu prouver que la brillance des parties noires du thorax intervenait principalement dans le déclenchement de la seconde séquence du comportement sexuel, c'est-à-dire celle commençant au moment où deux mouches se trouvent à moins de 10 cm l'une de l'autre. Or la ressemblance entre le céphalothorax de l'araignée et le thorax de la Ceratite est frappante.

Bien que n'étant pas rares, ces araignées sont difficilement aperçues car elles se tiennent dissimulées au milieu du feuillage ou à l'intérieur de leurs nids soyeux disposés sur de jeunes feuilles. Elles sont faciles à garder en élevage où il suffit de les placer dans une cage contenant des mouches des fruits.

L'apport d'un nombre assez important de ces araignées sur des orangers à fruits proches de la maturité pourrait être tenté afin de voir si leur présence permettrait de limiter de façon appréciable les dégâts dus aux *Ceratites*.

##### 3° Acariens.

Les *Pardalaspis cosyra* obtenus à partir de fruits de kumquat provenant de Tuléar, étaient infestés par des acariens recouvrant leurs ailes, leurs pattes et leurs yeux.

Chaque mouche était envahie par plusieurs centaines d'acariens et mourrait après 2 ou 3 jours.

Dans de petites cages, des adultes de *Ceratitis malagassa* ont été mélangés à ceux de *Pardalaspis cosyra*, mais les acariens ne se sont pas portés sur les *Ceratitis* même après la mort des *Pardalaspis*.

## LA MOUCHE DES FRUITS MALGACHE, *CERATITIS MALAGASSA* MUNRO

### I. HISTORIQUE

*Ceratitis malagassa* Munro a été signalée pour la première fois en 1914 par le D<sup>r</sup> LEGENDRE. A ce moment, elle était d'ailleurs confondue avec *Ceratitidis capitata* Wied.

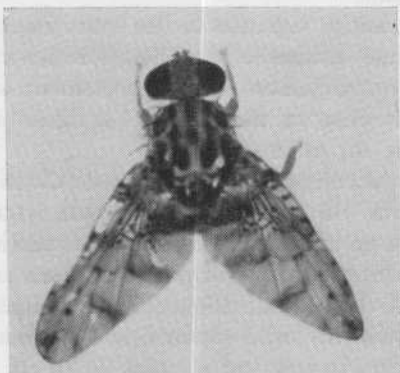


PHOTO 2. — *Ceratitidis malagassa* Munro.

Le D<sup>r</sup> LEGENDRE estimait que 80 % des pêches arrivant à maturité en janvier étaient détruites par cette mouche.

De 1928 à 1930, C. FRAPPA ne parvient pas à la retrouver malgré de fréquentes tournées et de nombreux élevages de fruits véreux, dont il n'obtient que *Drosophila repleta* Woll.

En 1937, dans un rapport sur les insectes des arbres fruitiers à Madagascar, il ne parle toujours pas de *Ceratitidis* sp. Néanmoins, il semble qu'elle a été retrouvée peu après puisque son identification exacte (*C. malagassa* Munro) et sa description datent de 1939. La provenance de ces mouches n'est pas connue. Ce n'est qu'à partir de 1948 que l'on trouve des échantillons de *Ceratitidis malagassa* dans les collections scientifiques de Madagascar. En 1948 et 1949, elle fut obtenue de goyaves dans la région de Tananarive ; en 1951 on la trouve à Soalara et Ambila ; en 1953 à Moramanga.

De 1954 à 1957, elle a commis de gros dégâts dans les vergers d'agrumes et de pêchers de la région de Tananarive notamment. Les renseignements manquent sur les années 1958-1959-1960, mais à partir de fin 1961 jusqu'en mai 1963, les dégâts furent très importants tant sur les pêchers et pruniers que sur les agrumes, principalement dans la région des Hauts-Plateaux.

A partir de décembre 1963 et jusque fin octobre 1964, la mouche des fruits devint rare, et ce n'est que par des récoltes abondantes de fruits tombés que l'on a pu obtenir quelques larves. Au cours de cette période le pourcentage de fruits infestés fut nul pour les pêches et les prunes et au maximum 10 % pour les orangers. Au début novembre 1964, dès l'apparition des premières pluies, 30 % des oranges encore nombreuses à Ambohitafy furent infestées par les larves de *Ceratitidis malagassa*. Vers le 20 novembre, les pêches de la variété Peento furent à leur tour attaquées. Les autres variétés de pêches et les prunes furent ensuite très sévèrement infestées en janvier et février 1965. Exceptionnellement, les pommes furent attaquées dès la mi-février et l'infestation des oranges débuta très précocement au début mars.

### II. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

*Ceratitidis malagassa* est une espèce n'existant qu'à Madagascar. Même dans les îles voisines, elle n'a jamais été rencontrée. Par contre, elle y est remplacée soit par *Ceratitidis capitata* Wied. à la Réunion, soit par *Ceratitidis catoiri* Guer. et *Ceratitidis capitata* Wied à Maurice. A l'intérieur de Madagascar *Ceratitidis malagassa* paraît répandue partout. Elle a été observée dans la région des Hauts-Plateaux depuis le lac Alaotra jusqu'à Ambositra, sur la côte est depuis Tamatave jusque Vatomaniry, sur la côte ouest elle a été rencontrée à Ambilobe, Ambanja, Tuléar et Betioky. On manque de renseignements sur les régions de Diégo-Suarez et de Fort-Dauphin.

### III. DESCRIPTION.

A. *Adulte*. — Mouche de la taille de la mouche domestique, à tête jaune assez grosse et yeux d'un vert émeraude chez l'insecte vivant.

Sur le dessus, le thorax et l'écusson sont d'un noir brillant avec de fins dessins jaune doré, le dessous est jaune. Les segments de l'abdomen sont alternativement brun orangé et gris. L'abdomen de la femelle est terminé par une tarière. Les pattes sont jaunes.

Les ailes sont bariolées de taches orangées et fumées dont 3 bandes transverses dans la région distale.

Les soies orbitales du mâle sont allongées, blanches

et terminées par une spatule blanche, étroite, plus longue que large et tronquée à l'extrémité.

B. *Œufs*. — Blancs, d'environ 1 mm de long et 0,25 mm de large. Ils sont elliptiques, mais légèrement convexes d'un côté et concaves de l'autre. Ils ne portent pas d'appendices.

C. *Larves*. — Ce sont des asticots blancs pouvant atteindre 7 à 9 mm. Elles sont pointues à la partie antérieure et tronquées à la partie postérieure. Arrivées à leur complet développement, elles peuvent se replier sur elles-mêmes, et par une détente brusque, exécuter des sauts de 10 à 20 cm.

D. *Pupes*. — D'un brun doré, elliptiques et mesurant 5 mm de long sur 2,5 mm de large.

*Remarque*. — Trop souvent, les œufs, les larves et les adultes de *Ceratitis malagassa* sont confondus avec ceux de drosophiles, qui sont de petites mouches pondant leurs œufs dans les fruits présentant un début de fermentation, à la suite d'une piqûre, d'une blessure ou d'affections cryptogamiques et autres.

Il semble donc utile de donner les caractéristiques de cette mouche.

*Adulte*. L'insecte parfait est une mouche de petite taille. La longueur du corps ne dépasse pas 4 mm. Sa coloration est gris orangé. Deux lignes longitudinales dorsales blanches, bordées de noir, allant de l'avant de la tête jusqu'à l'extrémité de l'écusson et une bande identique de chaque côté du thorax sont caractéristiques.

La tête porte des yeux rouges et les ailes sont transparentes, sans taches.

*Œufs*. Blancs et portant à une de leurs extrémités, 2 prolongements filiformes de 0,5 mm de long, c'est-à-dire presque aussi long que l'œuf lui-même.

*Larves*. Elles portent sur le dernier segment de courts prolongements en forme de doigts.

A leur complet développement, elles mesurent 5 mm de long.

#### IV. SÉQUENCE ANNUELLE DES FRUITS HÔTES DANS LA RÉGION DES HAUTS PLATEAUX

Les femelles de *Ceratitis malagassa* ont toute l'année à leur disposition, des fruits mûrs dans lesquels elles peuvent déposer leurs pontes et assurer ainsi l'avenir de la génération suivante.

De fin novembre ou début décembre (suivant les années), jusqu'à mars les larves de mouches des fruits minent les pêches et les prunes, et partiellement les pommes-roses ; d'avril à juillet, on les trouve dans les

goyaves et de mai à décembre dans les oranges et les mandarines. De plus, exceptionnellement comme en 1965, les pommes peuvent être fortement infestées en février et mars.

Il apparaît d'ailleurs, que les adultes, en se nourrissant de jus de fruits ou de miellat sécrété par les pucerons et les cochenilles, peuvent survivre pendant plus de 3 mois, tout en gardant leur capacité de ponte.

Lors des années d'infestation normale, les mouches sont abondantes à tout moment, excepté de juin à octobre, par suite des conditions climatiques défavorables.

Les facteurs favorisant cette séquence annuelle continue sont :

1° Présence de fruits hôtes toute l'année.

2° Éparpillement des cultures fruitières et des fruits spontanés.

3° Mélange d'espèces fruitières en un même lieu.

4° Échelonnement de la récolte des agrumes de mai à décembre. La prolongation de la récolte jusqu'au mois de décembre, c'est-à-dire bien au-delà de l'époque optimum de maturité, est due au fait que le marché local ne pourrait assurer l'écoulement de toutes les oranges et mandarines si elles étaient récoltées normalement de mai à septembre.

5° Transport et vente sur les marchés de fruits véreux provenant de toutes les régions de Madagascar, principalement des Hauts-Plateaux et de la côte est.

Rappelons à ce propos qu'en décembre 1961, plus de 50 % des oranges achetées sur le marché de Tananarive contenaient des larves de *Ceratitis malagassa* et que d'un seul fruit on a pu extraire 35 larves.

Pour la région de Tananarive, la séquence annuelle des fruits hôtes peut donc se résumer dans le tableau suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pommes.....		×	×									
Pêches.....	×	×	×								×	×
Prunes.....	×	×										×
Pommes roses.....		×	×	×								
Goyaves ordinaires..				×	×	×	×					
Goyaves de Chine...				×	×							
Oranges et mandarines.....			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Apports de fruits côtiers divers.....	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

L'examen de ce tableau montre que des moyens de protection pourraient être envisagés au moment

de la création de centres agrumicoles orientés vers une production destinée à l'exportation.

Ces mesures de protection sont :

1° Monoculture d'agrumes et exclusion des pêcheurs et pruniers en culture ou dans les jardins. A la rigueur, et seulement en culture surveillée, on pourrait admettre des variétés hâtives de pêcheurs dont la récolte serait terminée à la mi-novembre.

2° Récolte de la totalité des oranges et des mandarines entre mai et fin septembre.

3° Suppression des pommes-roses à l'intérieur et aux alentours des centres. Ces arbustes spontanés sont heureusement beaucoup moins répandus que les goyaviers. (Il y aurait d'ailleurs tout intérêt à limiter également cette espèce.)

4° Contrôle phytosanitaire des fruits introduits dans les centres (un contrôle analogue existe à Madagascar pour éviter la propagation de la maladie de Fidji de la canne à sucre).

Ces mesures préventives si elles ne résistent pas à la critique la plus serrée présenteraient néanmoins l'avantage de rendre les infestations pratiquement négligeables.

## V. BIOLOGIE DES ADULTES

a) *Préoviposition*. — Les mouches des fruits, nouvellement écloses, n'ont pas atteint leur maturité sexuelle. La période de préoviposition dure au minimum 4 jours et varie généralement de 6 à 14 jours.

Chez des femelles alimentées convenablement, elle varie en fonction de la température. En élevage, la période de préoviposition est de :

14 jours à 18° C (température moyenne)  
6 jours à 22° C  
4-7 jours à 25-26° C  
9 jours à 28-30° C

Les mâles atteignent leur maturité sexuelle avant les femelles et les premières manifestations de leur comportement sexuel sont généralement remarquées 4 à 5 jours après l'éclosion.

Pour acquérir leur maturité sexuelle, les mouches doivent se nourrir, notamment de substances sucrées et de protéines, qu'elles trouvent soit dans les fruits déjà piqués ou blessés par d'autres mouches ou d'autres animaux (insectes, oiseaux, chauve-souris fructivores, etc.), soit en piquant elles-mêmes un fruit au moyen de leur tarière en provoquant l'écoulement de jus. S'agit-il de piqûres nutritives, comme certains auteurs

le suggèrent ou de comportement de ponte « à vide », peu importe, les mouches peuvent se nourrir en piquant les fruits, même en l'absence de ponte.

Dans la nature, on les rencontre également au milieu des colonies de pucerons, de cochenilles ou de psylles où elles se nourrissent du miellat sécrété par ces insectes. Ce miellat contient des hydrates de carbone, des hydrolysats de protéines et des vitamines B. Il convient donc très bien à leur alimentation et permettrait aux mouches de survivre sans hôte pendant une période de plus de 3 mois.

Il est à noter que les colonies de pucerons et de cochenilles sont abondantes toute l'année et notamment en fin de saison sèche (septembre à novembre), c'est-à-dire au moment où les fruits charnus sont moins fréquents.

b) *Proportion des sexes*. — En élevage, la proportion des sexes est sensiblement égale. Sur 1 342 mouches, on a obtenu 48,8 % de mâles et 51,2 % de femelles.

c) *Comportement sexuel*. — En élevage, les premiers accouplements sont généralement remarqués après 5 jours ; ensuite on en voit régulièrement jusqu'au 71<sup>e</sup> jour. Dans un de ces élevages, 141 accouplements ont été observés pour 100 femelles. (Dans la nature, on pense que les femelles de Trypetidae ne s'accouplent qu'une seule fois.)

Le comportement sexuel de *Ceratitis malagassa* est identique à celui de *Ceratitis capitata* Wied, qui a été décrit par M. FERON (1962) et dont nous empruntons une partie de son résumé. « Le mâle émet un appel odorant. Cet appel attire la femelle qui se pose à proximité du mâle. Ce dernier oriente alors son appel vers la femelle. La femelle s'approche du mâle ..... ». Au paragraphe consacré aux prédateurs et parasites, on a pu voir comment des araignées mimétiques de *Ceratitis* sp. exploitaient les particularités de comportement sexuel.

d) *Ponte*. — En général, si les conditions climatiques sont favorables, les femelles commencent à déposer leurs œufs, très peu de temps après la fécondation. En élevage, on obtient les premiers œufs le lendemain des premiers accouplements.

Les femelles déposent leurs œufs par paquets de 1 à 6 à l'intérieur des fruits, dans une petite cavité faite par leur oviscapte. Plusieurs mouches peuvent utiliser la même cavité. L'examen de prunes attaquées donnait une moyenne de 3,5 œufs par trou de ponte (1 à 9 œufs par trou), un examen sur pêches donnait 5,02 œufs par fruit, dans les oranges, on peut trouver jusqu'à 36 asticots dans un seul fruit.

Dans nos élevages, le nombre moyen d'œufs pon-



dus par femelle varie de 83 à 246. Des œufs sont encore pondus par des femelles âgées de 103 jours et le maximum d'œufs pondus par une seule femelle en une journée fut de 12. La période de forte ponte se situe entre le 14 et le 64<sup>e</sup> jour. Ces données ont toujours été assez variables d'une cage à l'autre, aussi elles ne peuvent donner qu'une idée approximative du potentiel de reproduction de *Ceratitis malagassa*.

La ponte est sous l'influence de certaines conditions météorologiques. *Ceratitis malagassa*, insecte à phototropisme fortement positif, ne pond pas lorsque l'intensité lumineuse est faible. De même on ne remarque jamais de mouches sur les fruits par temps froid ou pluvieux. Dans les gobe-mouches, on n'obtient aucune prise lorsque la pluviosité dépasse 10 mm en 24 h.

Les signaux qui orientent le vol des mouches vers les fruits hôtes sont mal connus. Pour certains auteurs, il semble que le signal lointain soit d'ordre olfactif et le signal à courte distance d'ordre optique. Il ne nous semble pas que l'odorat et la vue soient à eux seuls suffisants pour expliquer le réperage à distance.

En élevage par contre, on peut obtenir des pontes dans toute surface sèche où les mouches peuvent percevoir au moyen de leur trompe, une saturation sous-jacente en vapeur d'eau (M. FERON, 1962). Différentes possibilités pour obtenir ce type de surface seront exposées au chapitre consacré à l'élevage des mouches de fruits.

On peut noter également que le comportement de ponte est indépendant du comportement sexuel et qu'en élevage des femelles vierges déposent des œufs dans les pondoires artificiels. Ces œufs non fécondés ne se développent pas.

e) *Longévité des adultes*. — Les mouches privées de nourriture et d'eau meurent après 4 ou 5 jours. Celles ayant à leur disposition de l'eau sucrée et de la pulpe de banane ont une vie très longue.

La longévité des femelles est supérieure à celle des mâles. Les résultats obtenus dans 2 élevages de 50 couples sur la demi-mortalité et la durée de vie maximum sont rassemblés dans le tableau suivant.

Ces données sont intéressantes car elles montrent que des femelles âgées de 3 mois peuvent être le point de départ d'une nouvelle infestation.

Les élevages de mouches placés à des températures moyennes de 25-27° C ont une durée de vie plus courte que ceux disposés à des températures de 21° C.

A Madagascar, les mouches de fruits ont donc théoriquement une durée de vie plus longue en saison froide, c'est-à-dire, au moment où il y a le moins de fruits-hôtes disponibles dans la nature.

	ÉLEVAGE N°	50 % DE MORTALITÉ APRÈS	100 % DE MORTALITÉ APRÈS
Mâles.....	1 2	34 jours 27	107 jours 92
Femelles.....	1 2	46 52	112 94

## VI. BIOLOGIE DES ŒUFS, LARVES ET PUPES

a) *Œufs*. — Les œufs sont déposés dans le fruit à 1-5 mm de profondeur. A tout moment, ils ont besoin d'une forte humidité sinon, ils se dessèchent rapidement.

En élevage, l'incubation des œufs peut être pratiquée dans l'eau pure, les jeunes larves qui y éclosent peuvent également y séjourner plus de 24 h.

La mortalité des œufs en élevage est très faible (moins de 10 %). Par contre, d'après BODENHEIMER (1951), cette mortalité peut être très importante notamment dans certaines variétés d'oranges dont le pourcentage de cellules d'huile essentielle est élevé. Dans les prunes et les pêches, la mortalité des œufs est très faible, les œufs étant déposés directement dans la pulpe.

La durée d'incubation varie en fonction de la température, elle est de 9 jours à 15° C et de 65-75 h à 24° C.

b) *Larves*. — Dès la sortie de l'œuf, les larves s'enfoncent dans la pulpe du fruit dont elle se nourrit. Le milieu nutritif des larves peut être presque liquide, au moins les 4-5 premiers jours de leur vie larvaire.

La durée de la période larvaire varie en fonction de la température et de la qualité de la nourriture.

Vers 25-27° C, cette durée est donnée dans le tableau suivant pour différents milieux nutritifs.

Dans la nature, comme les variations de température à l'intérieur d'un fruit doivent être assez faibles, la qualité de la nourriture doit être le facteur déterminant la durée de vie larvaire. Lorsqu'elles ont atteint leur complet développement, les larves enfoncées dans la pulpe reviennent à la surface du fruit, se recourbent en arc de cercle, et par une détente brusque, se laissent tomber à terre et s'enfoncent dans le sol pour se nymphoser.

D'après BODENHEIMER (1951), la mortalité des larves peut être importante dans certains fruits et

MILIEUX NUTRITIFS	DURÉE DE LA PÉRIODE LARVAIRE À 25-27° C
Poudre de carotte + levure de bière.	9-10 jours
Agar + banane.....	9 jours
Agar + levure + sucre.....	10 jours
Bananes (voir note ci-dessous).....	10 à 16 jours
Carottes râpées.....	11 à 16 jours
Pêches.....	12 à 15 jours
Oranges.....	13 à 16 jours
Prunes.....	13 à 19 jours
Agar + sucre.....	Croissance très lente

faibles dans d'autres. De même, pour une même espèce de fruit, la mortalité des larves varie suivant l'état de maturation. C'est ainsi que dans les pommes  $pH = 3,3$  nous avons pu constater 100 % de mortalité chez les larves à peine écloses (le  $pH$  du milieu nutritif des larves de *Ceratitidis Malagassa* ne pouvant être inférieur à 4,4).

La mortalité des larves âgées a été constatée fréquemment surtout dans les fruits de *Strychnos spinosa* qui à certaines époques de l'année contiennent presque tous des cadavres de larves arrivées à leur complet développement.

*Note* : Dans la nature, *Ceratitidis malagassa* ne s'attaque pas aux bananes. En élevage, les femelles ne pondent que dans des bananes dont l'épicarpe a été percé de nombreux trous à l'aide d'une aiguille assez grosse.

*Pupes*. — La larve s'enfonce dans le sol jusqu'à ce qu'elle trouve des conditions d'humidité favorables à la pupaison.

La profondeur de pupaison dépasse rarement 10 cm et se situe généralement à moins de 4 cm de la surface.

La facilité de pénétration des larves dans le sol dépend de la nature et de la texture du sol.

Plus la texture est fine, plus la pénétration des larves est difficile. Un sol motteux ou granuleux convient donc très bien à la pénétration des larves.

Si le sol est poussiéreux ou trop tassé, les larves s'empupent en surface, où elles se dessèchent, à moins qu'elles ne soient placées à l'abri du soleil (ombrage) dans une ambiance contenant une assez forte humidité relative.

Dans le sable, la pénétration est plus ou moins aisée, suivant la rugosité des arêtes des cristaux, elle est beaucoup plus rapide dans un sable calcaireux que dans un sable siliceux.

L'immersion des larves avant leur pénétration dans le sol les tue si celle-ci dépasse 12 h.

Une immersion de 2 h 30 ne les gêne d'aucune façon.

Une immersion de 4 h 30 retarde l'éclosion des adultes de 24 h mais ne provoque aucune mortalité, pour autant que les larves soient placées par après sur un sol peu humide.

L'humidité du sol au moment de la pupaison détermine pour une certaine part la mortalité des pupes.

Si l'humidité est trop faible, il y a formation de la pupa suivie d'un dessèchement complet ; les pupes sont vides.

Si l'humidité est excessive, il y a formation de la pupa et même de l'adulte jusqu'à un stade avancé, mais aucune éclosion ne se produit.

Si l'humidité est vraiment trop forte, il y a malformation des pupes ou mort des larves.

Le pourcentage de mortalité des pupes en fonction du pourcentage d'eau dans le sol au moment de la pupaison est le suivant :

% D'EAU DANS LE SOL	% MORTALITÉ
0	99
0,2	49
0,4	35
0,6	10
0,8	11
1,0	7
2,0	6
4,0	43
8,0	50
16,0	94

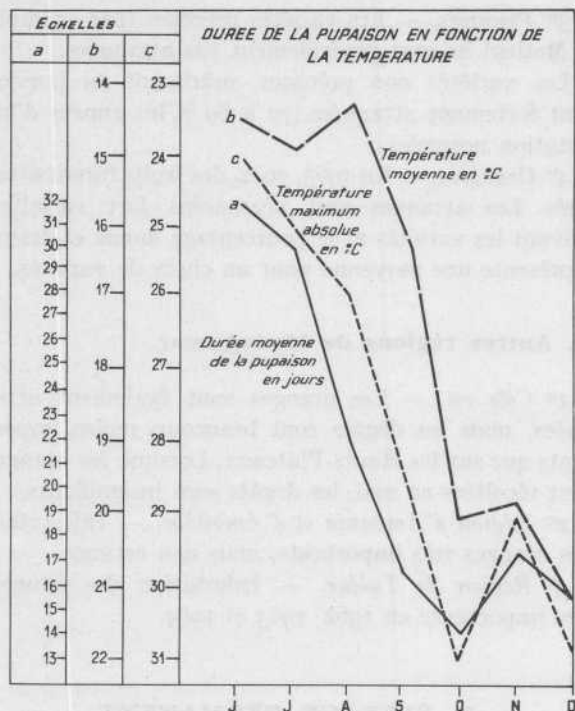
La durée de la pupaison varie en fonction de la température. Au laboratoire à la température de 25-27° C, elle est de 9-10 jours.

Dans la nature, cette durée a été observée entre les mois de juin et décembre 1963 en essayant de se rapprocher le plus possible des conditions naturelles.

Dans la figure présentée ci-après, on voit que cette durée varie entre 13 et 36 jours, qu'elle est liée aux variations de la température moyenne mensuelle et qu'elle semble être en étroite relation avec les températures maxima absolue, pour les mêmes périodes considérées.

Au cours de cet essai, on a pu observer que l'humidité et principalement les précipitations ont eu une influence sur le taux de mortalité. Ce taux s'élève fortement à partir d'octobre au moment de la reprise des précipitations ; en novembre et décembre, la mortalité des pupes est très élevée.

Les adultes éclosent dans le sol et remontent immédiatement à la surface où avant de pouvoir s'envoler, ils doivent achever de déployer leurs ailes et les sécher.



Bien que certains auteurs ont démontré que les adultes de *Ceratitis capitata* Wied pouvaient franchir une épaisseur de sol de 45 cm, la distance maximum parcourue par un jeune adulte de *Ceratitis malagassa* n'a pas dépassé 16 cm. Il est vrai que la structure et la texture du sol doivent avoir une grande importance dans ce phénomène.

**VII. NOMBRE DE GÉNÉRATIONS ET SEUIL DE DÉVELOPPEMENT**

D'après les données précédentes, le nombre annuel de générations dans la région des Hauts-Plateaux serait de 8 à 9.

En effet, suivant les époques de l'année, la durée des différents stades varie de :

Oeufs.....	3 — 4 jours
Larves .....	13 — 19 — —
Pupaion .....	13 — 36 — —
Préoviposition....	4 — 14 — —
	33 — 73 jours.

D'après la théorie de BLUNCK-BODENHEIMER, le seuil de développement de *Ceratilis malagassa* serait voisin de 8° C.

**VIII. NATURE DES DÉGATS**

Dès leur éclosion, les larves s'enfoncent dans la profondeur du fruit qu'elles minent parfois entièrement.

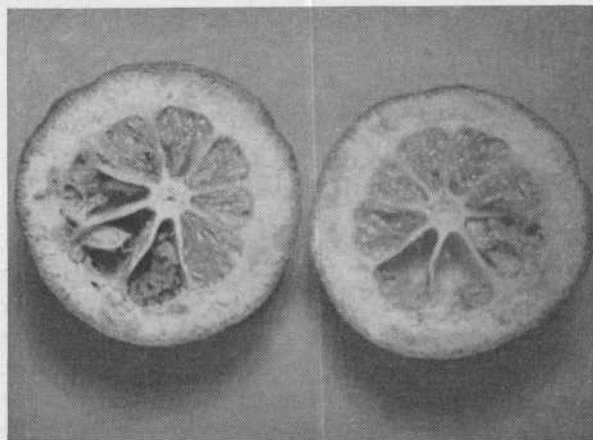


PHOTO 3. — Orange attaquée par les larves de *Ceratilis malagassa* M.

Au début, l'attaque est assez difficile à observer, mais en un point quelconque de leur surface, l'on sent au toucher le ramollissement de la peau et la décomposition du mésocarpe sous-jacent.

Sur les prunes, de petits affaissements de la cuticule correspondant aux endroits de ponte sont visibles à la loupe, sur les pêches se forment de petits cratères mais qui ne sont généralement pas visibles, sur oranges vertes, les trous de ponte se présentent sous forme d'un point décoloré.

Dès que la pulpe est atteinte, soit au moment du dépôt des oeufs, soit par après par les jeunes larves, un début de fermentation se manifeste, attirant une faune secondaire (*Drosophilidae*, *Nitidulidae*, etc.), qui déposent à l'endroit du trou de ponte, en plus de leurs oeufs, des spores de champignons qui provoquent la pourriture du fruit.

L'exploitation du fruit par les larves s'effectue quartier par quartier dans les oranges ; dans les pêches, les larves pénètrent directement jusqu'au noyau et exploitent le fruit du centre vers l'extérieur. Enfin, dans les prunes, le début de l'attaque du fruit a lieu dans la zone où les oeufs ont été pondus.

Aussi autour du trou de ponte apparaît bientôt une tache de décoloration qui va en s'agrandissant, devient une zone de meurtrissure qui brunit; pour finir, le fruit pourrit. Certains fruits tombent prématurément, tandis que d'autres manifestent leurs

dégâts après la cueillette seulement. Dans les pêches et les prunes, ce processus se déclenche à partir de la ponte ; sur les oranges au contraire il débute généralement avec les jeunes larves, car les œufs sont le plus souvent pondus dans la cuticule. Si les œufs pondus dans la cuticule n'éclosent pas, il ne se manifeste aucun dégât.

## IX. IMPORTANCE DES DÉGÂTS

### A. Région des Hauts-Plateaux.

1<sup>o</sup> *Remarque.* — Comme nous l'avons déjà vu, d'une année à l'autre, l'importance des dégâts peut être fort variable. Il existe des années où l'on ne trouve pratiquement pas de mouches des fruits et d'autres où les dégâts sont très importants. Par contre, on n'entend pas parler d'années où l'importance des dégâts est moyenne. Dans le même verger d'agrumes en 1963, 70 % de dégâts alors qu'en 1964 il n'y eut que 0,033 % de dégâts (examen de 5 938 fruits tombés). Les causes de ces fluctuations restent inexplicables. Les variations climatiques à elles seules ne sont pas suffisantes pour justifier un tel phénomène.

D'autre part, le manque de renseignements précis sur l'importance des attaques avant 1960 ne permet pas d'effectuer des comparaisons intéressantes de facteurs qui pourraient intervenir dans ces fluctuations.

2<sup>o</sup> *Pêchers.* — Les variétés précoces, récoltées en novembre sont rarement attaquées par les mouches des fruits. En général, les premières mouches ne sont observées sur les pêchers qu'à partir des premiers jours de décembre, mais exceptionnellement comme en 1964, il peut se faire qu'elles y arrivent vers le 20 novembre et bien que commettant assez peu de dégâts aux pêches, elles sont néanmoins très néfastes car elles sont le point de départ des pullulations dans les pêchers et les pruniers.

A la fin du mois de novembre 1964, *Ceratitis malagassa* attaqua la variété Peento en fin de récolte, tandis qu'au même moment, la variété Valdo resta intacte.

Les variétés d'Europe, mûrissant tardivement sont fortement attaquées (entre 80-95 % les années d'infestation normale).

Les pêches de la variété dite Malgache, mûres en février-mars sont attaquées à 80 % environ. Ces pêchers tardifs, matériel usé, donnant des fruits de faible valeur, devraient être renouvelés. Malheureusement beaucoup de ces pêchers, sont actuellement disséminés dans la nature, et poussent à l'état sauvage, perdus au milieu de la végétation naturelle.

3<sup>o</sup> *Pruniers.* — Les variétés précoces (par exemple la Metley) ne sont généralement pas attaquées.

Les variétés non précoces, mûrissant en janvier sont fortement attaquées (70 à 80 % les années d'infestation normale).

4<sup>o</sup> *Orangers.* — En 1963, 70 % des fruits furent attaqués. Les attaques sont néanmoins fort variables suivant les variétés et le pourcentage donné ci-dessus représente une moyenne pour un choix de variétés.

### B. Autres régions de Madagascar.

1<sup>o</sup> *Côte est.* — Les oranges sont également attaquées, mais les dégâts sont beaucoup moins importants que sur les Hauts-Plateaux. Lorsque les oranges sont récoltées en mai, les dégâts sont insignifiants.

2<sup>o</sup> *Région d'Ambanja et d'Ambilobe.* — Infestation des oranges très importante, mais non estimée.

3<sup>o</sup> *Région de Tuléar.* — Infestation des oranges peu importante en 1962, 1963 et 1964.

## X. ÉLEVAGE PERMANENT DE CERATITIS MALAGASSA.

Les élevages permanents effectués au laboratoire avaient un double but : a) Préciser certains aspects de la biologie de la mouche des fruits.

b) Permettre les essais de multiplication de parasites importés.

Ces élevages ont été pratiqués sur fruits naturels et sur milieux artificiels.

### 1<sup>o</sup> *Élevages sur fruits naturels.*

Ces élevages ont réussi sur pêches, prunes, pommes-roses et bananes. (Pour permettre la ponte dans les bananes, de nombreux trous avaient été effectués dans leur épicarpe.) La technique de ce type d'élevage est la suivante : les mouches sont placées dans une cage bien éclairée, elles sont nourries de rondelles de banane et d'eau sucrée, on leur offre des fruits mûrs dans lesquels les femelles pondent leurs œufs. Les fruits sont laissés 24 h dans la cage, puis placés à 25-28° C sur un lit de sable.

Les larves arrivées à leur complet développement quittent le fruit et s'enfoncent dans le sable pour se pupéfier.

A Madagascar, où le problème de l'approvisionnement en fruits ne se pose à aucun moment de l'année, les deux inconvénients majeurs de cette méthode sont : l'encombrement de l'élevage pour un rende-

ment assez faible et la pourriture des fruits avant le complet développement des larves.

### 2° Élevages sur milieux artificiels.

A titre expérimental, des élevages de larves ont été pratiqués avec succès sur :

a) agar + sucre + levure de bière en poudre dans les proportions de (60 + 20 + 20).

b) carottes râpées crues + levure de bière en poudre + acide benzoïque dans les proportions de (300 + 4 + 1) ou (300 + 1 + 1).

c) carottes râpées crues + levure de bière en poudre + acide benzoïque + acide chlorhydrique 2 N dans les proportions de (300 + 6 + 2,4 + 2).

La réussite de ces élevages était d'environ 50 %, mais ces milieux présentaient l'inconvénient d'une manipulation lente et étaient favorables à l'apparition de fermentations.

Pour finir, seule, a été retenue la méthode d'élevage de *Ceratitis capitata* décrite par M. FERON, P. DELANOE et F. SORIA en 1958, et que nous résumons ci-dessous, avec les quelques modifications qui y ont été apportées.

a) *Adultes*. — Placés par lots de 1 000 dans des cages éclairées à 25-28° C et 70 à 80 % d'humidité relative. Leur alimentation est constituée de rondelles de bananes suspendues et changées tous les jours. Dans la cage, on ajoute une boîte de Petri contenant un tampon de coton hydrophile imbibé d'eau légèrement sucrée.

b) *Obtention des œufs*. — Ils sont obtenus dans des boîtes en plastique mou percées de nombreux trous. Les boîtes utilisées étaient jaunes ou blanches. Ces récipients sont enduits intérieurement d'une fine couche de la mixture suivante :

Farine de carotte.....	40 g
Levure de bière en poudre..	8 g
Sol. acide benzoïque à 2 ‰.	110 cm <sup>3</sup>

Sous le couvercle on place une éponge imbibée d'eau pour maintenir une forte humidité à l'intérieur du pondoir.

Ces pondoirs restent 24 h dans les cages, après quoi les œufs sont récoltés et placés sur le milieu nutritif des larves. Plus de 400 000 œufs ont été obtenus de cette façon en 1963. Comme l'a prouvé M. FERON (1958) pour *Ceratitis capitata*, le stimulus essentiel induisant la ponte à travers une surface perforée est une saturation en vapeur d'eau à l'intérieur de cette surface. Nos observations ont montré qu'à côté de ce stimulus, les mouches des fruits préféraient déposer

leurs œufs dans les pondoirs où la mixture saturée en vapeur d'eau contenait de la levure de bière.

Pour 2 pondoirs déposés dans la même cage, le nombre d'œufs déposés fut :

1° Mixture de poudre de carotte : 290 œufs déposés.

2° Mixture de poudre de carotte + levure de bière : 490 œufs déposés.

c) *Incubation des œufs et vie larvaire*. Au sortir des pondoirs, les œufs sont placés par groupe de 1 000 dans des bacs en matière plastique contenant le milieu nutritif suivant :

Poudre de carotte.....	80 g
Levure de bière en poudre....	16 g
Acide benzoïque à 2 ‰.....	240 cm <sup>3</sup>

Les œufs, une fois déposés sur ce milieu, sont vaporisés avec de l'eau (ce qui augmente de 40 % le taux d'éclosion), puis les bacs sont fermés à l'aide d'un couvercle plein pendant 3 jours, jusqu'au moment de l'éclosion des larves. Ensuite on remplace le couvercle plein par un couvercle percé d'un trou muni d'une toile fine pour empêcher la sortie des larves.

Les bacs d'élevage des larves sont placés dans une étuve à 25-26° C et 80 % d'humidité relative.

Le substrat permet aux larves néonates de s'alimenter dès l'éclosion mais il est rapidement épuisé.

Dès le 4<sup>e</sup> jour de vie larvaire, on complète leur alimentation par un apport de 14 cc du liquide nutritif suivant :

Sucre en poudre.....	150 g
Levure de bière.....	70 g
Sol. acide benzoïque à 2 ‰..	500 cm <sup>3</sup>

A ce milieu, on ajoute, une cuillerée à soupe de son de coque d'arachide afin d'obtenir un milieu pas trop liquide. Le 6<sup>e</sup> jour, on rajoute encore 3 à 4 cuillerées de ce son et on dispose les bacs dans les boîtes de pupaison.

d) *Pupaison*. Les larves arrivées à leur complet développement quittent le milieu nutritif et effectuent des sauts de 5-10 cm. Aussi, on place les bacs dans une caisse de pupaison dans laquelle les larves ayant sauté hors de leur bac d'élevage sont guidées par des plans inclinés vers un tiroir contenant du sable où elles peuvent se pupéfier. Une fois par jour, on recueille les pupes dans les tiroirs et on les dispose dans des boîtes entre 2 couches de sable légèrement humidifié (environ 2 % d'eau).

A partir du 9<sup>e</sup> jour ces boîtes sont placées dans des cages pour adultes. Le rendement global de cette méthode d'élevage se situe entre 70 et 75 %.

## XI. MÉTHODES DE LUTTE.

### 1° Mesures préventives.

Ces mesures ne sont à envisager qu'au moment de la création de nouveaux centres de production fruitière. Comme nous l'avons déjà signalé, elles consistent :

a) A favoriser une seule espèce fruitière en excluant toutes les autres espèces susceptibles d'être attaquées, principalement celles dont l'époque de maturation se situe dans les 4 à 5 mois précédant celle de l'espèce favorisée.

A Madagascar, où l'on envisage la création sur les Hauts-Plateaux de vergers d'agrumes pour la production de fruits d'exportation, cette mesure consisterait à n'y tolérer aucune espèce fruitière susceptible d'être attaquée par les mouches des fruits et dont la maturation se situerait entre mi-novembre et fin avril. Les fruits ainsi visés seraient : les pêches, les pommes et prunes sauf les variétés très précoces,

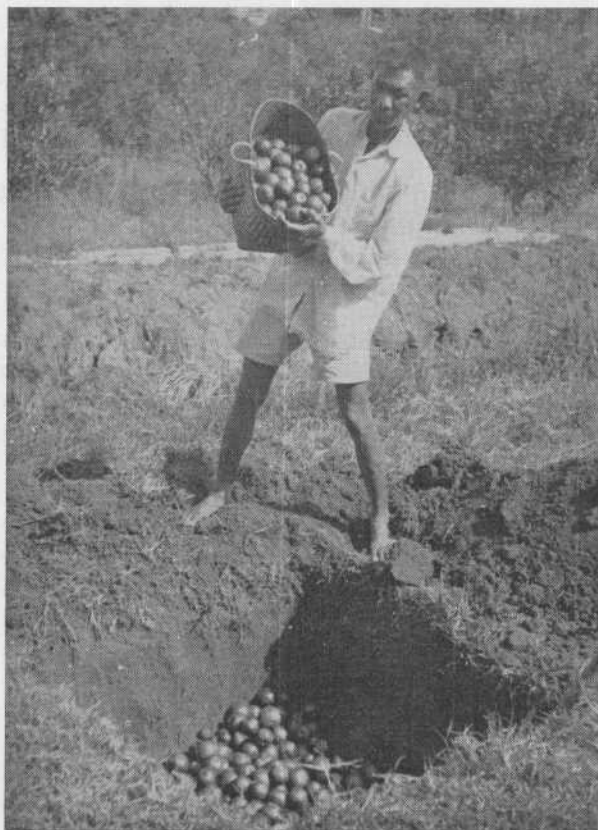


PHOTO 4. — Ramassage et enfouissement des fruits véreux.

les pommes-roses et les goyaves (ces derniers dans la mesure du possible).

Par contre sur la Côte Est, du fait de la grande diversité des fruits cultivés ou subspontanés, cette mesure serait d'application très difficile.

b) Contrôle de l'importation des fruits à l'intérieur des centres et dans une zone de plusieurs kilomètres aux alentours pour éviter la création de nouveaux foyers.

### 2. Destruction des fruits véreux.

Le ramassage et la destruction par enfouissement des fruits véreux sont des pratiques simples, à la portée de tous, et susceptibles de produire une forte diminution des dégâts. Cependant, elle n'a de valeur pratique que si elle est généralisée dans une région, sinon les fruits véreux des propriétaires négligents servent de foyers de réinfestation tout au cours de la saison de récolte. Aussi, seule une discipline générale est susceptible de produire une amélioration véritable.

Cette mesure, qui a fait ses preuves en Australie et en Argentine, consiste à cueillir sur les arbres et surtout à ramasser sur le sol, journallement, tous les fruits véreux et à les détruire immédiatement en les enterrant à une profondeur minimum de 0,50 m. Elle est basée sur le fait que les larves n'ont généralement pas achevé leur développement au moment où le fruit tombe sur le sol ou du moins présente des symptômes d'infestation (zone de meurtrissure jaunâtre, puis brunâtre, ou zone de ramollissement sensible au toucher). D'autre part, les pupes qui se formeront profondément dans le sol donneront des adultes qui ne parviendront pas à rejoindre la surface.

Enfin, il est utile de signaler que les premières générations de mouches sont les plus utiles à combattre parce qu'elles sont encore peu importantes. Aussi le ramassage des fruits doit-il commencer 3 à 4 semaines avant l'époque de maturation.

En 1964, près de Tananarive, cette mesure a été appliquée intégralement par nous dans un verger isolé comprenant 160 orangers et mandariniers. Deux fois par semaine, tous les fruits tombés étaient ramassés et emmenés au laboratoire où ils étaient soigneusement examinés avant d'être détruits. Nous avons trouvé des larves dans 2 fruits seulement entre les 23 et 27 avril, ce qui correspond à la ponte d'une première génération très peu importante. Durant tout le reste de la campagne, plus aucune attaque n'a été constatée.

Dans les vergers d'Ambohijafy (100 ha en tout) cette mesure n'est pas appliquée. Bien qu'en 1964

les attaques furent peu importantes, on a pu trouver entre 1 et 10 % de fruits véreux à chacune de nos visites hebdomadaires. Ceux-ci ont permis de maintenir durant toute la campagne une population de mouches. A la fin octobre, lorsque les conditions climatiques furent à nouveau favorables, cette population a soudainement augmenté et 30 % des fruits encore non récoltés furent infestés.

### 3. Piégeage.

Si l'emploi de produits attractifs n'est plus considéré actuellement comme moyen de lutte contre les mouches des fruits, ces substances sont néanmoins intéressantes comme système d'avertissement.

Une substance attractive efficace permet de déterminer le début de l'infestation d'un verger, les fluctuations des populations au cours du temps, et permet de mesurer l'efficacité des traitements insecticides.

Plusieurs substances attractives ont été testées à Madagascar contre *Ceratitits malagassa*.

1) le phosphate d'ammonium bibasique et tribasique à 5 % et l'essence de girofle n'ont donné aucun résultat ;

2) le Cératène à 0,7 %, substance à base d'hydrolysats de protéines a montré un certain pouvoir attractif, pouvoir toutefois insuffisant en intensité et dans l'espace. Seules les femelles sont attirées par ce produit ;

3) le Cerafor, produit de synthèse, a un pouvoir attractif puissant vis-à-vis de *Ceratitits malagassa* et

*Pterandrus* nov. sp. Il n'attire que les mouches mâles.

Cependant nous avons constaté que les premières prises de mouches dans les gobe-mouches munis de Cerafor ne précédaient pas les premières pontes des femelles dans les fruits. Aussi son intérêt comme système d'avertissement semble réduit.

4) l'essence de graines d'angélique attire 6 à 7 fois plus les mâles de *Ceratitits malagassa* que le Cerafor.

5) Le Trimedlure a un pouvoir attractif sensiblement égal à celui du Cerafor vis-à-vis des mâles.

6) le méthyl Eugénol n'attire pas *Ceratitits malagassa*.

7) Le Cue-Lure est un attractif très intéressant vis-à-vis des mâles de *Dacus emmerezzi*, la mouche des cucurbitacées.

### 4. Lutte chimique.

#### A. — Essais réalisés à Madagascar.

Plusieurs essais ont été réalisés depuis 1962 pour lutter contre *Ceratitits malagassa*. Malheureusement, la plupart de ces essais ont été réalisés en des endroits ou à des saisons où l'infestation des fruits fut très faible. Nous présentons ci-dessous les caractéristiques.

a) *Brickaville* en mai 1962. Verger d'agrumes de la Station d'Arboriculture fruitière (côte est).

Ce verger devait être traité tous les 15 jours à partir du début des infestations avec du Lebaycid à la dose de 0,2 % m. a.

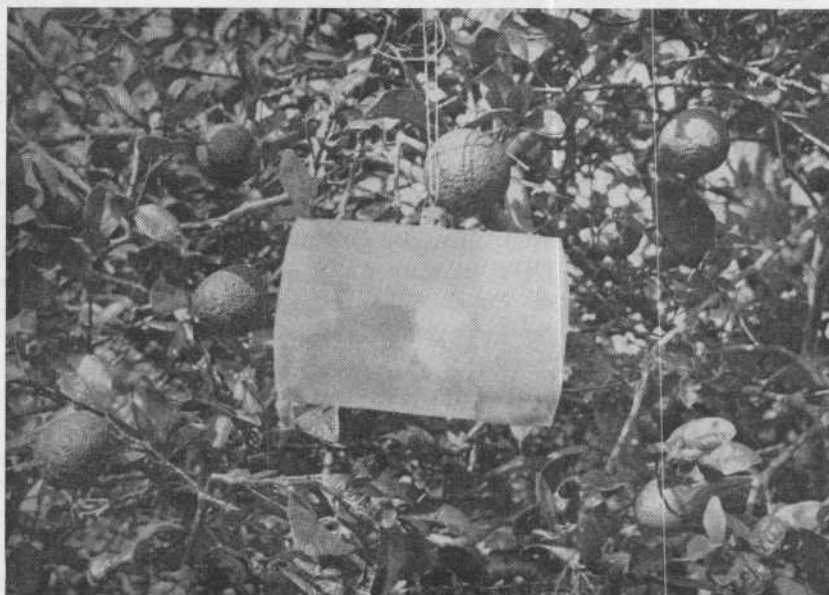


PHOTO 5. — Piégeage de *Ceratitits malagassa* M. au moyen d'un gobe-mouches.



PHOTO 6. — Essai de pulvérisation d'orangers dans la région de Tananarive.

Aucun traitement insecticide n'eut lieu parce que, durant la saison de récolte, 14 mouches seulement furent attirées dans les 6 gobe-mouches (munis de Cerafor) disposés dans le verger et que, entre le 1<sup>er</sup> et le 31 mai, sur les 946 fruits tombés sous 30 arbres préalablement choisis, aucun ne contenait des œufs ou des larves de *Ceratitidis malagassa*.

Le nombre important de fruits tombant quotidiennement sur le sol, déjà 2 à 3 mois avant la récolte, montre que les agrumes de ce verger souffrent d'affections physiologiques ou pathologiques, d'ailleurs signalées par J. C. PRALORAN (1963).

b) *Tananarive*, mai-juin 1963. Verger d'agrumes.

Un test d'efficacité insecticide du Lebaycid sur oranges montre que ce produit n'atteint pas les larves même jeunes à l'intérieur de ces fruits contrairement à ce qui se passe chez les pêches et les prunes.

c) Vergers de pêchers et pruniers dans les régions de Tananarive et Antsirabé, décembre-janvier 1964. Sept points d'essais (2 à Tananarive et 5 à Antsirabé) avaient été choisis pour tester l'efficacité du Lebaycid, du Diméthoate et du DDT additionnés d'adhésif contre *Ceratitidis malagassa*. En effet, les traitements effectués précédemment par des particuliers ou les Services Agricoles avec le Diméthoate et d'autres insecticides avaient donné des résultats peu satisfaisants. En plus de leur déclenchement tardif et de leur irrégularité, on pouvait se demander si les pluies quasi journalières durant l'époque de maturation des pêches et des prunes ne lessivaient pas très rapidement les insecticides. L'addition d'adhésif devait normalement prolonger la persistance des produits.

Malheureusement dans les régions de Tananarive et d'Antsirabé, il n'y eut aucun dégât de mouches des fruits durant l'époque de maturation des pêches et des prunes. D'ailleurs aucune mouche ne fut attrapée dans les gobe-mouches disposés dans les 7 vergers.

d) Verger d'agrumes à Tananarive, mai à octobre 1964.

Afin d'éviter les infestations en provenance de l'extérieur, le verger choisi était isolé de toute autre plantation d'agrumes. Néanmoins, les années d'infestations normales, il était fortement attaqué par les mouches des fruits : en 1962 et 1963 notamment on a pu évaluer à 50-70 % la perte de récolte due à *Ceratitidis malagassa*.

La superficie du verger traité était d'environ 30 ares ; 114 arbres comprenant diverses variétés d'orangers et de mandariniers portaient des fruits à cette époque et la production totale du verger a été évaluée à 24 000 fruits.

Ce verger devait être traité en projetant sur les arbres une bouillie contenant un insecticide (malathion) et un attractif (hydrolysate de protéines). En même temps, le ramassage intégral de tous les fruits véreux était pratiqué deux fois par semaine.

Les produits et les doses utilisés furent :

Zithiol liquide (malathion à 50 % m. a.)	500 cm <sup>3</sup>
Cératène (hydrolysate de protéines)	500 cm <sup>3</sup>
Eau	5 l

Cette bouillie placée dans un seau était projetée sur une face de chaque arbre à l'aide d'un petit balai.

Dès la première manifestation d'infestation, soit le 23 avril un premier traitement eut lieu, suivi de 2 autres à 8 jours d'intervalle. La dernière manifestation d'attaque fut observée le 27 avril. En tout, deux fruits contenaient des larves de *Ceratitidis malagassa*.

Bien qu'en 1964, dans la région de Tananarive il n'y eut tout au cours de la saison de récolte que de faibles attaques de mouches des fruits, on put néanmoins dans les vergers non traités, trouver à chaque visite 1 à 10 % de fruits véreux jusqu'au mois de septembre et 30 % au cours des mois d'octobre et novembre.

e) En 1965, cet essai fut renouvelé dans le même verger et suivant le même protocole.

L'attaque des agrumes par les mouches des fruits débuta au début mars, c'est-à-dire avec plus d'un mois d'avance par rapport aux années précédentes. Aussi, au moment du 1<sup>er</sup> traitement, le 16 mars, de



nombreux fruits étaient déjà infestés par les larves de *Ceratitis malagassa*.

Néanmoins, en pratiquant le ramassage bi-hebdomadaire des fruits tombés et en effectuant 6 traitements au moyen de l'insecticide + attractif à une semaine d'intervalle, les attaques furent réduites pendant la période de fortes infestations d'avril-mai et stoppées à la fin mai. 462 fruits ramassés sur le sol contenaient des larves de mouches des fruits, soit une perte de récolte d'environ 2 % contre 50 à 70 % si cette méthode de lutte n'avait pas été pratiquée. Rappelons que le verger où cet essai a eu lieu est tout à fait isolé et ne subit donc que peu d'infestations en provenance de l'extérieur.

Enfin il est difficile de préciser dans cette méthode de lutte l'efficacité respective des traitements chimiques et des traitements agronomiques.

#### B. — Conclusion de cette série d'essais.

##### Pêchers et pruniers.

En l'absence de résultats positifs obtenus à Madagascar du fait de l'incidence faible des infestations au moment des essais, on peut tout de même, en attendant de nouvelles expérimentations, se référer aux résultats les plus intéressants obtenus dans des pays voisins au cours de ces dernières années.

La lutte chimique au moyen d'une bouillie insecticide + attractif en projection sur les arbres n'est pas applicable sur les pêchers et les pruniers pour deux raisons : la première est qu'à Madagascar, les pêches et les prunes mûrissent en pleine saison des pluies et la bouillie serait rapidement délavée par les fortes précipitations quasi journalières, deuxièmement l'attractif utilisé provoque des taches et des brûlures sur le feuillage et les fruits.

A l'île Maurice et en Afrique du Sud des résultats très intéressants ont été obtenus récemment grâce à l'utilisation du Lebaycid (FENTHION) à la dose de 100 cm<sup>3</sup> m. a. par hectolitre d'eau. Ce produit tue les adultes par contact, et les larves par ingestion à l'intérieur des fruits (pêches ou prunes).

En Afrique du Sud, dans des parcelles d'essais où au moment du traitement les fruits étaient déjà attaqués, 66,8 % de fruits sains ont été obtenus dans les parcelles traitées, contre 5,3 % seulement dans les non traitées.

L'analyse des résidus montra qu'à l'intérieur des fruits, il ne restait plus que 3 p. p. m. d'insecticide après 15 jours. Cependant le Lebaycid ne peut être utilisé moins de 15 jours avant la récolte.

Aussi dans le cas où une dernière pulvérisation est encore nécessaire 8 jours avant la récolte, on peut effectuer un dernier traitement avec du Dimethoate à la dose de 30 cm<sup>3</sup> m. a. par hectolitre d'eau. Ce dernier produit ne peut être utilisé moins de 7 jours avant la récolte.

Pour les pêchers et les pruniers, comme la maturation des fruits est assez rapide et que les mouches ne pondent leurs œufs que dans des fruits ayant atteint un état de maturation assez avancé, 2 à 3 pulvérisations à 8-10 jours d'intervalle seront suffisantes pour protéger les fruits (toutes les variétés ne doivent donc pas être traitées en même temps, mais seulement lorsque leur maturation est suffisamment avancée). D'autre part, comme la maturation de ces fruits a lieu en pleine saison des pluies, il est indispensable d'ajouter à la solution insecticide un adhésif à la dose de 0,1 % de la solution.

La pulvérisation devra être soignée de façon que la répartition des gouttelettes soit régulière et aussi totale que possible tant sur les fruits que sur les feuilles.

La face inférieure des feuilles doit également être recouverte d'un film continu de gouttelettes car c'est là que les mouches vont se poser lorsque l'intensité lumineuse est forte ; c'est d'ailleurs cette face qui sera la moins facilement lessivée par les fortes pluies.

Les pulvérisations n'excluent pas le ramassage et la destruction des fruits véreux, ces pratiques culturales seront d'autant moins nombreuses et pénibles qu'elles auront débuté très tôt et que la première pulvérisation aura été effectuée dès l'apparition des premières mouches dans le verger.

##### Agrumes.

Dans les vergers d'agrumes, nous avons dû rechercher une méthode qui tout en étant à la portée du cultivateur malgache s'adapte aux caractéristiques locales de cette production.

Il fallait en effet limiter l'appareillage au maximum car le paysan n'a pas le moyen d'acheter des pulvérisateurs coûteux et cependant du fait de la taille élevée des arbres (4 à 8 mètres) il n'est possible d'effectuer des traitements corrects qu'avec des appareils d'une certaine puissance donc relativement chers. Enfin, du fait des cultures vivrières en mélange avec les arbres fruitiers et des fossés de drainage ou d'irrigation qui sillonnent les plantations, le matériel de pulvérisation aurait dû être portatif.

Devant ces exigences inconciliables, nous avons été séduits par la méthode qui consiste à projeter sur le feuillage des arbres un mélange constitué par

un insecticide et un attractif alimentaire. Ce procédé de lutte chimique utilisé notamment aux îles Hawaii s'effectue en projetant d'une façon rudimentaire au moyen d'un petit balai, une bouillie contenant un hydrolysats de protéines et un insecticide organophosphoré (malathion). Comme nous l'avons vu, les mouches avant de pondre doivent se nourrir et sont attirées par certaines substances sucrées ou contenant des acides aminés. Les hydrolysats de protéines ont un certain pouvoir attractif vis-à-vis des mouches des fruits. Celles-ci se posent sur le support traité, y stationnent et sont tuées par l'insecticide.

En raison du pouvoir attractif de l'hydrolysats de protéines il n'est pas nécessaire de traiter toute la surface de l'arbre et dans les essais que nous avons réalisés, un seul côté de chaque citrus bénéficiera de 1 à 2 aspersion de la bouillie.

Un seul homme muni d'un seau et d'un petit balai peut traiter un hectare en 2 h, et pour des arbres de taille moyenne (4 à 6 m), 10 l de bouillie sont suffisants pour traiter un hectare de Citrus.

Les produits et doses que nous avons utilisés étaient :

Zithiol liquide à 50 % m. a (malathion) . . . . .	500 cm <sup>3</sup>
Cératène (hydrolysats de protéines) . . . . .	500 cm <sup>3</sup>
Eau . . . . .	5 l.

Comme l'époque de maturation des oranges dans la région des Hauts-Plateaux se situe pendant la saison sèche, la bouillie n'est pas délavée par les pluies et les traitements peuvent être espacés d'une dizaine de jours. Ils doivent débiter dès la première manifestation des mouches dans le verger (généralement fin avril).

Ils seront répétés à 10 jours d'intervalle tant que des manifestations d'attaques sont observées ; ensuite ils seront interrompus, quitte à être repris par la suite au moment de nouvelles manifestations. (Rappelons qu'entre juin et fin septembre, il y a très peu d'infestations dans les vergers).

Suite à ces traitements, nous n'avons pas constaté de brûlures du feuillage.

Enfin signalons que les fruits ne peuvent être consommés que 3 jours après le dernier traitement.

#### c) Remarques.

1° Pour être efficace et rentable, ces moyens de lutte chimique exigent d'être appliqués intelligemment, c'est-à-dire :

a) Il faut déceler l'apparition des infestations, soit par examen des arbres pour rechercher les premières

mouches, soit par dissection des fruits véreux pour y rechercher les larves (et ne pas confondre adultes ou larves de *Ceratitis* avec ceux de *Drosophiles* ou de *Nitidulidae*).

b) Il ne faut traiter que les variétés dont les fruits ont atteint un certain état de maturation permettant le développement des larves de *Ceratitis*.

c) Il faut interrompre les traitements lorsque les infestations sont redevenues insignifiantes.

d) Il faut veiller au ramassage régulier et à la destruction des fruits tombés, tout au cours de la saison de récolte, même si à certains moments, les attaques paraissent insignifiantes ou nulles.

2) Les traitements insecticides et le ramassage des fruits d'un verger ne seront efficaces que si les vergers voisins subissent les mêmes traitements, car les mouches des fruits ne restent pas en place et passent d'un verger à l'autre. Tout verger négligé, au milieu de vergers traités et soignés, sert de foyer de réinfestation.

## 5. Lutte biologique.

### a) Intérêt de l'introduction des parasites.

Comme nous l'avons déjà dit précédemment, on ne connaît à Madagascar qu'un seul parasite de mouche des fruits : *Austroopius insignipennis* Granger qui pond ses œufs dans les larves de *Pardalaspis cyaneus* Bezzi.

La lutte biologique, procédé qui consiste à introduire un ennemi naturel de l'espèce nuisible, présenterait l'avantage de réduire d'une façon générale et sans discrimination, la population de mouches que ce soit dans les vergers cultivés, les jardins, ou dans les fruits plus ou moins sauvages qui actuellement servent de foyers d'infestation en dehors des périodes de maturation des fruits commercialisables.

Ces introductions peuvent présenter un grand intérêt à condition que ces nouvelles espèces :

1° s'acclimatent dans les régions où *Ceratitis malagassa* infestent les fruits ;

2° parasitent *Ceratitis malagassa*

3° ne soient pas détruites par des insectes ou autres organismes existant à Madagascar.

### b) Introductions et lâchers effectués.

1) En 1962 et 1963, le Laboratoire de la Division d'Entomologie agricole de l'IRAM a introduit et relâché quatre espèces de parasites provenant de France et des îles Hawaii. Il s'agissait de 3 Bracônidae : *Opius concolor* Sz., *O. oophilus* Silv. et *O. lon-*

*gicaudatus* Full. ainsi que d'un Chalcididae : *Dirhinus giffardii* Silv.

Le tableau ci-dessous résume le programme des introductions et des lâchers effectués.

ESPÈCES	DATE	RÉCEPTIONS	LACHERS
<i>Opius concolor</i>	30- 5-1962	600	
	19- 6-1962	1 500	
	28- 6-1962		200 (Fenoarivo)
	30- 1-1963	3 400	
	6- 2-1963	3 200	
	22- 2-1963	4 000	
	2- 3-1963		2 000 (Tananarive)
	12- 3-1963		70 (Brickaville)
	14- 3-1963		300 (Ampasimbe-côte est)
	30-10-1963	2 000	
	9-11-1963	2 500	
	19-11-1963	1 000	
	<i>Opius oophilus</i>	début juin 1962	100
28- 6-1962		100	100 (Fenoarivo)
<i>Opius longicaudatus</i>	début juin 1962	1 000	500 (Fenoarivo)
	28- 6-1962	1 100	1 100 (Fenoarivo)
	26- 7-1962	350	350
	28- 2-1963	500	
<i>Dirhinus giffardii</i>	début juin 1962	500	200 (Fenoarivo)
	28- 6-1962	700	700 (Fenoarivo)
	26- 7-1962	1 400	1 400

2) En 1965, suite à une demande officielle du Gouvernement malgache auprès du Département d'État américain, une importante introduction d'*Opius oophilus* a pu être réalisée. L'Entomology Research Division of the Hawaii Fruit Fly Investigation, chargée de cette introduction a pu nous envoyer 19 912 *Opius oophilus* adultes dont 13 119 arrivèrent vivants à Madagascar.

Le tableau ci-après résume le programme de ces introductions et des lâchers effectués.

3) Observations et remarques sur ces introductions et ces lâchers.

Dès à présent, il semble que, parmi ces insectes :

1° *Opius concolor* Szpl. ne pourra pas donner de résultats intéressants. En effet, cette espèce est adaptée au parasitisme des larves de mouches des fruits se trouvant dans des fruits de petites dimensions (olive), car la femelle n'est pourvue que d'une courte tarière.

DATE	NOMBRE D'OOPHILUS VIVANTS REÇUS	LACHERS (NOMBRE ET LIEUX)
20-1-1965	2	
27-1-1965	367	
29-1-1965		300 (Nanisana, Tananarive)
5-2-1965	1 247	1 163 (Nanisana, Tananarive)
16-2-1965	5 122	
17-2-1965		4 700 Fenoarivo
25-2-1965	2 762	
26-2-1965		2 762 Brickaville (côte est)
1-3-1965	1 059	
2-3-1965	1 635	1 059 Brickaville (côte est)
4-3-1965		1 635 Brickaville (côte est)
11-3-1965	925	
	13 119	11 619

La recherche systématique des fruits hôtes de *Ceratitidis malagassa* n'a pas permis d'en découvrir de plus petits que les goyaves et les pommes-roses. Aucun *Opius concolor* n'a été retrouvé dans la nature.

2° *Opius longicaudatus* Full. pourrait donner des résultats plus intéressants parce qu'il est mieux adapté au parasitisme des larves dans des fruits de dimensions plus importantes. En élevage, nous l'avons vu effectuer des tentatives de ponte dans des oranges véreuses.

Provenant de régions à climat chaud et humide, il se pourrait qu'il ne s'adapte que dans la zone côtière est de Madagascar. Jusqu'à présent, aucun *Opius longicaudatus* n'a été retrouvé.

3° *Opius oophilus* Silv. pourrait également donner des résultats intéressants car il s'agit d'une espèce parasite d'œufs ou de jeunes larves. Comme dans n'importe quel fruit hôte, les œufs sont pondus à 2-5 mm de profondeur, la dimension du fruit importe peu.

Il se pourrait également que son aire d'extension soit limitée pour des raisons climatiques.

Suite aux lâchers effectués en 1965 nous avons néanmoins la preuve que cette espèce a parasité, dans la nature, des œufs ou des jeunes larves de *Ceratitidis malagassa* infestant les pêches de Nanisana-Tananarive.

En effet, dans le verger où nous avons effectué le 5 février un lâcher de 1 163 *Opius oophilus*, nous avons vu le 9 février une femelle d'*Opius* en train de pondre dans une pêche infestée par des œufs ou des jeunes larves de *Ceratitidis malagassa*. De ce fruit, ramené au laboratoire nous avons obtenu 5 *Opius oophilus* femelles entre le 11 et le 17 mars.

Cela prouve que les femelles d'*Opius oophilus* acceptent les œufs ou les jeunes larves de *Ceratitis malagassa* comme milieu de ponte et que *Ceratitis malagassa* à l'état larvaire est un hôte convenable pour le développement d'*Opius oophilus*.

Seulement d'autres éléments nous sont encore inconnus, Parmi ceux-ci on peut noter :

1° Les femelles d'*Opius oophilus* qui ont pondu à Madagascar avaient peut-être été fécondées aux îles Hawaii, et il n'est pas dit que la première génération née à Madagascar y trouve les conditions nécessaires pour le rapprochement des sexes, notamment si cette première génération est peu nombreuse.

2° le climat des îles Hawaii est assez différent de celui de Madagascar principalement dans la région des hauts plateaux entre les mois de mai et octobre. Il n'est pas dit qu'*Opius oophilus* puisse s'adapter à ces conditions climatiques assez rigoureuses.

3° Une fois introduite à Madagascar, *Opius oophilus* entre dans un nouvel équilibre biologique et à priori nous ne pouvons savoir si celui-ci lui sera favorable ou défavorable.

De nombreuses collectes de fruits infestés par *Ceratitis malagassa* devront être effectuées à partir de décembre 1965 dans les différents endroits de lâchers afin de voir si l'espèce *Opius oophilus* est parvenue à s'implanter dans ces régions.

4° *Dirhinus giffardii* Silv., parasite des pupes serait très intéressant en cas d'acclimatation, à condition qu'il ne soit pas hyperparasite d'autres insectes utiles.

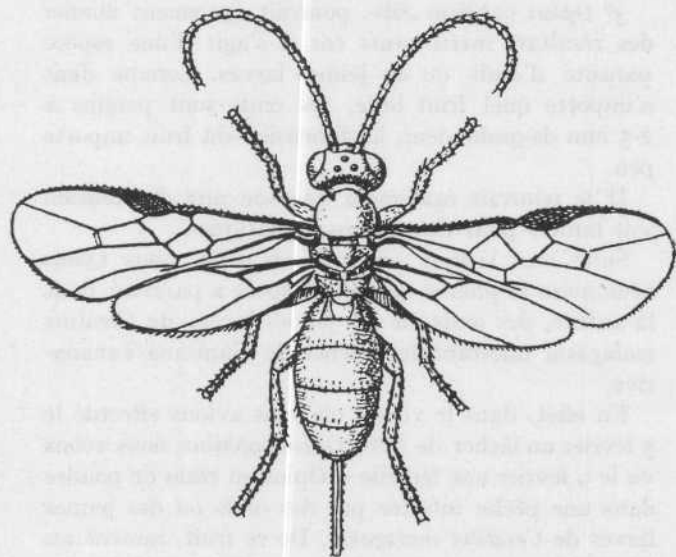


FIG. 8. — *Opius concolor* Sg (d'après Bodenheimer, Citrus Entomology, 1951).

## XII. ÉLEVAGE EXPÉRIMENTAL DE PARASITES DE MOUCHES DES FRUITS.

### a) *Opius concolor* et *opius longicaudatus*.

Des tentatives d'élevage artificiel de ces différents parasites ont été entreprises au laboratoire, et nous avons réussi ceux d'*Opius concolor* et d'*Opius longicaudatus*. La méthode utilisée est celle employée à la Station de Zoologie agricole et de Lutte biologique d'Antibes pour l'élevage d'*Opius concolor* qui a été décrite par P. DELANOUÉ (1961).

Comme le souligne cet auteur, trois points sont essentiels pour la réussite de cet élevage :

1° Réhydratation des larves parasitées avant la pupaison,

2° Éviter la formation des moisissures sur les pupes parasitées par trempage des larves parasitées dans un fongicide. (Captane à 0,6 %).

3° Maintien des pupes, dès leur formation, à une forte hygrométrie proche de la saturation.

Ces élevages n'ont pas pu être maintenus indéfiniment ; après un certain temps, les adultes complètement formés, mouraient dans la pupé avant de parvenir à sortir de cette dernière.

### b) *Opius oophilus*.

Nous avons également tenté l'élevage d'*Opius oophilus* en présentant aux adultes des œufs ou de très jeunes larves de *Ceratitis malagassa*, soit déposés dans des fruits, soit provenant de notre élevage artificiel de la mouche des fruits malgache.

Nous ne sommes parvenus à obtenir des pontes d'*Opius oophilus* que dans des œufs déposés dans des bananes. De cet élevage nous avons obtenu 36 mâles et 6 femelles. Par la suite, cette première génération n'a pas trouvé en élevage les conditions favorables à l'accouplement.

## XIII. COMPORTEMENT DES OPIUS CONCOLOR ET OPIUS LONGICAUDATUS EN ÉLEVAGE.

Les adultes nouvellement éclos s'accouplent rapidement, dès le premier jour.

La ponte commence à partir du 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> jour.

La durée de développement larvaire est à peu près semblable pour les 2 espèces. A 26-27° C et 80 % d'humidité relative la durée du cycle est :

	<i>O. longicaudatus</i>		<i>O. concolor</i>	
	♂	♀	♂	♀
Minimum.....	14	16	14	15
Maximum.....	22	24	21	19

Les femelles sont encore capables de pondre après 20 jours.

En général, la proportion des sexes n'est pas éloignée de 1 : 1. Pour *Opius longicaudatus*, dans l'ensemble nous avons obtenu 57,1 % de mâles et 42,9 % de femelles.

Cependant dans les élevages, ces pourcentages peuvent varier d'un jour à l'autre, les extrêmes obtenus ont été :

- 1) 66 mâles et 7 femelles.
- 2) 76 mâles et 128 femelles.

## AUTRES INSECTES DES ARBRES FRUITIERS

### I. PUCERONS

Les pucerons présentés dans la liste ci-dessous formaient des colonies sur arbres fruitiers. Leurs dégâts sont cependant assez limités, si ce n'est parfois à certaines époques de l'année, notamment à la fin de la saison sèche. Leur importance diminue d'ailleurs avec le retour des pluies.

HOTES	PUCERONS
Citrus	<i>Aphis gossypii</i> Glover <i>Macrosiphum solanifolii</i> Ashm. <i>Toxoptera aurantii</i> B. d. F.
Pommier	<i>Eriosoma lanigerum</i> Hausm.
Prunier	<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i> L.
Bananier	<i>Pentalonia nigronervosa</i> Coq.
Bibassier	<i>Aphis eriobothryae</i> Schout. <i>Aphis gossypii</i> Glover <i>Toxoptera aurantii</i> B. de F. <i>Macrosiphum</i> sp.

Rappelons que les 3 espèces de pucerons rencontrées sur Citrus sont des vecteurs possibles, mais assez théoriques de la Tristeza.

Deux autres espèces de pucerons, théoriquement vecteurs de la Tristeza existent à Madagascar, mais n'ont pas été découvertes sur Citrus ; il s'agit d'*Aphis craccivora* Koch et de *Myzus persicae* Sulz., cette dernière espèce transmettant dans certaines parties du monde le complexe Woody-Gallvein enation, virose à laquelle le Rough Lemon est particulièrement sensible (Praloran 1963).

Par contre, *Toxoptera citricidus*, qui est le vecteur le plus efficace du virus de la Tristeza n'a pas encore été découvert à Madagascar.

### II. COCHENILLES

Dans les plantations saines de Citrus, les cochenilles ne commettent généralement que peu de dégâts, si ce n'est pendant les périodes de sécheresse prolongée.

Par contre sur les arbres malades ou âgés, carencés ou souffrant de la sécheresse, on peut rencontrer des colonies de cochenilles très prospères.

Les espèces les plus nuisibles sont *Lepidosaphes beckii* New. et *Chrysomphalus ficus* Ashm.

Dans les plantations de pêcheurs, la cochenille *Pseudaulacaspis pentagona* Targ. peut commettre d'importants dégâts principalement avant la période de maturation des fruits.

COCHENILLES	HOTES
<i>Lepidosaphes beckii</i> Newm.	Citrus.
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> Targ.	Pêcher, prunier, pommier, goyavier.
<i>Chrysomphalus ficus</i> Ashm.	Citrus, bananier.
<i>Hemiberlesia lataniae</i> Sign.	Vigne, pommier, goyavier.
<i>Hemiberlesia rapax</i> Comst.	Goyavier.
<i>Pseudaonidiatrilobitiformis</i> Green.	Citrus, avocatier.
<i>Pseudaonidia duplex</i> Ckll.	Citrus.
<i>Selenaspidus articulatus</i> Morg.	Citrus.
<i>Icerya seychellarum</i> Westw.	Citrus, arbre à pain, pommier.
<i>Icerya</i> sp. (purchasi ? Mask).	Citrus.
<i>Aonidiella aurantii</i> Mask.	Poirier.
<i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas.	Oranger.
<i>Phenacaspis</i> sp. (dilatata ? Green)	Manguier.
<i>Aulacaspis</i> sp. (cinnamomi ? Newst.).	Manguier.
<i>Aulacaspis</i> sp. (rosae ? Bouché).	Citrus.
<i>Ceroplastes</i> sp. (sinensis ? del G.).	

Le moyen le plus efficace pour lutter contre les cochenilles consiste à favoriser l'état sanitaire des arbres fruitiers, par l'irrigation, l'apport de fumure, la suppression des adventices, la lutte contre les mala-

HOTES	PARASITES OU PRÉDATEURS
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> Targ.	<i>Arrheniphagus chionaspidis</i> Auriv. (Encyrtidae). <i>Aphytis opuntiae</i> Risb. (Aphelinidae). <i>Coccophagus pauliani</i> Risb. (Aphelinidae). <i>Prospaltella diaspidicola</i> Silv. (Aphelinidae). <i>Prospaltella berleseii</i> How (introduit en 1963). <i>Prospaphelinus madagascariensis</i> (Aphelinidae).
<i>Icerya seychellarum</i> West.	<i>Tetrastichus stictococci</i> Silv. (Eulophidae). <i>Cryptochaetum monophlebi</i> Skuse (Agromyzidae). <i>Rodolia cardinalis</i> Muls (Coccinellidae), introduit. <i>Rodolia alluaudi</i> Sicard (Coccinellidae). <i>Platynaspis capicola subsp. madagascariensis</i> (Coccinellidae).
<i>Hemiberlesia lataniae</i> Sign.	<i>Aphytis</i> sp. (type proclia Walk) (Aphelinidae). <i>Aphytis maculicornis</i> Masi (Aphelinidae). <i>Aspidiotiphagus</i> sp. (Aphelinidae). <i>Marietta exitiosa</i> Compère (Aphelinidae). <i>Diversinervus silvestrii</i> West (Encyrtidae).
<i>Lepidosaphes beckii</i> Newm.	<i>Metaphycus</i> sp. (Encyrtidae). <i>Tetrastichus</i> sp. (Eulophidae).
<i>Selenaspis articulatus</i> Morg.	<i>Adelencyrtus ficusae</i> Risb. (Encyrtidae).
<i>Chrysomphalus ficus</i> Ashm.	<i>Aspidiotiphagus citrinus</i> Craw (Aphelinidae). <i>Aspidiotiphagus lounsburyi</i> B. et P. (Aphelinidae). <i>Aphytis</i> sp. (Aphelinidae). <i>Prospaltella</i> sp. (Aphelinidae). <i>Limacis opuntiae</i> Risb. (Lymaeonidae). <i>Habrolepis rouxi</i> Comp. (Encyrtidae). <i>Adelencyrtus ficusae</i> Risb. (Encyrtidae). <i>Comperiella bifasciata</i> H. (Encyrtidae).
<i>Aonidiella aurantii</i> Mask.	<i>Aphytis</i> sp. (type proclia Walk) (Aphelinidae). <i>Aspidiotiphagus citrinus</i> Craw. (Aphelinidae). <i>Aspidiotiphagus lounsburyi</i> B. et P. (Aphelinidae).

diés et des méthodes de nettoyage et de taille convenables.

Nous présentons à la page précédente la liste des cochenilles rencontrées sur les arbres fruitiers, établie par la division d'entomologie de l'I. R. A. M.

D'autre part, la liste des parasites et prédateurs des cochenilles des arbres fruitiers a été poursuivie.

Afin de pouvoir multiplier différents parasites de cochenilles dont l'introduction à Madagascar a été effectuée ou est envisagée, M. BRENIÈRE, directeur de la Division d'Entomologie agricole de l'IRAM a mis au point les élevages d'*Hemiberlesia lataniae* et de *Pseudaulacaspis pentagona* sur pomme de terre et de *Icerya* sp. (purchasi) sur mimosas. Ces élevages sont en cours depuis plus d'un an et ont précédé les introductions de *Prospaltella berleseii*.

Des lâchers de ce parasite ont été effectués en 1964 et 1965, mais leur acclimatation n'a pas encore pu être prouvée.

### III. MASTODONTODERA NODICOLLIS KLUG

Dès la fin du mois de novembre, les variétés hâtives de pêchers ont leurs fruits attaqués par un Cerambycidae d'assez grande taille (20 à 25 mm). Il passe



PHOTO 9. —  
*Mastodontodera nodicollis* Klug.

ensuite d'une variété à l'autre suivant l'état de maturation des fruits. Ces longicornes ont la tête, le thorax, la base des élytres, le dessous du corps et une partie des fémurs noirs, tandis que la plus grande partie des élytres, l'extrémité des fémurs, les tibias, les tarses et les antennes sont couleur fauve à rouille.

Ces insectes, aux mandibules puissantes, creusent un trou dans les pêches et se nourrissent de pulpe. Les blessures qu'ils y provoquent sont ensuite fréquentées par des drosophiles qui, en plus de leurs œufs, y déposent des spores de champignons causant la pourriture du fruit.

Au stade larvaire, les *Mastodontodera* sp. vivent à l'intérieur de diverses essences forestières dont ils forent les troncs et les branches.

À l'état adulte, on les voit en nombre sur les fleurs de fenouil (*Foeniculum vulgare*), ombellifère pluri-annuelle qui fleurit à partir de la fin novembre. Cette plante pourrait éventuellement servir de plante piège.

#### IV. GONIOTORNA ERRATICA DIAK

Sur les Hauts-Plateaux, les jeunes oranges sont attaquées par les chenilles du Tortricidae : *Goniotorna erratica* Diak.

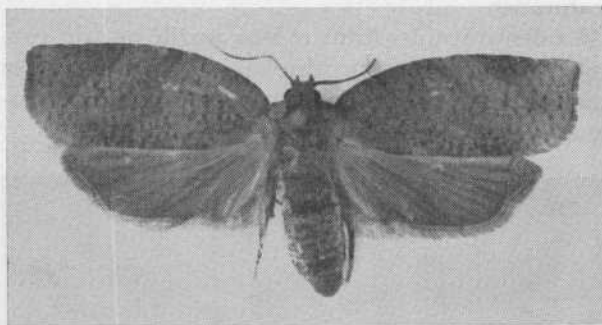


PHOTO 10. — *Goniotorna erratica* Diak.

Ces chenilles vivent protégées par un tissu soyeux collé à une feuille, tissent un réseau de soies entre le fruit et une feuille, puis commencent à miner la pelure du fruit sans toucher à la pulpe.

Par suite de cette attaque, les fruits jaunissent prématurément, se détachent de leur pédoncule mais restent accrochés à l'arbre par le réseau de soies les reliant à une feuille.

Au début de l'année 1962, 7 à 10 % des oranges de la région de Tananarive ont été détruites par ce Tortricidae.

Ces chenilles vivent également dans les inflorescences du ricin. Elles sont vertes, parfois un peu brunâtres, avec une ligne blanche dorso-latérale. Dérangées, elles se tortillent et se laissent tomber.

#### V. OTHREIS IMPERATOR BOISD.

Lors d'une tournée dans la région de Diégo-Suarez, on a pu assister à une violente attaque des oranges par des « Fruit Piercing Moths ». L'espèce attrapée était : *Othreis imperator* Boisd.

Ces papillons appartiennent à la famille des Noctuidae, sous-famille des Othreinae (Ophiderinae). Plusieurs espèces d'Othreinae sont connues à Madagascar, mais leurs dégâts n'avaient jamais été signalés ni même soupçonnés et étaient confondus avec ceux de la mouche des Fruits.

*Othreis imperator* est un papillon d'assez forte taille (7 à 9 cm d'envergure) à ailes antérieures brunâtres ou brun grisâtre, chargées de dessins variés mais sombres et à ailes postérieures orangées bordées d'une large bande brunâtre, en plus à l'intérieur de la partie orangée de l'aile il existe une grande tache plus ou moins réniforme, reliée souvent à la bande brune marginale.

La nuit, ces robustes papillons viennent se poser sur les oranges mûres et les perforent pour se nourrir en se servant de leur trompe dont l'extrémité est pourvue de saillies dentées.

On peut à ce moment les apercevoir facilement en éclairant les arbres car l'on aperçoit leurs gros yeux scintiller sous l'effet de la lumière. La piqûre du fruit correspond à une ouverture circulaire de 1/2 à 3/4 mm de diamètre, perpendiculaire à la surface du fruit et située dans la zone équatoriale.

Sous l'épicarpe, à l'endroit de la piqûre, on remarque une zone nettement asséchée.

Les chenilles de ces papillons vivent sur des lianes de la famille des Menispermacées et parfois sur des érythrinae. Nous n'avons pas eu l'occasion de les rechercher dans la région de Diégo-Suarez.

Qu'un fruit soit piqué artificiellement au moyen d'une aiguille, ou naturellement par les mouches des fruits ou les papillons du genre *Othreis*, il évolue de la même façon.

Il mûrit prématurément, montre une zone de meurtrissure jaune puis brunâtre qui va en s'agrandissant, pourrit et tombe. Ce processus n'est pas dû uniquement à l'action mécanique de ces insectes, mais bien à un phénomène d'inoculation de spores de champignons ou de bactéries, soit par les papillons ou

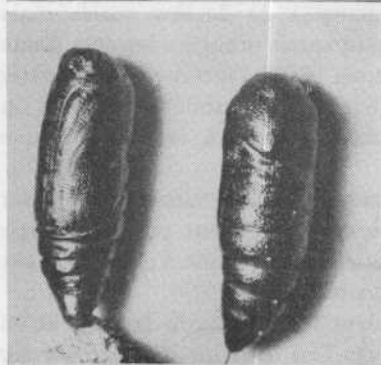
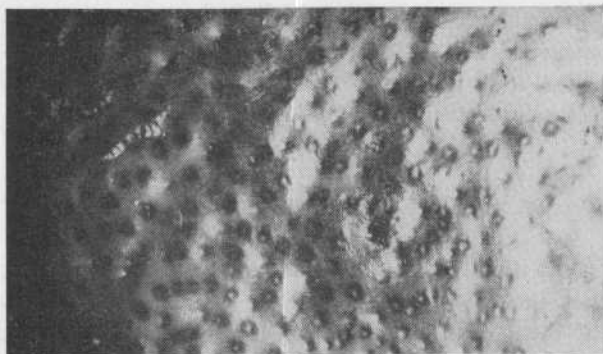


PHOTO 11. — Dégâts d'*Othreis fullonica* L. (espèce africaine n'existant pas à Madagascar).

PHOTO 12 et 13. — Chenille et chrysalides d'*Othreis fullonica*.

les Trypetidae eux-mêmes, soit par d'autres insectes attirés par l'odeur sucrée, puis fermentée, du jus qui s'échappe d'un fruit piqué. (Drosophilidae et Nitiulidae.)

Les dégâts dus à ces papillons étaient très importants dans le verger visité.

## VI. ACARIENS

Des acariens de la famille des Eriophyidae provoquent le brunissement de l'épiderme des oranges au moment de leur maturation, principalement dans la région Est de Madagascar où ce Rust-Mite est généralisé (80 % des oranges en sont atteintes).

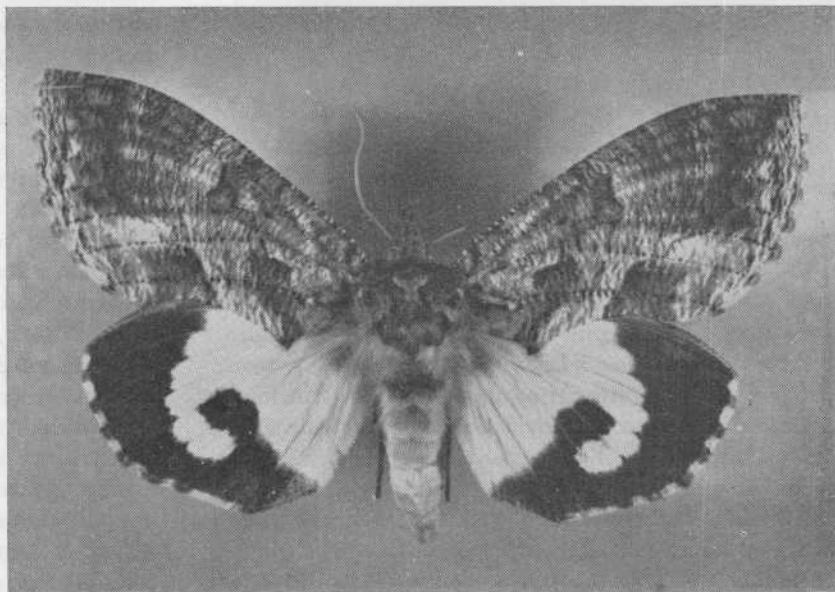
A la Station agronomique du lac Alaotra, des traitements insecticides précoces et répétés, à base d'esters dithiophosphoriques favorisent la pullulation de ces acariens, probablement par la destruction de leurs ennemis naturels.

A la loupe, on peut observer des acariens piriformes blanchâtres, d'un dixième de millimètre de longueur et vivant en colonies très nombreuses.

Ces acariens piquent les cellules épidermiques de l'épicarpe; comme leurs colonies sont très importantes, la portion externe de cette assise est détruite, les oranges prennent un aspect grisâtre lorsqu'elles ne sont pas mûres et brunâtres au moment de la maturation.

La dimension des fruits et leur qualité ne sont probablement que peu affectées, mais la rouille que ces acariens provoquent à la surface du zeste nuit beaucoup à leur présentation.

PHOTO 14. — *Othreis imperator* B.





D'autre part, il semble que ces fruits dont la portion externe du zeste devient dure et sèche, soient moins attaqués par les mouches des fruits.

M. GUTIERREZ, spécialiste de l'ORSTOM en acarologie, actuellement à Madagascar, a bien voulu se charger de l'inventaire des acariens des cultures fruitières.

Les recherches qu'il a entreprises depuis peu de temps, lui ont déjà permis de découvrir et d'identifier

un certain nombre d'espèces qui feront l'objet d'une publication d'ici quelques mois.

D'ores et déjà, il nous a signalé la présence et les dégâts d'*Hemitarsonemus latus* Banks à l'Ivoloina-Tamatave, sur Rough Lemon, où il provoque des déformations des feuilles et des bourgeons. De même, il nous a signalé la présence de *Tetranychus telarius* Koch et *Tetranychus neocaledonicus* André sur Citrus dans toute l'île.

## CONCLUSION

Avec M. PRALORAN (1963) nous estimons que la situation sanitaire des agrumes à Madagascar n'est ni plus mauvaise, ni meilleure que celle de bien d'autres pays producteurs et exportateurs.

Pour ne retenir que le problème des mouches des fruits sur les Hauts-Plateaux, nous avons vu que ces insectes grèvent lourdement la production fruitière, mais qu'une très nette amélioration de cette situation pouvait être attendue par des mesures préventives et la destruction des fruits véreux, grâce au nombre restreint de fruits hôtes de *Ceratites* dans cette région.

Par ailleurs, les traitements insecticides que nous avons recommandés, s'ils sont effectués à bon escient permettraient, tout en étant rentables, de réduire les infestations à des proportions souvent négligeables, s'ils sont combinés avec les mesures préventives et agronomiques préconisées ci-dessus.

Quant à la lutte biologique, nous avons estimé que les efforts devaient être poursuivis, mais que les chances de réussite ne pouvaient être préjugées, parce que trop d'inconnues sont encore à résoudre sur l'acclimatation de parasites, en particulier sur les Hauts-Plateaux.

D'autre part, nous avons vu que cette amélioration ne peut être réelle que si une action collective est menée, car tout effort individuel ne donnerait que de piètres résultats si les vergers voisins sont négligés.

Aussi, nous estimons que la base de l'amélioration de la production fruitière doit être recherchée dans l'organisation de cette production et dans ce sens nous pensons notamment :

- 1° que les producteurs doivent être conseillés sur les soins à donner.
- 2° qu'un service d'avertissement doit les renseigner sur l'opportunité des soins et des traitements à effectuer,
- 3° qu'une certaine pression puisse être exercée contre les planteurs négligents, responsables de l'échec des soins apportés par les producteurs consciencieux.
- 4° qu'à la méthode anarchique de vente de la production fruitière se substitue un système de commercialisation assurant un bénéfice juste au producteur : lorsque celui-ci comprendra que son effort est rentable, les chances de voir cet effort se réaliser augmenteront certainement.

Ce travail a été réalisé principalement dans la perspective du développement de l'agrumiculture en vue de l'exportation envisagée par le Gouvernement malgache.

Il est certain que les pays importateurs n'accepteront des marchés qu'à la condition que les fruits soient impeccables au point de vue présentation et indemnes de maladies et de déprédateurs qu'ils ont la chance de ne pas avoir chez eux, mais qui risqueraient de s'y installer. A ce titre, *Ceratitis malagassa*, qui n'existe qu'à Madagascar, présenterait un grand danger, si elle est introduite dans toute région à climat méditerranéen. Il est d'ailleurs probable que les expéditions de fruits vers ces pays devront être précédées de traitements radicaux soit par le froid soit au dibromoéthylène.

Il est bien entendu que si, dans l'avenir, par suite de l'intensification des cultures fruitières et de la modification de leur structure, on évolue vers une arboriculture du type industriel comparable à celles d'Afrique du Nord ou d'Afrique du Sud, il sera possible d'utiliser des méthodes de lutte plus modernes faisant appel à des appareils mécanisés traitant de grandes surfaces en peu de temps, avec des insecticides à action de contact rapide.

## APPENDICE

LISTE DES PRINCIPAUX INSECTES  
NUISIBLES AUX AGRUMES,  
PÊCHERS ET PRUNIERS

## I. CITRUS.

*Papilio demodocus* Esp. (Papilionidae).  
*Papilio epiphorbas* Boisd. (Papilionidae).  
*Anoplocnemis madagascariensis* Sign. (Coreidae).  
*Ceratitis malagassa* Munro (Trypetidae).  
*Goniotorna erratica* Diak. (Tortricidae).  
*Othreis imperator* Boisd. (Noctuidae).  
*Aphis gossypii* Glover (Aphididae).  
*Macrosiphum solanifolii* Ashm. (Aphididae).  
*Toxoptera aurantii* B. d. F. (Aphididae).  
*Lepidosaphes beckii* Newm. (Diaspidinae).  
*Chrysomphalus ficus* Ashm. (Aspidiotinae).  
*Pseudaonidia trilobitiformis* Green (Diaspidinae).  
*Pseudaonidia duplex* Gall. (Diaspidinae).  
*Selenaspidus articulatus* Morg. (Aspidiotinae).  
*Icerya seychellarum* Westw. (Ortheziidae).  
*Icerya* sp. (purchasi ? Mask.) (Ortheziidae).  
*Parlatoria ziziphi* Lucas (Parlatoriinae).  
*Ceroplastes* sp. (sinensis ? del G.) (Lecaniidae).  
*Spanioza erythraea* del G. (Psyllidae).  
 Eriophyidae (Acariens).  
*Hemitarsonemus latus* Banks (Acariens).

## II. PÊCHERS.

*Polycleis africanus* Ol. (Curculionidae).  
*Euproctis producta* Walk. (Lymantriidae).  
*Euproctis fervida* Walk. (Lymantriidae).  
*Alcides convexus* Ol. (Curculionidae).  
*Deborrea malagassa* Heyl. (Psychidae).  
*Boroceras madagascariensis* Boisd. (Lasiocampidae).  
*Boroceras marginepunctatus* Guen. (Lasiocampidae).  
*Ceratitis malagassa* Munro (Trypetidae).  
*Pterandrus* nov. sp. (Trypetidae).  
*Pseudaulacaspis pentagona* Targ. (Diaspidinae).  
*Ptyelus goudoti* Benn. (Cercopidae).  
*Mastodontodera nodicollis* Klug. (Cerambycidae).  
*Bricoptis variolosa* G. et P. (Cetonidae).

## III. PRUNIERS.

*Polycleis africanus* Ol. (Curculionidae).  
*Euproctis producta* Walk. (Lymantriidae).  
*Deborrea malagassa* Heyl. (Psychidae).  
*Boroceras marginepunctatus* Guen. (Lasiocampidae).  
*Boroceras madagascariensis* Boisd. (Lasiocampidae).  
*Ceratitis malagassa* Munro (Trypetidae).  
*Pterandrus* nov. sp. (Trypetidae).  
*Rhopalosiphum nymphaeae* L. (Aphididae).  
*Pseudaulacaspis pentagona* Targ. (Diaspidinae).  
*Bricoptis variolosa* G. et P. (Cetonidae).

## PRINCIPALES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALACHOWSKY A. et MESNIL L. — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, 1935.
- BARNARD A. — Evaluation of the properties, mode of action and relative efficacy of all new insecticides and miticides : Field tests : Control of fruit flies. *Agricultural Research*, Department of Agricultural Service Republic of South Africa, part 1962/1, p. 167.
- BODENHEIMER F. S. — Citrus Entomology, 1951.
- DELANOUE P. et SOURES B. — Comportement de la larve et de la puppe de *Ceratitis capitata* en fonction de la nature physique des sols secs en été. *Compte rendu de l'Académie de l'Agriculture de France*, n° 1953, p. 63-68.
- DELANOUE P. — Élevage artificiel permanent d'*Opius concolor* Sz, parasite de *Dacus oleae*, sur *Ceratitis capitata*. *Revue officielle de la Fédération Internationale d'oléiculture*, n° 15, 1961.
- DUBOIS J. — Insectes nuisibles aux plantes fruitières, in Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo, au Rwanda et au Burundi. *Publications de l'I. N. E. A. C.*, p. 429-441, 1962.
- EBELING W. — Subtropical Fruit Pests. University of California. Division of Agricultural Sciences, 1959.
- FERON M., DELANOUE P. et SORIA F. — L'élevage massif artificiel de *Ceratitis capitata* Wied. *Entomophaga*, t. III, n° 1, 1958, p. 45-53.
- FERON M. — L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits. *Ceratitis capitata*. Comportement sexuel. *Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France*, t. XLI, n° 1, 1962, p. 2-78.
- FRAPPA C. — La mouche des fruits à Madagascar. *Drosophila repleta* Woll. *Bull. de l'Académie malgache*, t. XIII, 1930, p. 117-123.
- FRAPPA C. — Note sur les principaux insectes nuisibles aux cultures de Madagascar. Rapport annuel 1937 de la Société des Amis du Parc botanique et zoologique de Tananarive, 1938.
- GOLDING F. D. Fruit piercing lepidoptera in Nigeria. *Bull. Ent. Res.* Vol. 36, part 1 pp. 181-184, 1945.
- HARGREAVES E. Fruit piercing lepidoptera in Sierra Leone. *Bull. Ent. Res.* Vol. 37, part 4, pp. 589-605, 1936.
- LEGENDRE Dr. — Sur un diptère parasite de la pêche. *Bull. Économique de Madagascar*, Tananarive, 1914.
- MONTAGNAC P. — Les cultures fruitières à Madagascar en 1960. *Document n° 9 de l'I. R. A. M.*
- ORIAN A. J. E. et MOUTIA L. A. Fruit flies in Mauritius. *Revue agricole et sucrerie de l'île Maurice*, vol. 39, n° 3, pp. 143-150, 1960.
- PAGLIANO Th. — Les ennemis des vergers, des olivettes et des palmeraies. Office de l'expérimentation et de la vulgarisation agricole de Tunisie, 1951.
- PAULIAN R. — Les mouches des fruits. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, série E, t. III, 1953, p. 1-7.
- PRALORAN J. C. — Rapport sur les possibilités de culture des agrumes à Madagascar. *I. F. A. C.*, 1963.
- STEINER L. F., MITCHELL W. C., OHINATA K. — Fruit fly control with poisoned-bait sprays in Hawaii U. S. Department of Agriculture. *Agricultural Research*, Service ARS, 33, 3, 1958.
- STROYAN H. L. G. — La détermination des Aphides vivant sur les Citrus F. A. O. *Bull. Phytosanitaire*, vol. 9, n° 4, févr. 1961.