

ANNALES
DE L'INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHES FORESTIERES
DE TUNISIE

C. Chararas

—•—

BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE PHORACANTHA
SEMIPUNCTATA F. (Coléoptère Cerambycidae xylophage)
RAVAGEUR DES EUCALYPTUS EN TUNISIE,
ET METHODES DE PROTECTION DES PEUPLEMENTS

Vol. 2 Fasc. 3



1969

I.N.R.F.T. — ARIANA (Tunisie)

REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Agriculture
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIERES

Directeur : Hachmi HAMZA

Section de recherches :

Ecologie	H. GHORBAL
Pédologie	M. EL AOUNI
Graines	M. EL HAOUIMEL
Génétique	M. GHALI
Techniques de reboisement	B. BEN SALEM
Pâturages forestiers	
Biométrie et sylviculture	A. DJAZIRI
Technologie du bois	M. DAHMAN
Entomologie	K. M'SADDA
Démonstration et formation	A. BEN AMOR
Utilisation des arbres forestiers dans le sec- teur agricole	M. CHARFI

L'Institut National de Recherches Forestières bénéficie depuis mai 1965 d'une aide du Programme des Nations-Unies pour le Développement dans le cadre spécifique de l'Institut de Reboisement de Tunis. On trouvera ci-après les noms des experts affectés par la F.A.O. à ce projet :

Directeur du Projet : Jacques MARION

Ecologie	A. SCHOENENBERGER
Pédologie	P. DIMANCHE
Génétique	A. FRANCLET
	J. VAN LEUWEN
Techniques de reboisement	J. POUPON
	J. F. GREGERSEN
Pâturages forestiers	P. ZIANI
Biométrie et sylviculture	E. ALBERT
Technologie du bois	M. MARIANI
Entomologie	C. CHARARAS
Démonstration et Formation	U. HOENISCH
Utilisation des arbres forestiers dans le sec- teur agricole	E. VACCARONE
	E. VON AUFSESS

PUBLICATIONS

L'I.N.R.F. diffuse les publications suivantes : Annales, Bulletin d'information, Notes techniques et variétés scientifiques.

Les Annales paraissent annuellement.

Le Bulletin d'information paraît trimestriellement.

Les Notes techniques et variétés scientifiques paraissent au fur et à mesure des sujets à traiter.

Le service de ces différentes publications peut être fait à tous ceux qui le demandent.

Adresse : Route de la Soukra - Boîte Postale 2 - Ariana - (Tunisie) -
Téléphone : 280-757 et 283-320.

C. Chararas(1)

—•—

**BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE PHORACANTHA
SEMIPUNCTATA F. (Coléoptère Cerambycidae xylophage)
RAVAGEUR DES EUCALYPTUS EN TUNISIE,
ET METHODES DE PROTECTION DES PEUPLEMENTS**

—•—

	Pages
I. — INTRODUCTION	3
II. — CAUSES DE LA PULLULATION ET DES DEGATS EN TUNISIE	5
1°) L'adaptation des eucalyptus aux conditions du milieu.	5
2°) Le potentiel de multiplication de phoracantha en Tunisie ..	7
III. — BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE <i>PHORACANTHA SEMI PUNCTATA F.</i>	9
1°) Périodicité d'envol	9
2°) Comportement de l'adulte	9
3°) Cycle évolutif	12
— Evolution dans les conditions naturelles	13
— Nutrition des larves et rôle des constituants qualitatifs du biotope	20
IV. — METHODES DE PROTECTION	22
RESUME	29
SUMMARY	31
BIBLIOGRAPHIE	33

(1) Maître de Recherche au Centre National de la Recherche Scientifique;
Expert Consultant des Nations Unies (F.A.O.) auprès de l'Institut Na-
tional de Recherches Forestières de Tunis.

I. — INTRODUCTION

Dans les peuplements naturels d'*Eucalyptus* en Australie, on connaît deux espèces de *Phoracantha*, *Phoracantha recurva* Newu et *Phoracantha semipunctata* F. Au sujet de ces deux espèces, Penfold écrivait en 1961 : « Two species of the genus *Phoracantha* have become serious pests of living and felled *Eucalyptus* outside Australia » mais ces deux insectes xylophages n'ont cependant jamais posé jusqu'ici en Australie un problème comparable à celui qu'a connu la Tunisie de 1962 à 1968.

On sait d'autre part que *Phoracantha semipunctata* F. a été introduit en Argentine, en Nouvelle-Zélande, en Afrique du Sud ainsi qu'en Israël où, suivant Bytinski-Salz et Neumark (1951), les dégâts ont été très importants dans les plantations artificielles d'*Eucalyptus*.

En ce qui concerne la présence et l'importance de *Phoracantha semipunctata* F. dans le Bassin Méditerranéen, nous rappellerons que cet insecte a été trouvé par Acatay dans les plantations d'*Eucalyptus* de la région de Mersin (Sud de la Turquie) sans toutefois constituer une menace puisqu'en 1963 nous n'avons personnellement observé aucun dégât.

En raison des ravages spectaculaires causés par *Phoracantha semipunctata* F. dans les plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* d'Israël, Balachowsky estimait déjà en 1962 que ce parasite pourrait devenir un ennemi redoutable des *Eucalyptus* dans la zone côtière nord-africaine.

La même année (1962), Billotti et Schoenenberger ont observé pour la première fois cet insecte en Tunisie, à Dar-Chichou (région du Cap Bon), sur des sujets ayant souffert de l'abaissement de la nappe phréatique à la suite des travaux de drainage entrepris pour la revalorisation de la plaine d'El Haouaria.

Avec une vitesse d'extension foudroyante, en moins de quatre ans, l'insecte s'est propagé un peu partout; depuis le Cap Bon, il a gagné la plaine de Kairouan, (Hadejb - Sbikha - Ousseltia), le sud (région de Gabès) et tout le nord où, dans le secteur de Bizerte, plus exacte-

ment dans les plantations sur dunes de Bechateur, les dégâts ont pris une ampleur catastrophique, jusqu'à disparition presque totale de vastes plantations avec 70 à 80 % de sujets morts.

Dans la région de Tabarka, les dommages ont été également très graves puisque les autorités forestières nous ont signalé 11 920 sujets morts en 1966 et 22 490 en 1967 dans une plantation de 60 hectares. Fort heureusement, en 1968, grâce à la méthode de protection que nous avons proposée, il n'y a eu que 2400 sujets attaqués et le taux de destruction des arbres s'est abaissé de 67 % en 1966 et 1967 à 16 % en 1968.

C'est en avril 1968 que nous avons entrepris les premières recherches sur ce sujet, à la demande de l'Organisation des Nations Unies (F.A.O.) Nos travaux ont eu pour but de déterminer l'importance des foyers et le préférence de l'insecte à l'égard des diverses espèces d'*Eucalyptus*, de préciser la biologie de l'insecte (essaimage, ponte, cycle évolutif), de proposer une méthode de protection et de sélectionner les espèces d'*Eucalyptus* résistant le mieux aux attaques de *Phoracantha*.

II. — CAUSES DE LA PULLULATION ET DES DEGATS EN TUNISIE

Nous avons déjà indiqué plus haut qu'en Australie *Phoracantha semipunctata* F. ne pose pas de problème grave car cet insecte s'attaque aux sujets abattus et ne cause que de faibles dégâts aux arbres sur pied; en Tunisie au contraire les dommages sont considérables dans tous les secteurs bioclimatiques, aussi bien dans les secteurs aride inférieur et aride-supérieur que dans les régions caractérisées par un bioclimat subhumide et humide comme c'est le cas de Bizerte et de Tabarka.

La gravité des infestations en Tunisie est la résultante de causes multiples liées directement à une mauvaise adaptation des *Eucalyptus* aux milieux dans lesquels ils ont été introduits et au potentiel de multiplication très élevé du ravageur en l'absence de ses ennemis naturels.

1. - L'adaptation des *Eucalyptus* aux conditions du milieu

En Australie, les forêts naturelles d'*Eucalyptus* sont constituées par de multiples espèces et il existe dans tous les secteurs bioclimatiques des peuplements autochtones dont l'importance et l'aire d'extension dépendent de leurs exigences (climat - sol). Certaines espèces plus exigeantes quant à l'humidité et au terrain se localisent dans des régions à précipitations élevées et à sol limoneux, qui gardent une humidité permanente même pendant les périodes sèches (*E. Botryoides*, *E. diversicolor*, *E. viminalis*, *E. saligna*, *E. maideni* entre autres); d'autres plus résistantes se rencontrent dans les secteurs à climat sec comme c'est le cas de *E. brockwayi*, *E. flocktonia*, *E. salmonophloia*, *E. salubris*, *E. torquata* et *E. astringens* par exemple. Ainsi les nombreuses espèces d'*Eucalyptus* qui forment les peuplements naturels sont bien adaptées aux conditions du milieu et seuls les sujets souffreteux et dominés ou les troncs abattus présentent des attaques car dans son pays d'origine *Phoracantha* conserve un caractère secondaire.

Lors de l'introduction des *Eucalyptus* en Tunisie même si l'on a pris en considération tous les facteurs écologiques (climat - sol), il était impossible de placer les diverses espèces d'*Eucalyptus* dans des conditions identiques à celles de leur pays d'origine. S'il est relativement fa-

cile de choisir des secteurs favorables du point de vue climatique, il n'est pas possible de sélectionner en même temps des sols correspondant exactement aux sols du pays d'origine.

Parmi les nombreux exemples d'adaptation des *Eucalyptus*, nous pouvons citer ici certaines espèces introduites en Tunisie. D'après Métro, en Australie, *E. Robusta* préfère des régions qui reçoivent de 1 020 à 1 520 mm de précipitations annuelles avec des pluies estivales et une humidité élevée, évite les sols secs et évolue dans des zones à climat tropical humide. Cette espèce a été introduite à Zerniza (Nord de la Tunisie) dans un secteur à bioclimat humide (920 à 1000 mm de précipitations) mais sur un sol qui se dessèche rapidement et dans une région où les précipitations sont totalement inexistantes pendant deux mois avec des périodes arides de quatre à cinq mois; cette espèce s'est trouvée très gravement attaquée par *Phoracantha* dans cette station en raison du dessèchement du sol, de sa dégradation et de la sécheresse estivale.

L'exemple d' *E. robusta* n'est pas unique puisque d'autres espèces comme *E. resinifera*, *E. rubida*, *E. citriodora*, *E. diversicolor*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. macarthuri*, *E. maideni*, *E. melliodora*, *E. maculata*, *E. ovata* entre autres se rencontrent en Australie dans des secteurs au sol filtrant, sablonneux et humide, recevant des précipitations régulières, souvent faibles pendant une certaine période mais néanmoins suffisantes pour que ces espèces végètent dans de bonnes conditions; en Tunisie, au contraire, toutes ces espèces ont subi de véritables ravages faute de se trouver dans leurs conditions optimales. Les dégâts que nous avons observés tout au long de notre mission, dans de nombreuses plantations ou dans des arboretum expérimentaux, sont liés à l'état souffreteux et aux conditions difficiles que traversent certaines espèces d'*Eucalyptus*. Elles croissent en effet tantôt sur un sol de marnes et d'argiles (sol à pseudogley) qui se dessèche dès le mois de juin (3 à 4 % d'humidité jusqu'à des profondeurs de l'ordre du mètre) sous une sécheresse qui persiste jusqu'en septembre (Zerniza); tantôt sur un sol compact avec une légère salure comme c'est le cas de la plaine de Kairouan; tantôt enfin sur un sol gypseux comme à Gabès (arboretum de Méthouia) dans l'étage aride inférieur avec 175 mm de précipitations et douze mois d'aridité dans l'année; toutes ces conditions défavorables permettent exclusivement l'évolution de certaines espèces résistantes.

Les 1260 prélèvements et analyses de la pression osmotique corticale et foliaire effectués pour une soixantaine d'espèces d'*Eucalyptus* ont montré le rôle prépondérant joué par le sol et le climat; en effet seules les espèces plastiques et capables de s'accomoder de conditions écologiques temporairement défavorables peuvent s'adapter et manifester des réactions de défense lors de la pénétration des larves de *Phoracantha*.

En effet, comme l'on fait apparaître les analyses et la mesure de la pression osmotique, tous les sujets attaqués par *Phoracantha* ne sont pas destinés à périr. Très souvent des arbres traversant une période critique attestée par une élévation de la pression osmotique (conséquence de la sécheresse mais sans lésions irréversibles) auraient pu survivre et retrouver leur vitalité dès les premières pluies d'automne; mais lorsque ces arbres subissent les attaques de *Phoracantha*, les galeries de nutrition creusées entre écorce et aubier (première et seconde phases de nutrition) contribuent à aggraver la dégradation de l'arbre car la sève brute ne peut plus être acheminée, la circulation de la sève élaborée se trouve perturbée et l'arbre meurt en trois semaines après une dégradation progressive, à mesure que les galeries de nutrition des larves pénètrent dans le liber et la masse du xylème.

2. - Le potentiel de multiplication de *Phoracantha* en Tunisie

La surpopulation est également une des principales causes de la gravité des attaques car *Phoracantha semipunctata* F. se caractérise par une grande fécondité, l'insecte pouvant pondre de 180 à 320 oeufs et développer deux générations annuelles. Dans ces conditions, le dynamisme des populations est très élevé, l'extension de l'insecte est rapide et c'est ainsi que les foyers se sont multipliés et dispersés rapidement dans tous les secteurs de la Tunisie. C'est en raison de cette multiplication rapide que l'on a observé des dégâts importants à Djebel Touila (Tabarka) dans une plantation de 60 hectares ainsi que dans les Mogods (Sedjenane) où l'on a dénombré 36 916 sujets attaqués.

Cette surpopulation est survenue très rapidement à cause du potentiel de reproduction de l'insecte et de sa possibilité de développer deux générations dans l'année aussi bien dans le sud que dans le centre et le nord de la Tunisie, mais également en raison de l'absence totale

de prédateurs et de parasites susceptibles de contribuer à la limitation des populations de *Phoracantha*. Les contrôles effectués sur les arbres-pièges à Oued Kébir, à Zerniza et à Darchichou n'ont permis d'observer jusqu'ici ni prédateurs ni parasites, pas plus d'ailleurs qu'en élevage.

Or, nous savons d'après Penfold qu'en Australie, il existe des parasites et des prédateurs des deux espèces de *Phoracantha* (*P. recurva* Newu et *P. semipunctata* F.); un Cléride en particulier, *Trogodendron fasciculatum* Schreib, s'avère un prédateur très utile, à tel point que l'auteur a pu écrire «In Australia, clerid beetles and several parasitic wasps control population to such an extent that their serious attack on living trees is practically an impossibility».

III. — BIOLOGIE ET ECOLOGIE

DE *PHORACANTHA SEMIPUNCTATA* F.

Au cours de cette étude, trois points nous ont paru plus intéressants, la périodicité d'envol, le comportement des adultes vis-à-vis de diverses espèces d'*Eucalyptus* et le cycle évolutif.

1°) Périodicité d'envol

Les recherches dans ce domaine ont été réalisées dans les différents secteurs bioclimatiques de Tunisie (sud, centre et nord). Dans le sud, l'essaimage débute dès mars-avril et s'échelonne jusqu'en juillet; il s'agit ici de l'essaimage de la première génération puisqu'en août commence l'essaimage de la deuxième génération qui s'échelonne jusqu'en novembre, si bien que l'on a des sorties continues depuis mars jusqu'en novembre (cf. cycle évolutif). Par contre dans le centre et le nord où les températures moyennes sont moins élevées, si l'on observe quelques sorties fin avril-début mai, l'essaimage ne prend de l'importance que début juin; à partir de cette époque, il devient plus homogène et les sorties massives s'observent en juillet et août. Les températures des mois de juin et juillet sont alors favorables à un envol massif dans le nord puisque la température moyenne atteint par exemple 21°C en juin et 25°C en juillet à Bizerte alors qu'en avril elle ne dépasse pas 16°C, avec des minima quotidiens de 10°C seulement.

Expérimentalement, nous avons pu observer en laboratoire, qu'à des températures inférieures à 15°C l'activité génésique est nulle; de son côté la ponte ne débute qu'à des températures supérieures à 16°C. Etant donné que *Phoracantha* est un insecte à moeurs nocturnes et qu'au mois d'avril la température nocturne est parfois inférieure à 16°C dans le nord de la Tunisie, l'activité de ponte demeure très réduite. D'ailleurs, dans les troncs abattus, nous avons observé à cette époque la présence de larves au quatrième stade ainsi que des nymphes avec un très faible pourcentage d'adultes (cf. cycle évolutif).

2°) Comportement de l'adulte

Les recherches sur le comportement de l'adulte ont été conduites dans différents arboretum et plantations, mais plus particulièrement à Zerniza, arboretum très riche

en *Eucalyptus* puisqu'il groupe 38 espèces dont 22 attaquées, ce qui montre l'aspect très large du préférendum de *Phoracantha*. Parmi les espèces attaquées nous citerons ici *E. diversicolor*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis*, *E. macarthuri*, *E. ovata*, *E. cinerea*, *E. gomphocephala*, *E. occidentalis*, *E. botryoides*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. resinifera*, *E. rudis*, *E. kirtoniana*, *E. robusta* et *E. wandoo*; toutes ces espèces accusent une diminution très sensible de leur vitalité et ne présentent aucune réaction de défense lors de la pénétration des larves de *Phoracantha*, alors que dans les mêmes conditions *E. cladocalyx*, *E. sargenti* ou *E. Storatei* montrent une meilleure résistance vis-à-vis des conditions écologiques.

Au moment de l'envol des adultes, nous avons noté que l'insecte s'installe indifféremment sur les diverses espèces d'*Eucalyptus*. Les femelles déposent leurs oeufs dans les fissures de l'écorce ou entre le rhytidome et l'écorce ou encore au point de jonction des branches.

Parmi les questions qui ont retenu notre attention, il faut signaler le stimulus gustatif des adultes, qui ne se nourrissent ni des branches, ni des écorces, ni des feuilles, mais qui manifestent une activité gustative aux dépens du nectar floral. Les extraits de ce nectar se montrent hautement attractifs.

Les tests pratiqués avec diverses substances glucidiques (glucose, fructose, saccharose, levulose) à des concentrations variées (de 0,01 à 20 %) font apparaître une activité nutritive très marquée. Cette activité joue un rôle important car elle contribue à la maturation physiologique des adultes. Quant aux extraits des feuilles, très riches en huiles essentielles telles que p-cymène, cinéol et limonène ils n'exercent aucune attirance sur les adultes et chacun de ces différents corps se montre répulsif, même à des concentrations de l'ordre de 0,5 %. Par contre, certains corps comme le géraniol et le linalol, ajoutés à faible dose (0,01 %) aux substances glucidiques ne modifient nullement le stimulus gustatif et les adultes peuvent utiliser les glucides, avec une adaptation progressive jusqu'à des doses de l'ordre de 0,03 % pour le géraniol.

En pratique, les feuilles, riches en huiles essentielles, n'exercent aucune attractivité et nous n'avons jamais observé de nutrition des adultes aux dépens des feuilles. Il se pourrait cependant qu'à dose infime (traces) ces huiles essentielles interviennent dans le processus de stimulation du complexe de neurosécrétion.

Cherchant à déterminer si certaines espèces d'*Eucalyptus* à écorce odorante exercent une plus grande attractivité

que des espèces dont l'écorce ne présente aucune odeur caractéristique, nous avons constaté que les attaques sont sensiblement identiques sur ces deux types d'*Eucalyptus*, comme le montre le tableau suivant.

Préférendum de ponte de Phoracantha
dans les conditions naturelles (sujet de 4 m de long
portant 24 incisions dans la masse de l'écorce
pour favoriser le thigmotactisme)

Espèces	Partie sans incision		Partie avec incisions	
	Nombre de places de ponte	Nombre d'œufs et de larves	Nombre de places de ponte	Nombre d'œufs et de larves
A écorce osmophore (1)				
<i>E. macarthuri</i>	7	135	19	426
<i>E. ovata</i>	1	42	17	412
<i>E. viminalis</i>	2	67	24	632
<i>E. cinerea</i>	1	26	16	327
A écorce non osmophore				
<i>E. camaldulensis</i>	2	45	22	587
<i>E. gomphocephala</i> ...	8	210	12	389
<i>E. botryoïdes</i>	3	87	24	786
<i>E. occidentalis</i>	4	92	16	436

De l'ensemble des données du tableau, on peut conclure à une large spécificité de *Phoracantha* puisque cet insecte peut pondre aussi bien sur *E. macarthuri*, *E. ovata*, *E. viminalis* ou *E. cinerea* à écorce odorante que sur *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, *E. botryoïdes* ou *E. occidentalis* dont l'écorce n'a aucune odeur déterminée. Il en est d'ailleurs de même, comme l'expérience l'a montré, pour *E. saligna*, *E. occidentalis*, *E. kirtoniana*, *E. robusta*, *E. eugenioides* entre autres, dont le spectre d'odeurs de l'écorce ne possède aucune affinité avec celui des espèces odorantes (*E. macarthuri* et *E. ovata* par exemple). Ces observations nous permettent d'affirmer que *Phoracantha*, parasite exclusif des *Eucalyptus*, ne manifeste pas de spécificité marquée pour une espèce déterminée.

(1) Du grec osmin = odeur et phero = porter. Ce terme présente sur le mot « odorant » l'avantage d'ajouter l'idée de « déplacement des molécules odorantes ».

L'état du sujet et surtout les modifications de la sève, en particulier les fermentations, n'interviennent qu'en partie seulement car des sujets dont la sève n'a subi que de très faibles modifications peuvent constituer des biotopes d'élection pour *Phoracantha*.

L'aspect et la nature de l'écorce jouent également un rôle déterminant car les espèces à écorce fibreuse comme *E. gomphocephala* ou *E. macarthuri* sont favorables à la ponte. Chez les espèces à écorce lisse comme *E. botryoïdes*, *E. saligna*, *E. ovata*, *E. camaldulensis* et *E. diversicolor* entre autres, l'expérimentation a révélé une préférence très nette pour les parties du tronc où le rhytidome se détache en plaques (processus normal de renouvellement du rhytidome); sur de tels sujets, *Phoracantha* dépose ses oeufs par paquets de 30 à 60 en introduisant son oviscapte entre écorce et rhytidome. Dans ce cas le thigmotactisme joue un rôle très important et, en pratiquant expérimentalement des incisions profondes de 2 à 3 cm dans l'épaisseur de l'écorce et de l'aubier, nous avons pu constater qu'au moment de la ponte le comportement des femelles est très largement influencé par le thigmotactisme puisque 95 % des incisions ont reçu des oeufs.

En revanche la coloration de l'écorce ne joue aucun rôle puisque des espèces à écorce grise telles que *E. saligna*, *E. diversicolor*, *E. botryoides* et *E. camaldulensis* sont attaquées aussi bien que des espèces à écorce brune telles que *E. macarthuri*, *E. occidentalis* et *E. gomphocephala*.

En conclusion, il est à noter que *Phoracantha* montre une large spécificité vis-à-vis des *Eucalyptus* et que dans le choix de la plante-hôte interviennent différents facteurs tels que l'état du sujet et l'aspect de l'écorce (présence de rhytidome crevassé), qui favorisent l'installation et la ponte.

3°) Cycle évolutif

Pour déterminer le nombre de générations annuelles de *Phoracantha semipunctata*, nous avons suivi son évolution d'une part sur le terrain dans divers secteurs, d'autre part sur des troncs attaqués installés dans le parc de l'Institut de Reboisement, donc également dans des conditions naturelles, et enfin dans des cages d'élevage à température réglable.

La rapidité d'évolution des larves dépendant à la fois des conditions thermiques et des propriétés nutritives du biotope, nous avons installé des élevages à différentes températures, les uns sur des biotopes dont les constituants glucidiques avaient préalablement été déterminés, les autres

sur des milieux synthétiques. Dans ces conditions, l'évolution des larves présente des variations importantes comme le fait ressortir la comparaison des résultats obtenus respectivement en milieu naturel et en laboratoire.

Evolution dans les conditions naturelles

L'évolution des larves est largement influencée par la température puisqu'à des températures inférieures à 10°C, il se produit une diminution sensible et même un arrêt de l'activité nutritiale. A une température de 14,5°C, on note une faible activité nutritiale alors qu'à des températures de 22, 26 et 28°C cette activité se trouve nettement accélérée; elle se poursuit encore à une température de 43°C sur un biotope qui garde une hygrométrie élevée (48 à 60 %) mais sur un biotope sec (hygrométrie de 6 à 9 %) on observe une mortalité très importante.

Pour préciser le cycle évolutif et la durée du développement des larves, nous avons étudié régulièrement toute l'évolution depuis avril jusqu'en juillet 1968 puis en novembre 1968, en mars-avril 1969 et enfin en juillet, août et septembre 1969.

Dans le sud de la Tunisie (Gabès), sur un tronc attaqué par *Phoracantha*, nous avons dénombré en avril-mai 1968 :

12 larves en fin d'évolution (nutrition dans la masse du bois)	soit 8,1 %
64 nymphes	soit 43,4 %
37 adultes en cours de pigmentation	soit 25 %
34 trous de sortie d'adultes	soit 23 %

Dans ce secteur l'essaimage débute donc en avril mais à cette époque la population essaimante ne représente qu'un faible pourcentage car les sorties se limitent à l'envol des adultes provenant des pontes tardives de la première génération (ponte du 15 au 20 août de l'année précédente) et aux pontes hâtives (juillet) de la seconde génération dont les larves ont évolué depuis fin juillet jusqu'en novembre et même décembre, comme le permettent les conditions thermiques dans le sud; c'est ce qui ressort des températures relevées dans la région de Gabès.

<i>Gabès</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température moyenne	10,9	12,4	15,4	17,8	21,0	23,7	26,7	27,5	25,5	21,8	16,6	12,1
Moyenne des maxima quotidiens	15,9	17,9	20,6	23,2	26,2	28,3	31,9	32,7	30,4	27,2	22,1	17,2
Moyenne des minima quotidiens	5,9	6,9	9,7	12,4	15,9	19,1	21,6	22,3	20,6	16,5	11,2	7,1

Ce tableau permet de conclure que les larves peuvent exercer leur activité nutritive presque tout au long de l'année avec seulement une courte période de quiescence à cheval sur décembre et janvier; cependant, de décembre à février, la nutrition reste très ralentie en raison des températures irrégulières avec des minima quotidiens de 6 à 7°C; pendant cette période, la nutrition doit s'effectuer surtout aux heures où la température atteint ou dépasse 12°C.

Même dans les conditions les plus favorables, l'activité nutritive est toujours ralentie en décembre, janvier et février et ne doit durer que deux à trois heures par jour; en effet les larves se trouvant au quatrième stade sont enfoncées dans la masse du bois (profondeur 2 à 4 cm) dont le réchauffement est nécessairement progressif et ne peut que rarement atteindre les températures de 15 à 16°C qui constituent le seuil thermique d'une nutrition normale, sans que dans ces conditions l'activité nutritive puisse être pour autant considérée comme optimale. Par ailleurs, les larves au quatrième stade ont déjà exercé une nutrition active, elles ont accumulé des réserves et se localisent dans la masse du bois; à cette phase le biotope est un arbre dégradé n'offrant que peu de possibilités de nutrition, mais la nutrition n'a plus alors qu'un rôle secondaire puisqu'à la fin du mois de novembre, on trouve dans le bois des larves en train de se transformer en nymphes, comme nous l'avons observé en novembre 1968 dans l'arboretum CF1 dont les caractéristiques thermiques sont celles de Kebili (climat saharien-supérieur à hivers tempérés) dont nous donnerons ici les températures.

<i>Kebili</i>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température moyenne	9,2	11,8	16,0	20,3	24,1	28,7	32,0	31,9	28,8	22,7	15,7	10,1
Moyenne des minima quotidiens	3,1	5,0	8,5	11,5	15,5	19,2	21,9	22,3	20,4	15,3	9,1	4,2
Moyenne des maxima quotidiens	15,4	18,7	23,5	29,1	32,7	38,3	42,2	41,5	37,2	30,1	22,4	16,1
Maxima absolus	26,0	34,0	39,0	44,0	46,0	54,0	55,0	54,0	51,0	45,0	37,0	28,0

Dans cette région de l'extrême Sud, en examinant le 21 novembre 1968 des arbres-pièges installés en septembre, en octobre et au début novembre, ainsi que des sujets attaqués sur pied, nous avons noté les phases d'évolution suivantes :

— Larves au quatrième stade (issues de la ponte hâtive de la seconde génération d'août); leur nutrition achevée ces larves se trouvent dans la profondeur du xylème. Ces larves se nymphoseront en mars et les adultes feront leur apparition au début du printemps.

— Larves en cours de nutrition entre écorce et aubier (sans pénétration dans le bois); dans ce cas, le cycle évolutif s'achèvera en mai.

— Larves provenant des pontes de septembre-octobre (galeries longues de 6 à 7 cm); la nutrition ne pourra s'achever que plus tardivement et les adultes apparaîtront en juin.

— Larves issues de pontes récentes (début novembre); ces larves mesurant environ 3 mm de long sont en cours de nutrition dans la masse de l'écorce; la nutrition n'en est qu'à son début puisqu'elle n'intéresse pas encore les faisceaux du liber riches en glucides et les nymphes issues de ces larves ne pourront se transformer en adultes qu'au mois de juillet.

— Les conditions thermiques étant favorables en novembre 1968, nous avons même observé des œufs provenant de la ponte d'adultes de la seconde génération sortis tardi-

vement en septembre, octobre et novembre; l'essaimage est donc très échelonné puisqu'il commence en avril pour se terminer fin novembre dans les conditions du sud, très favorables du point de vue thermique.

En conclusion, dans le sud de la Tunisie, *Phoracantha* développe deux générations annuelles; l'envol est très échelonné et les adultes de la première génération font leur apparition en avril; l'envol se poursuit en mai et juin et même au début juillet et les larves issues en avril-mai de la première génération se transforment en adultes au mois d'août ou en septembre; ces adultes pondent à leur tour et les larves de cette nouvelle génération pratiqueront leurs morsures de nutrition entre écorce et liber puis pénétreront dans le xylème et se transformeront en nymphes au mois de mars de l'année suivante, puis en adultes qui s'envoleront à leur tour en avril.

Dans d'autres secteurs, au centre (Oued Kébir) et dans le nord, nous avons observé des variations importantes des sorties mais la présence d'une deuxième génération est incontestable, bien que seule la fraction la plus hâtive de la première génération puisse donner naissance à cette seconde génération. Ainsi à Oued Kébir, dans une importante plantation de 2 412 arbres-pièges où nous avons procédé à l'installation de 2 412 arbres-pièges pendant la période d'activité de *Phoracantha*, c'est-à-dire de mai à novembre, nous avons pu déterminer le cycle biologique qui se présente de la façon suivante :

— En avril 1968, nous n'avons pas observé de sorties d'adultes mais nous avons constaté cependant la présence dans le bois de larves aux troisième et quatrième stades et d'une faible proportion de nymphes.

— Au début du mois de mai, nous avons trouvé des larves au quatrième stade, des nymphes et quelques adultes et le 23 mai sur des arbres-pièges (*Eucalyptus gomphocephala*), nous avons noté les premières pontes, très réduites; deux à trois paquets d'œufs seulement ont été déposés dans les incisions et des troncs de 7 mètres de long n'hébergeaient au total que 40 à 60 œufs.

— Le 6 juin, la situation demeure identique alors que le 15 juin nous avons observé des pontes plus importantes, mais ce n'est que début juillet seulement que les arbres-pièges sont très densément occupés; à cette époque nous avons compté jusqu'à 1 400 œufs par arbre-piège et l'envol de la

première génération a atteint son maximum vers la fin du mois de juillet et au début du mois d'août.

Les arbres-pièges mis en place le 23 mai ont exercé leur attractivité depuis fin-mai jusqu'à fin-juin et ont donné des adultes de la seconde génération depuis le 23 septembre jusqu'au 7 novembre.

23- 9-1968	16 adultes
26- 9-1968	11 adultes
1-10-1968	10 adultes
2-10-1968	6 adultes
3-10-1968	3 adultes
4-10-1968	2 adultes
5-10-1968	2 adultes
7-10-1968	5 adultes
9-10-1968	3 adultes
19-10-1968	2 adultes
7-11-1968	1 adulte

Total.... 61 adultes sortis d'un arbre-piège de 2 mètres de long.

Ces éléments numériques font ressortir d'abord le large échelonnement des sorties; cet échelonnement est lié à la durée de la période de ponte car *Phoracantha* jouit d'une longévité remarquable de 40 à 90 jours qui lui permet de pondre pendant une très longue période; c'est ce qui détermine l'irrégularité de l'évolution et des sorties des jeunes adultes. Nous ne faisons pas intervenir ici les facteurs tenant au biotope qui, du point de vue qualitatif, joue un rôle très important dans l'évolution. On note également qu'en dépit de cet échelonnement, 60 % des essaimants de la seconde génération s'envolent au cours de la dernière semaine de septembre, alors qu'en octobre et novembre les sorties se trouvent limitées par l'abaissement de la température.

Si les arbres-pièges ayant exercé une attractivité (avec ponte) en mai et juin permettent l'évolution d'une seconde génération dont les adultes s'envolent depuis le 23 septembre jusqu'au 7 novembre, par contre les arbres-pièges attractifs en juillet et août n'ont pas donné d'insecte adulte avant le

mois d'avril de l'année suivante; il n'y a donc pas de seconde génération dans ce cas puisque les larves en évolution dans le xylème (quatrième stade évolutif) ne se transforment en adultes qu'en mai-juin.

Notons que les conditions d'Oued Kébir et du nord imposent aux larves de *Phoracantha* une courte période de quiescence; ces conditions n'autorisent une seconde génération que pour les larves issues des pontes de mai et juin et d'une partie des pontes de début juillet (1er au 10 juillet).

Le cycle évolutif de *Phoracantha* dans le nord (Zerniza, région de Bizerte et région de Tabarka) est très comparable à celui d'Oued Kébir puisque nous avons constaté que seule une fraction de la population peut donner naissance à une deuxième génération (essaimants de mai-juin et une fraction très faible des essaimants du début de juillet) alors que la majeure partie de cette population ne peut développer qu'une seule génération annuelle.

La présence d'une deuxième génération de *Phoracantha* a été également observée en Israël par Bytinski-Salz et Neumark qui ne donnent malheureusement pas d'élément bioclimatique concernant les régions de leurs observations. A la lumière de toutes ces observations, les modalités d'évolution de *Phoracantha* en fonction de l'époque d'essaimage peuvent se résumer sous forme d'un triple schéma. Le cas I correspond à l'évolution dans le sud, le cas II à l'évolution dans certains secteurs du sud, à Oued Kébir et dans le nord; enfin le cas III est typique des régions relativement fraîches du Kef où nous avons observé, à 1000 mètres d'altitude, des larves en cours de nutrition entre liber et aubier le 14 septembre 1969; il est bien évident que dans ces conditions ces larves doivent passer toute la période hivernale en quiescence avant d'achever leur évolution (apparition des adultes) l'été suivant.

Cependant, l'évolution et la rapidité du développement de *Phoracantha* ne sont pas influencées uniquement par les facteurs thermiques car dans des conditions identiques de température (18°C et 26°C) mais sur des biotopes qualitativement différents, l'évolution peut varier considérablement et la sortie des adultes peut présenter un décalage de 10 à 17 jours suivant la richesse du biotope en constituants glucidiques.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observations
I				+++ ..	++ ..			0 + + + .					Essaimage hâtif en avril-mai.
			0 0	+++ .	++ .			2ème gén.					Double génération.
II					++++ ..				0 + + + + ...				Essaimage fin mai et juin.
					0 0 + .					2ème gén.			Double génération.
III							++++ .	++++ .					Essaimage tardif en juillet-août.
			0	+++ ..				1ère gén.					Simple génération avec sorties hâtives en avril.

+ adultes; + adultes en période de ponte; — larves; 0 nymphes.

*Nutrition des larves
et rôle des constituants qualitatifs du biotope*

La nutrition des larves a été suivie sur diverses espèces d'*Eucalyptus* et sur divers sujets dont la teneur en glucides solubles a été déterminée, ainsi que sur des milieux synthétiques à base de cellulose, de cellulose additionnée de divers glucides (glucose, arabinose, xylose, fructose, saccharose) et enfin de sciure d'*Eucalyptus camaldulensis* après extraction des constituants naturels (par l'alcool, l'éther de pétrole et l'ébullition) puis enrichissement par différents constituants; nos recherches sur ces différents milieux ont donné les résultats suivants.

Dans les conditions naturelles, en observant les galeries de nutrition des larves de *Phoracantha*, nous avons constaté que la nutrition la plus importante a lieu dans les faisceaux du liber riches en glucides car c'est là que circule la sève élaborée. Dans cette zone, les taux de glucides atteignent 4 à 6 g pour 100 cc et les galeries larvaires mesurent souvent 30 à 45 cm de long. La larve ayant effectué une telle nutrition a déjà acquis une grande partie de ses réserves et le tissu adipeux prend une certaine importance chez la larve bien développée (20 à 24 mm de long, avec stabilisation du poids entre 980 et 1 120 mg).

La larve ne peut survivre que si cette nutrition dans le liber puis entre liber et aubier a eu lieu, ce qui montre le rôle important que joue la sève élaborée (glucides solubles). Elle peut également effectuer une nutrition dans la masse du bois mais cette nutrition, quoique non négligeable, joue un rôle limité.

Des larves prélevées aussitôt après l'éclosion et placées dans du bois dégradé subissent une très forte mortalité, de l'ordre de 89 %, alors que les larves au troisième stade et surtout au quatrième stade vivent dans la masse du bois, bien que leur évolution et leur activité nutritiale soient alors plus lentes; quant à l'évolution des larves aux deuxième et troisième stades, elle se trouve ralentie dans le bois dégradé. L'analyse du bois décomposé donne d'ailleurs des taux de glucides très faibles, de l'ordre de 0,5 à 1 %.

Le rôle des glucides étant très important, nous avons voulu déterminer en même temps l'activité enzymatique du tube digestif. Il résulte des analyses et dosages que les larves de *Phoracantha* possèdent des enzymes capables d'hydrolyser de nombreux substrats et l'on doit signaler plus particulièrement une forte activité des enzymes extra-cellulaires sur le

saccharose (92 %), sur l'amidon (100 %), sur le β -méthylglucoside (75 %), sur l'hémicellulose B 7 (78 %), sur l'hémicellulose C 1 (75 %), sur la carboxyméthylcellulose (65 %), ainsi qu'une faible activité sur les xylanes (29 %) et sur la cellulose gonflée (cellulose pure, 19 %).

La nutrition des larves sur milieux synthétiques à base de cellulose Whatman ne peut en aucun cas être considérée comme optimale, puisqu'en 23 jours la mortalité atteint 71 % chez les larves au troisième stade et 92 % chez les larves aux premier et second stades maintenues à une température de 26°C sous une humidité de 65 %. Il est donc indiscutable que la cellulose pure ne constitue pas un milieu favorable.

Par contre l'adjonction de divers glucides (glucose, arabinose, fructose et xylose à 6 %) améliore notablement les conditions nutritiales; en effet, en prenant les précautions nécessaires pour éviter la prolifération des micro-organismes par adjonction de Nypagine et de Thymol à faibles concentrations (de l'ordre de 2 ‰), nous avons pu maintenir les larves en vie pendant 67 jours, jusqu'à évolution complète (stade adulte).

Outre le pouvoir qualitatif des milieux synthétiques, qui dépend de leur teneur en constituants glucidiques, l'aspect physique du milieu doit être contrôlé car les larves prolongent leurs galeries de nutrition et évoluent mieux dans des milieux compacts. Pour répondre à cette exigence, nous avons soumis la matière de base des milieux synthétiques à des pressions de 120 à 140 kg par centimètre carré. La question de l'aération constitue également un facteur très important car dans les enceintes closes la mortalité est toujours élevée.

En ce qui concerne le rôle des protides, nous avons observé une accélération de la nutrition et de l'évolution dans les milieux contenant de la caséine mais les recherches dans ce domaine sont en cours et nous ne sommes pas encore en mesure d'apprécier la rapidité de cette évolution; nous poursuivons actuellement l'étude du rôle des acides aminés.

Quoiqu'il en soit, il est certain que la plante-hôte joue un rôle très important dans l'évolution des larves de *Phoracantha*; ce rôle est lié aux constituants biochimiques de l'arbre et varie en fonction de l'état qualitatif du biotope.

IV. — METHODES DE PROTECTION

L'importance des attaques de *Phoracantha semipunctata* en Tunisie, la dispersion des foyers, l'extension de l'insecte dans tous les secteurs bioclimatiques et les conditions climatiques qui favorisent l'évolution de l'insecte, sont autant d'éléments qui obligent à prendre des mesures de protection très strictes. Au nombre de ces mesures, il faut citer l'élimination systématique des arbres attaqués (assainissement des plantations) et la mise en place d'arbres-pièges ayant pour but d'exercer une attractivité très forte, en vue de la destruction des populations attirées.

Bien que les résultats obtenus jusqu'ici soient très satisfaisants, la méthode des arbres-pièges ne peut cependant pas prétendre avoir totalement résolu le problème car les espèces d'*Eucalyptus* mal adaptées continuent toujours à périr; c'est pourquoi nous avons envisagé la sélection des espèces résistantes, c'est-à-dire des espèces capables de s'adapter au milieu et de maintenir leur vitalité sans subir de perturbations. Parmi les 180 espèces d'*Eucalyptus* introduites en Tunisie, il est tout à fait possible de sélectionner dans chaque secteur des espèces faisant preuve d'une bonne adaptation et dont la faculté de défense demeure constante même pendant les périodes de forte aridité. C'est surtout dans ce procédé de sélection que nous pensons trouver la solution du problème *Phoracantha* mais les recherches dans ce domaine feront l'objet d'un mémoire séparé.

Le procédé très ancien des arbres-pièges est employé depuis fort longtemps pour la protection des forêts de conifères contre les *Scolytidae* et nous nous sommes contentés d'y apporter quelques modifications par l'adjonction de substances attractives (Chararas, 1962, 1963, 1964 et 1968). Dans un premier temps, ce procédé vise à favoriser l'installation des insectes xylophages sur des sujets à vitalité réduite, ce qui permet dans un second temps la destruction massive des populations attirées.

Dans le cas de *Phoracantha semipunctata*, plusieurs catégories d'arbres-pièges ont été testées, avec des résultats bien différents :

— arbres sur pied ayant subi une annélation circulaire à la base du tronc, annélation entraînant une diminution de vitalité des sujets blessés.

— arbres sur pied ayant subi une double annélation (tronc et sommet) en vue de perturber l'ascension de la sève brute d'une part et l'acheminement de la sève élaborée d'autre part.

— arbres sur pied dont nous avons coupé toutes les branches, ce qui provoque une perturbation totale de l'assimilation chlorophyllienne.

— arbres-pièges par terre (sujets abattus) sur lesquels nous avons pratiqué des incisions (30 à 35 incisions pour un arbre de 8 m de long) afin de favoriser le thigmotactisme qui intervient de façon prépondérante au moment de l'activité génésique de *Phoracantha*.

Les arbres-pièges des trois premières catégories nous ont donné des résultats très variables, tantôt très bons, tantôt très médiocres. Ces résultats variables sont dus surtout au stade de vitalité des arbres ayant subi l'annélation car certains sujets ont pu résister pendant un ou deux mois et leur attractivité est alors restée très faible. En outre il a été difficile de pratiquer des incisions sur des sujets debout pour favoriser ainsi l'installation de *Phoracantha*. D'autre part les techniques utilisées dans les trois premiers cas étaient assez compliquées car elles impliquaient un fonctionnement des arbres-pièges en deux temps, d'abord au stade debout, puis au stade d'arbre abattu. C'est pourquoi nous avons finalement retenu le procédé des arbres-pièges constitués par des arbres abattus périodiquement pendant toute la durée de l'envol de *Phoracantha*, puis éliminés, c'est-à-dire écorcés 40 à 45 jours après l'abattage.

Suivant les conditions écologiques qui déterminent l'envol de *Phoracantha*, les arbres-pièges ont été prévus dans les différents secteurs depuis fin mars début avril pour le sud (Gabès, Médénine) ou fin avril début mai dans le centre et le nord. Pour couvrir toute la période d'évolution, c'est-à-dire les deux générations de *Phoracantha*, nous avons procédé à la mise en place des arbres-pièges depuis avril jusqu'en octobre, avec un maximum en juin-juillet, en les échelonnant de la façon suivante :

10-15 avril	2 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
15 mai	4 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
10 juin	6 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
5 juillet	6 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
25 juillet	4 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
20 août	4 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
10 septembre	6 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.
30 septembre	2 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.

Soit au total 34 arbres-pièges par hectare dans des secteurs très attaqués.

Signalons que ce nombre de 34 arbres-pièges par hectares n'est pas excessif car il s'agit de plantations très denses qui comptent 850 à 1000 sujets à l'hectare.

Le procédé des arbres-pièges contribue par ailleurs, par les éclaircies, à l'assainissement des plantations très denses et à l'élimination des sujets affaiblis ou dominés.

La réceptivité des arbres-pièges est excellente puisque les comptages effectués ont révélé que des arbres-pièges mis en place le 8 juin hébergeaient le 10 juillet 1200 à 1600 larves ou œufs. Cette attractivité est maximale pendant les 6 à 9 premiers jours puis, avec le dessèchement de l'écorce, l'efficacité des arbres-pièges diminue très sensiblement à partir du 24ème jour et les insectes adultes se dirigent alors surtout vers des arbres-pièges plus fraîchement abattus ou vers des sujets debout.

Il faut noter que si les arbres-pièges sont très densément occupés au départ avec 1200 à 1600 œufs ou même plus encore, une grande partie des œufs sont détruits en cas de dessèchement rapide de l'écorce. Il en est de même pour les jeunes larves qui n'ont pu s'enfoncer à temps dans le liber où s'effectue leur nutrition et qui meurent par suite du dessèchement des couches superficielles. Il est à noter également qu'une mortalité importante peut intervenir au stade de larves développées (troisième et quatrième stades) lorsque le

biotope est surpeuplé; il s'agit ici d'une compétition alimentaire.

La survie des larves contrôlée sur cinq arbres-pièges groupant une population initiale de 5183 individus (larves et œufs) est très variable et elle est très influencée par l'état du biotope comme l'indique le tableau des comptages effectués à Zerniza en juin-juillet 1968.

Espèces	Caractéristiques des arbres-pièges			Nombre d'incisions occupées	Nombre d'œufs + (1)	Nombre de larves + (2)	Pourcentage de survie
	Longueur	Diamètre	Nombre d'incisions				
<i>E. botryoïdes</i>	6 m	14 cm	30	24	960	487	50,7
<i>E. botryoïdes</i>	7,5 m	17 cm	30	30	1234	723	58,5
<i>E. macarthuri</i>	7 m	15 cm	30	28	1128	830	73,5
<i>E. viminalis</i>	6,5 m	15 cm	30	22	874	352	40,2
<i>E. viminalis</i>	7 m	14 cm	30	30	987	762	77,2
					5183	3154	60,6

+ (1) Nombre d'œufs estimé d'après l'emplacement des pontes et les galeries larvaires. Les œufs n'ayant pas donné de larves sont desséchés et bien visibles dans la partie incisée où ils sont déposés en paquets. Les comptages sont effectués 26 jours après mise en place des arbres-pièges; nous trouvons simultanément à cette époque des larves jeunes, évoluant encore entre écorce et aubier et des pontes récentes (6 à 8 jours).

+ (2) Les larves n'ayant pas encore pénétré dans la masse du bois peuvent être comptées facilement; il s'agit ici du nombre de larves en évolution 26 jours après la mise en place des arbres-pièges. On observe également une mortalité au stade de larves bien développées mais cette mortalité, plus faible, se maintient autour de 12 à 14 % suivant les propriétés qualitatives de l'arbre-hôte.

Le nombre total de larves réunies sur un même arbre-piège est très variable et dépend au premier chef de l'état du biotope et surtout de la rapidité du dessèchement; certains sujets à écorce mince se dessèchent en effet beaucoup plus rapidement et dans ce cas la mortalité au stade d'œufs ou de jeunes larves est très élevée.

La mortalité reste faible chez les larves développées, après la troisième et la quatrième mues (12 à 14 %) et sur des arbres-pièges de 6 à 7 m de long nous avons dénombré en moyenne (sur un grand nombre d'arbres) 210 à 300 larves

ayant achevé leur évolution complète, ce qui donne encore une densité assez élevée.

La surpopulation de *Phoracantha* en Tunisie est issue des sujets attaqués et restés sans traitement de 1962 à 1967, alors que depuis 1968 on assiste à une très nette diminution de la surpopulation. Un arbre-piège écorcé à temps donne en effet de bons résultats avec un fort pourcentage de destruction des larves, surtout lorsque l'on prend soin d'incinérer les écorces.

L'emploi des insecticides de contact au moment de l'écorçage assure également d'excellents résultats puisqu'en utilisant des insecticides à base de Lindane ou de Dieldrine sous forme de poudrage, la mortalité est de 85 % en quatre jours et de 100 % en six jours (tests effectués en laboratoire).

Il est à noter que les larves sont très sensibles aux insecticides chlorés et organophosphorés à condition de se trouver en contact avec ces produits, alors que lorsqu'elles ont pénétré dans la masse du bois l'efficacité des insecticides est nulle; il faut alors recourir à d'autres procédés comme l'incinération ou l'imprégnation du bois attaqué. En pratique, ce dernier procédé ne présente aucun intérêt car le bois devient inutilisable après la nutrition des larves profondément enfoncées dans le xylème.

Les insecticides exercent également une action efficace contre les adultes et ce procédé mérite d'être largement utilisé. Il ne s'agit pas de procéder au traitement général de l'ensemble des plantations, ce qui serait très coûteux, mais on peut envisager de traiter périodiquement les arbres-pièges pendant la période d'attractivité maximale. L'inconvénient de ce procédé réside dans le fait que les substances insecticides possèdent un effet répulsif; c'est le cas en particulier de certains insecticides à base de H-C-H ainsi que des produits d'origine organophosphorée. Les tests effectués en Laboratoire révèlent en effet que le spectre d'exhalaison des substances qui entrent dans la composition des insecticides chlorés et organophosphorés est répulsif et des recherches sont en cours en vue d'adjoindre une substance attractive aux divers insecticides.

Ce caractère répulsif de certains produits nous a conduit à rechercher un insecticide qui ne modifie pas le spectre d'odeurs de l'arbre-piège et nous avons retenu en pratique le « Sevin », à base de carbamate. Les tests effectués en laboratoire provoquent une mortalité très élevée des larves et des adultes mais dans les conditions naturelles la mortalité est variable suivant que les larves sont ou non en contact direct avec le produit. Lorsque les larves sont déjà enfoncées dans

la masse du bois. le Sevin ne produit aucun effet, mais en revanche il donne d'excellents résultats à la concentration de 2 ‰ s'il est pulvérisé directement sur les incisions des arbres-pièges.

En pratique, il est difficile de généraliser ce procédé dans de vastes plantations et la seule solution que l'on puisse envisager actuellement réside dans le choix d'espèces résistantes, espèces qui pourront mieux se défendre, même en présence de *Phoracantha*; nos recherches démontrent que de telles espèces existent bien et peuvent évoluer malgré la présence de *Phoracantha*. Mais pour sauvegarder les plantations existantes, la protection par arbres-pièges doit être appliquée afin de diminuer considérablement l'importance des populations de *Phoracantha* et de maintenir ce parasite à l'état endémique, avec contrôle efficace et permanent pour éviter le retour au stade épidémique.

REMERCIEMENTS

Les ravages provoqués par *Phoracantha semipunctata* ont posé très rapidement le problème de l'avenir des *Eucalyptus* en Tunisie. J'ai été très sensible à l'honneur de me voir chargé, par l'Organisation des Nations Unies (F.A.O.) et par les Autorités Tunisiennes, d'étudier ce problème dès avril 1968. Je me fais un plaisir d'exprimer ici mes remerciements à M. Fugalli (F.A.O. Rome), à M. Marion Directeur du Projet (Tunis), à M. Hamza Directeur de l'Institut National de Recherches Forestières (Tunis), à M. Hafsia Directeur des Forêts de Tunisie, à M. Biliotti Chef du Département de Zoologie de l'I.N.R.A. (Paris), à M. Daghfous (Direction des Forêts de Tunisie), aux experts des différentes sections de l'Institut National de Recherches Forestières ainsi qu'aux chercheurs tunisiens et plus particulièrement à M. M'Sadda, Chef de la Section d'Entomologie à l'I.N.R.F.

Il m'est agréable de reconnaître ici le rôle important joué dans la protection des plantations par les ingénieurs et les chefs de district de Pont-du-Fahs, de Darchichou, de Grombalia, de Tabarka, de Gafsa et de Kairouan pour n'en citer que quelques uns. J'espère donc qu'avec le concours de l'Institut National de Recherches Forestières et de la Direction des Forêts il sera possible d'éviter que le problème de *Phoracantha* ne compromette l'avenir des *Eucalyptus* en Tunisie.

RESUME

La biologie de nombreux *Cerambycidae* des forêts présente un intérêt considérable et rien n'est si remarquable que l'instinct par lequel ces insectes sont capables de chercher les sujets fraîchement abattus, malades ou morts.

Phoracantha semipunctata F. est une espèce peu connue qui attaque des eucalyptus vivants ainsi que des sujets morts. Une grande partie du comportement est conditionné par l'orientation. L'insecte dirige ses mouvements en fonction des stimuli externes. Les sens chimiques du goût et de l'odorat sont développés et *Phoracantha* est capable de sélectionner l'arbre-hôte susceptible de subir des attaques.

Généralement, l'insecte dépose ses œufs dans les crevasses de l'écorce et les larves vivent dans l'écorce, dans l'aubier et dans le bois de cœur.

L'oviposition s'effectue d'avril à juillet pour la première génération et de septembre à novembre pour la seconde génération, les œufs étant déposés dans les écorces épaisses. Au fur et à mesure de la croissance de la larve, les galeries se développent en profondeur et en largeur et les arbres attaqués meurent rapidement.

Dans les conditions naturelles (terrain) et en laboratoire, l'envol ne s'observe qu'à des températures supérieures à 15 - 16°C.

Un des facteurs les plus importants de régularisation de l'activité de *Phoracantha* est la température. Il est bien connu qu'elle joue un rôle déterminant dans le développement de l'insecte et dans l'extension géographique et locale. On sait également que la température a un effet sur la locomotion et l'activité d'envol; l'optimum thermique pour *Phoracantha* se situe autour de 26°C à 28°C et dans ces conditions l'insecte montre une forte activité.

Les adultes s'envolent dès mars-avril dans le sud de la Tunisie et depuis mi mai début juin dans le nord (Zerniza); leur durée de vie varie de 40 à 90 jours.

Le nombre maximum d'œufs pondus par une femelle dans les conditions de laboratoire est de 180 à 320.

Les conditions physiologiques de l'arbre-hôte et le niveau de la population de ce longicorne interviennent dans le déterminisme de l'intensité de destruction.

L'irrégularité des invasions suggère que les attaques dépendent des conditions physiologiques des *Eucalyptus*; les arbres sont affaiblis physiologiquement par suite de conditions pédologiques défavorables ou par une intense sécheresse.

Phoracantha attaque plusieurs espèces d'*Eucalyptus* comme *E. diversicolor*, *E. viminalis*, *E. ovata*, *E. camaldulensis*, *E. macarthuri* etc...; 22 espèces d'*Eucalyptus* sont attaquées à Zerniza et le problème devient ainsi très complexe.

Certaines espèces d'*Eucalyptus* possèdent des caractéristiques physiologiques par lesquelles une réelle aptitude de résistance s'observe pour le moment; *E. cladocalyx*, *E. sargentii*, *E. stoatei*, *E. astringens*, *E. flocktonia*, *E. oleosa* etc... montrent cette résistance.

L'auteur a démontré en effet que l'état physiologique du biotope a une large influence dans le cas des insectes xylophages; il a étudié des sujets attaqués et montré que l'état de vitalité est fonction de la pression osmotique de l'écorce et du liber.

Pour la protection, l'utilisation des arbres-pièges a donné de bons résultats dans l'ensemble des plantations. En effet il y a 900 à 1500 larves en évolution par arbre-piège et l'on constate que les attaques dans les peuplements diminuent considérablement.

ABSTRACT

The life history of many of the forest-living *Cerambycidae* is of much interest. The instinct which enables them to find newly felled, sick or dead trees, is very remarkable.

Phoracantha semipunctata F. a not very known insect attacks dead and living Eucalypts. An important part of the behaviour is conditioned by the orientation. The insect aims his movements in answer to external stimuli. The chemical senses of taste and smell are developed and *Phoracantha* is able to select the host-tree with susceptibility to insect attack.

As a general rule the insect lays its eggs in crevices of the bark, and the larva live in the bark, the sapwood and the heart-wood. The female oviposits from april to july (first generation) and from september to november (second generation) the eggs being laid in the bark of the *Eucalyptus*.

With the growth of the larva the gallery increases in depth and width and the attacked trees die quickly. In field and laboratory conditions the flight is observed only for temperatures above 15°C - 16°C.

One of the most important factors regulating *Phoracantha* activity is temperature. It is known that temperature has an important role in the determining both the rate of insect development and the geographical and local distribution. Temperature is known to affect locomotion and flight activity. The optimum temperature for *Phoracantha* is about 26°C to 28°C. Under these conditions the insect shows much activity.

Adults emerge in March — April (in Southern Tunisia), mid May to June (Northern Tunisia — Zerniza) and live for about 40 — 90 days. The maximum number of eggs deposited by a female in laboratory conditions was about 180 — 320.

The physiological conditions of the host — trees and the population level of the longicorne beetle must be considered in ascertaining the degree of destructiveness. The irregular distribution of the invasions suggests that susceptibility to attack depends on the physiological condition of the *Eucalypts*. Trees are physiologically weakened as a result of unsuitable soil or excessive drought.

Phoracantha attacks many species of *Eucalyptus* *E. diversicolor*, *E. vinimalis*, *E. ovata*, *E. camaldulensis*, *E. macarthurii* etc...; 22 species of *Eucalyptus* were attacked in Zerniza and so the problem is becoming very complicated.

Some species of *Eucalyptus* have physiological qualities which for the moment produce a real ability to resistance; for instance *E. cladocalyx*, *E. sargenti*, *E. stoatei*, *E. astringens*, *E. flocktoniae*, *E. oleosa* etc... show this resistance.

The writer demonstrated that the physiological state of tree conditions to a large extent the establishment of wood-boring insects. The studied attacked trees and showed that the vitality is a function of the osmotic pressure of the cellular liquid in the phloem-ligneous vessels.

As far as protection is concerned, the use of trap trees gave good results for all the plantations. We counted 900 — 1500 evolving larvae per trap tree and the attacks in the forests decreased considerably.

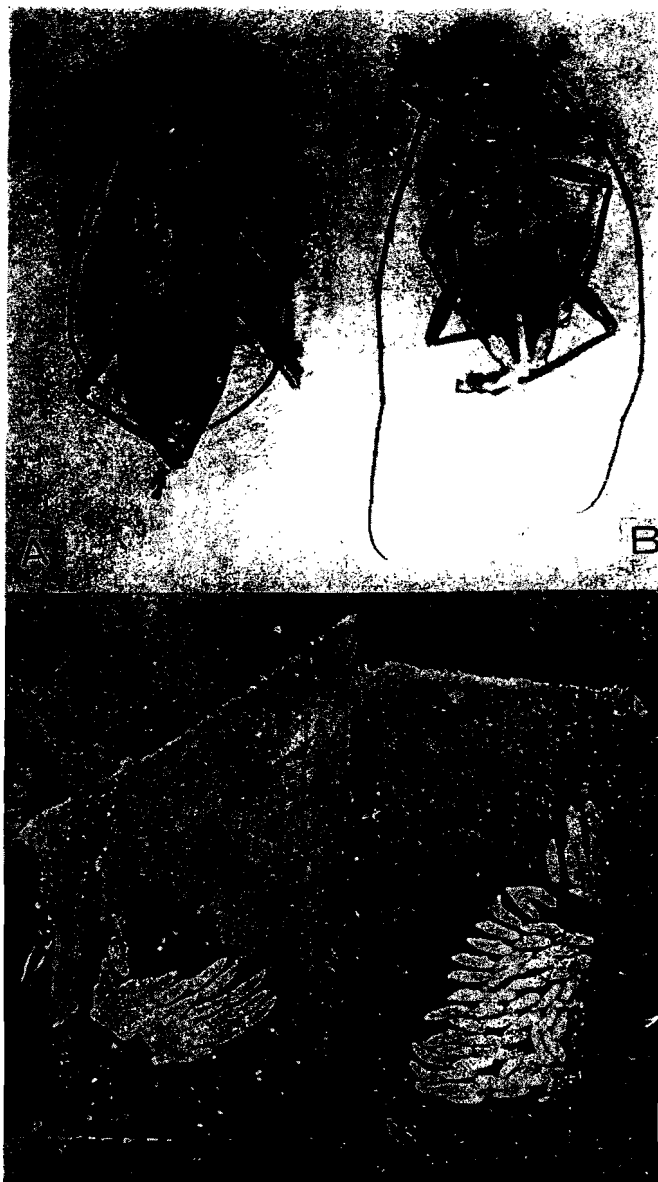


PLANCHE 1

Phoracantha semipunctata FABR adulte : en A femelle, en B adulte mâle. Noter le dimorphisme sexuel portant sur la longueur des antennes.

En C : Ponte groupant des œufs en paquet au niveau de deux incisions pratiquées sur le tronc d'*Eucalyptus diversicolor* (original).

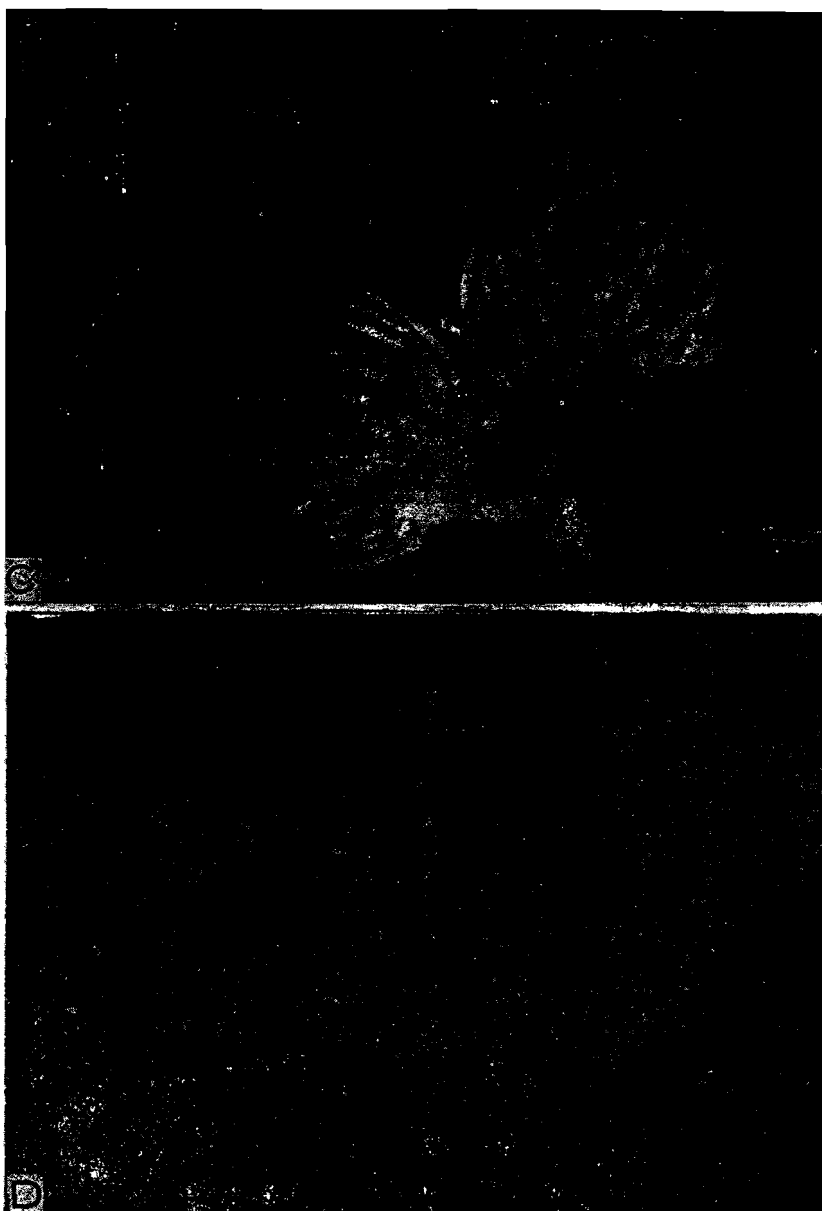


PLANCHE II

En C : Appareil génital femelle de *Phoracantha semipunctata* FABR. Noter le grand nombre d'ovarioles (Zerniza juillet 1968).

En D : Galeries de nutrition larvaire sur la face externe de l'écorce. Si le sujet se trouve en turgescence (optimum de pression osmotique), la pénétration ne peut pas avoir lieu (Zerniza juillet 1968) (original).



PLANCHE III

En F : Galeries de nutrition des larves de *Phoracantha* entre liber et aubier. Noter le nombre, la longueur et l'aspect sinueux de ces galeries.

En G : Sécrétions et réaction de défense d'un sujet attaqué par *Phoracantha* (Zerniza (original)).

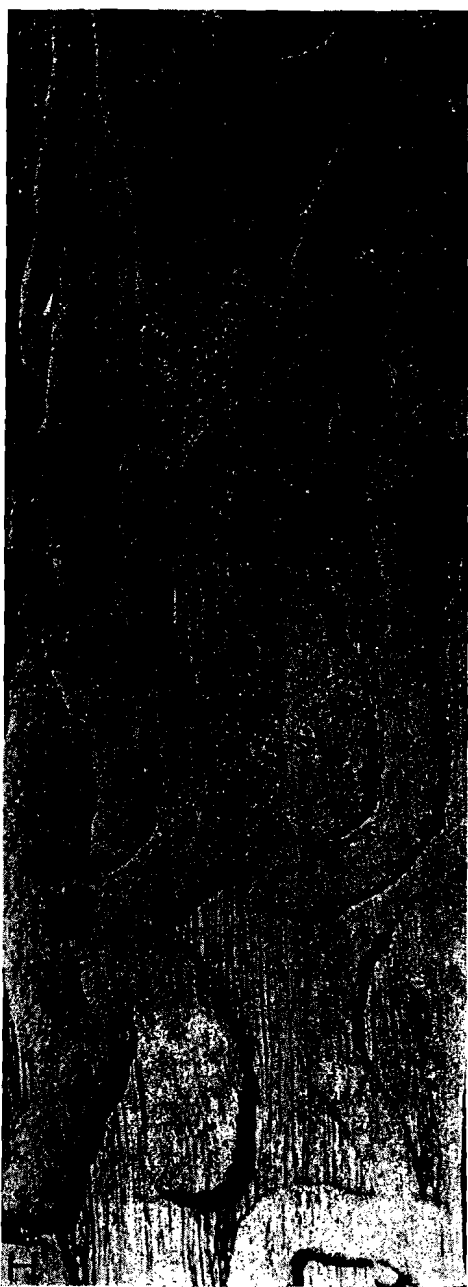


PLANCHE IV

En H : Galeries larvaires de *Phoracantha semipunctata* F au stade terminal de nutrition, au moment de la pénétration dans le xylème. Noter la largeur de ces galeries impressionnant fortement le xylème.

En I : Larves de *Phoracantha semipunctata* FABR à la fin de leur nutrition dans le liber, au stade de pénétration dans le xylème. (original).

BIBLIOGRAPHIE

- ACATAY A. (1959). — *Phoracantha semipunctata* FABR. in der Türkei. Anz. Schädling 32, 1, p. 4-5.
- BALACHOWSKY A.S. (1962). — Traité d'entomologie appliquée à l'Agriculture Tome I, Coléoptères. Paris, Masson, 564 p., 315 fig.
- BILIOTTI E. et SCHOENENBERGER A. (1963). — Sur la présence en Tunisie de *Phoracantha semipunctata* FABR. ravageur de l'*Eucalyptus*. Inst. Nat. Rech. Agr. Tunis, vol. 35, p. 97-110.
- BYTINSKI-SALZ H. et NEUMARK, S. (1952). — The *Eucalyptus* borer (*Phoracantha semipunctata* FABR.) in Israël. Trans. IX Inter. Cong. Ent. vol. 1, p. 696-699.
- CHARARAS, C. (1959). — Précisions sur l'efficacité des arbres-pièges en fonction des particularités biologiques des Scolytides. Rev. Forest. Franc., n° 8-9, p. 557-584.
- CHARARAS C. (1962). — Etude biologique des Scolytides des Conifères, Paris, Lechevalier, 556 p., 282 fig., 67 graph.
- CHARARAS C. (1968). — Rôle de *Phoracantha semipunctata* F. (Coléoptère *Cerambycidae* xylophage) dans le dépérissement des *Eucalyptus* en Tunisie et étude des phases de vitalité des différentes espèces. C.R. Ac. Sc., t. 267, p. 1293-1296.
- CHARARAS C. (1969). — Etude biologique de *Phoracantha semipunctata* F. (Coléoptère *Cerambycidae* xylophage) spécifique des *Eucalyptus* en Tunisie et recherches sur la vitalité et l'adaptation de ces essences. C.R. Ac. Agric., n° 1, p. 47-57.
- CHARARAS C., SCHOENENBERGER, A. et POUPON, H. (1969). — Variations de la pression osmotique de divers *Eucalyptus* en fonction des conditions écologiques et rôle de *Phoracantha semipunctata* FABR. Coléoptère *Cerambycidae* xylophage. C.R. Ac. Sc., t. 268, n° 22, p. 2697-2700, série D.
- FROGGATT W. (1923). — Forest insects and timber borers. Syndey. Government printer, p. 1-107.
- METRO A. (1954). — Les *Eucalyptus* dans les reboisements. Ed. Organisation des Nations Unies, F.A.O., 395 p., 86 fig.
- MOORE K. (1963). — Some mortality factors of *Phoracantha semipunctata* FABR. Proc. Linn. Soc. N. SW., t. 8, fasc. 2, p. 221-229.
- PENFOLD, A.R. et WILLIS, J.L. (1961). — The *Eucalyptus*. New York, L. Hill Inter. Science publisher Inc., 551 p.
- TOOKE F.G. (1929). — Borer pests of *Eucalyptus*. The *Phoracantha* beetles in South Africa. Aust. For. Jour., t. 12, p. 28-31.