

**CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE CERTAINS ASPECTS
DE L'ALIMENTATION ET DES ENZYMES DES LARVES ET DES
ADULTES DE PHORACANTHA SEMIPUNCTATA F. (Col. Ceram-
bycidae , xylophage).**

par A. MOUMEN

Institut National de la
Protection des Végétaux
EL-HARRACH - ALGER -.

Résumé

Après une brève introduction sur l'extension de P. semipunctata F. dans le monde et plus particulièrement en Algérie, nous présentons dans le premier chapitre les résultats de nos recherches sur l'activité alimentaire et la nutrition des larves de P. semipunctata F.

Pour cette étude, nous avons expérimenté différents types de milieux nutritifs (milieux olipidiques, méridiques et holidiques) dans les conditions d'élevage suivantes :

- obscurité totale
- température de 20°C \pm 1
- humidité ambiante 40 à 50%

Une fois le milieu nutritif définitif mis au point, nous exposons l'étude sur les indices de consommation journalière, le taux de croissance, le coefficient d'utilisation digestive et la transformation des aliments ingérés en substance corporelle. Par ailleurs et afin de démontrer si certaines substances secondaires interviennent dans le stimulus

gustatif , nous étudions divers composés flavoniques.

Nous procédons ensuite à une étude comparée sur tube digestif de la larve et de l'imago : poche gastrique , intestin moyen, zone des cryptes, intestin postérieur et tubes de Malpighi. Nous avons relevé entre autre, des différences sensibles du rapport entre la longueur du tube digestif et la taille de la larve ; l'existence au niveau du stomodeium de l'adulte, d'un jabot et d'un gésier possédant deux fonctions différentes, la présence de cryptes sur toute la longueur de la portion tubulaire de l'intestin moyen et enfin la présence d'un cryptonéphridisme primitif. Nous notons également l'existence de grandes différences morphologiques du tube digestif des larves et des adultes.

Parallèlement à ses études anatomiques et morphologiques, nous exposerons brièvement les résultats de l'étude histochimique des principales portions du tube digestif des larves et des adultes.

La troisième partie est consacrée à l'étude des activités osidasiques des larves et des adultes de P. semipunctata F. Cette étude porte sur le tube digestif (poche gastrique, zone tubulaire, zone des cryptes) des larves L4, des adultes mais aussi le bol alimentaire.

Ce travail nous a permis de préciser les caractéristiques physiques et chimiques du milieu trophique artificiel assurant les meilleures croisances et la meilleure survie des insectes , d'une part.

D'autre part, elle nous a permis de comprendre l'ensemble des adaptations de P. semipunctata F. qui ne peuvent être que les conséquences d'une longue évolution de l'insecte lui permettant ainsi d'ajuster étroitement son comportement aux particularités de la plante-hôte.

I.- INTRODUCTION

La famille des Cerambycidae englobe un grand nombre d'insectes mais rares sont ceux qui causent des dommages considérables aux essences forestières.

Le cas de Phoracantha semipunctata F. est donc remarquable puisque cet insecte tout en s'attaquant à des Eucalyptus dont la pression osmotique accuse des modifications profondes (CHARARAS, 1969) peut s'attaquer également à des sujets en déficience physiologique légère, voire même à des sujets vigoureux en cas de surpopulation.

Le cycle évolutif de l'insecte est étroitement lié à la fois aux conditions thermiques et aux propriétés nutritives du biotope, avec l'existence d'un seuil thermique de 15-16°C pour une nutrition simplement normale mais non optimale et la présence de deux générations annuelles dans les meilleures conditions.

Par suite de son comportement en espèce bivoltine, du nombre très important des oeufs et de la très longue survie des adultes, P. semipunctata F. est devenu très rapidement un ennemi redoutable des Eucalyptus en Algérie, région qui offre de bonnes conditions pour le développement de l'insecte en raison de la présence d'un matériel végétal constant et de conditions climatiques favorables.

En effet, l'enquête sur la distribution géographique de ce ravageur, effectuée en 1977 par les services de la protection des végétaux (I.N.P.V.) a permis de localiser trois foyers regroupant trois wilayate du Nord-Est de l'Algérie et un foyer dans la région d'Alger (HUSSEINY, MOUMEN, 1978).

Avec une vitesse d'extension foudroyante et ce, en moins de trois ans, l'insecte s'est propagé dans tout le Nord du pays ; l'enquête renouvelée en 1980 devait confirmer la présence de celui-ci partout où il existe des Eucalyptus.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés d'une part à l'alimentation des larves par la mise au point d'un milieu d'élevage semi-synthétique au préalable et ceci afin de préciser le préférendum alimentaire de l'insecte.

D'autre part, nous avons jugé instructif d'étudier comment les différents composés glucidiques peuvent être digérés par l'insecte.

II.- ETUDE DE L'ACTIVITE ALIMENTAIRE ET DE LA NUTRITION DES LARVES DE P. SEMIPUNCTATA F.

2.1.- Matériel et méthodes

* Composition du milieu nutritif : nous avons utilisé 11 milieux nutritifs (cf . Tableau 1) pour une étude comparée de la croissance, des variations pondérales des larves et du rôle de certaines substances phénoliques agissant comme phagostimulant.

Tableau 1.- Composition des différents milieux

Constituants Poids en gr. pour 1 dose		Proportions des constituants en pourcentage											
		Milieux oligidi-que	1er Elevage						Milieux holidi-ques	2ème élevage			
			Milieux méridiques							Milieux méridiques			
										Larves L2		Larves L3	
E.A.	E.B.1	E.B.2	E.B.4	E.B.7	E.B.8	E.C.1	A	B'	A'	B'			
Eau	30,00			83,24	75,66	75,61		75,61	75,47	75,61	75,47		
Agar agar	1,00			2,77	2,52	2,52		2,51	2,51	2,52	2,51		
Sciure Eu-calyptus	5,00	100	99,80	99,60	13,87	12,61	12,60	12,60	12,58	12,60	12,58		
Nipagine	0,04			0,11	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10		
Caséine	0,01				0,02	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02		
Ac. ascor-bique	0,20				0,50	0,50		0,50	0,50	0,50	0,50		
Ac. benzoï-que	0,50				1,26	1,26		1,26	1,26	1,26	1,26		
Levure de bière	1,50				3,78	3,77		3,77	3,77	3,77	3,77		
Germe de blé	1,40				3,53	3,52		3,52	3,52	3,52	3,52		
Citronel-lol	0,01			0,19									
Flavonne	0,03 et 0,10					0,07		0,07	0,25	0,07	0,25		
Eucalyptol	0,01		0,19	0,19									
Cellulose	2,00						100						

* Conditions d'élevage : l'élevage a été conduit dans les conditions suivantes :

- obscurité totale
- température constante à 20°C

- hygrométrie de l'air ambiant 40 à 50%

2.2.- Techniques pour l'étude de la prise alimentaire

* Etude pour la prise alimentaire : Nous avons choisi ses larves de 2^e et 3^e stade sur lesquelles nous avons apprécié le degré de développement par la méthode pondérale : détermination du poids frais de chaque larve au sein de quatre lots de 50 larves chacun. L'utilisation des substances nutritives est mesurée par la méthode gravimétrique classique.

* Etude qualitative de la nutrition : Pour cette étude nous avons utilisé des méthodes permettant de déterminer :

- le poids de la nourriture ingérée
- le poids des fèces correspondant à la nourriture ingérée
- le poids gagné par l'insecte au cours de l'expérimentation

Ces trois mesures étaient nécessaires pour le calcul au taux d'alimentation , de la digestibilité et de l'efficacité de la conservation des substances nutritives en substance corporelle. Les résultats obtenus sont rapportés en poids sec de l'insecte afin d'éliminer les grains ou pertes en eau.

2.3.- Résultats et commentaire

L'étude expérimentale montre que les milieux méridiques (en particulier les milieux EB₇ et EB₈) à base de sciure d'Eucalyptus et enrichis en éléments nutritifs et vitaminiques sont plus favorables que les autres milieux.

En ce qui concerne ces derniers, deux remarques sont à faire :

- d'une part, les caractéristiques du substrat jouent un rôle important dans le comportement nutritionnel des larves. Les milieux expérimentaux de structure meuble (milieux ne contenant pas d'agar agar) semblent ne pas répondre aux exigences rhigotactiques des larves.
- d'autre part, les milieux contenant des essences (tel que citronellol et eucalyptol) aux doses utilisées semblent démontrer que les stimulus gustatifs tiennent une place considérable dans la sélection du milieu par l'insecte.

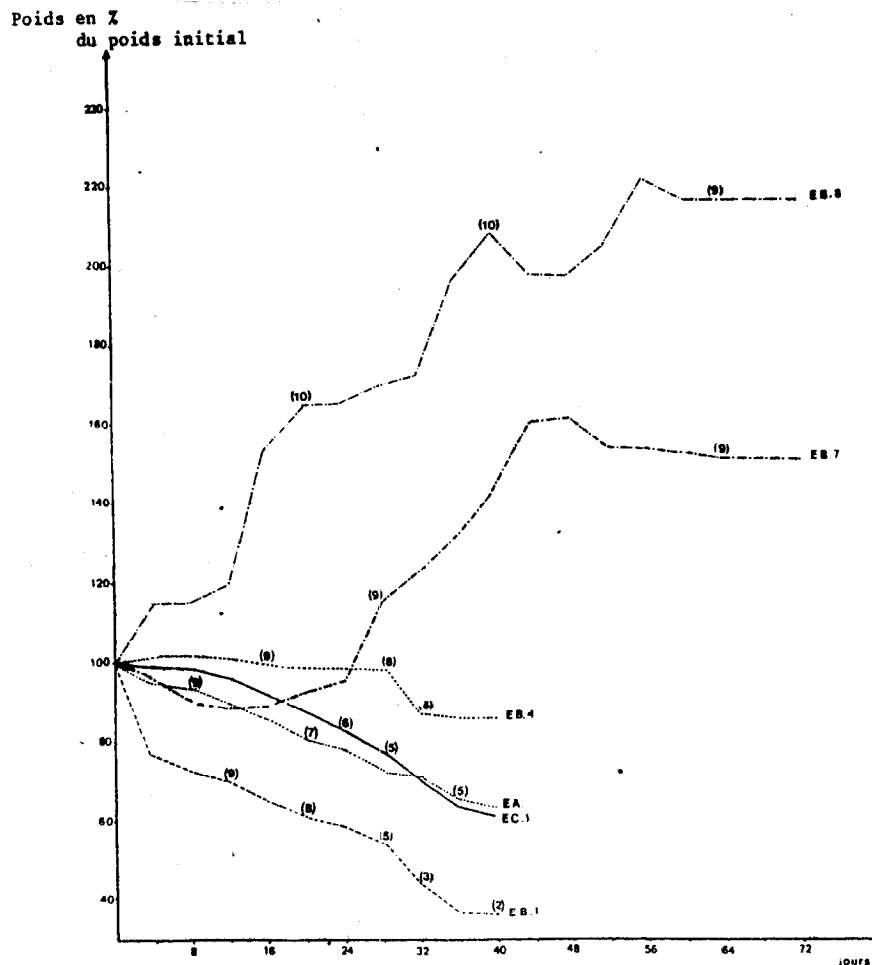


fig. 2 Action des différents milieux d'élevage sur la croissance pondérale moyenne de dix larves de *P. conspurcator* F. (les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre de survivants).

L'étude qualitative de la nutrition montre que l'indice de consommation (I.C.) et le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.A.) dont la croissance est relativement semblable, ne correspondent pas à l'E.A.I., l'E.G.A.D. et le C.R.

Dans l'étude comparative, les résultats obtenus montrent nettement que les larves âgées (L_3) ont un taux d'utilisation supérieur à celui des jeunes stades (L_2).

On note aussi que l'I.C. et le C.U.D.A. croissent du 2^e au 3^e stade par contre l'E.A.I. et l'E.A.D. décroissent.

Tableau 3. Valeur des divers coefficients et indices nutritionnels choisis (* les valeurs négatives représentent les pertes de poids de l'insecte).

	I.C.	C.R.	E.A.I.	C.U.D.A.	E.A.D.
Milieu A L_2	1,732	0,0017	0,99 %	42,07%	2,35 %
Milieu A' L_3	2,475	0,013	0,56 %	64,73%	0,87 %
Milieu B L_2	0,9233	0*	0*	18,07%	0*
Milieu B' L_3	1,3541	0,0020	0,15%	39,62%	0,38%

III.- ETUDE COMPAREE DU TUBE DIGESTIF DE LA LARVE ET DE L'IMAGO

3.1.- Matériel et Méthodes

* Matériel .- Il est issu de nos élevages

* Technique.- Les techniques d'histologie et d'histochimie ont été réalisées selon les modes opératoires exposés par

les traités de LISON (1960), de PEARSE (1960) de MARTOJA (1967) et de GABE (1968).

3.2.- Résultats et commentaire

1^o- Anatomie et morphologie de l'appareil digestif

L'étude biométrique comparée du tube digestif nous a permis de noter des variations de longueur (le rapport entre la longueur du tube digestif et la taille de l'insecte est de 1,09 chez l'imago et de 2,2 chez la larve du 3^{ème} stade) auxquelles s'associent des modifications de diamètre qui sont en rapport avec les qualités de l'alimentation naturelle.

Tableau 4.- Tableau récapitulatif des longueurs de l'appareil digestif des larves (L₃) et adultes

Parties	LARVE			IMAGO		
	Long. en mm.	% par rapport au tube digestif		Long. en mm.	% par rapport au tube digestif	
Intestin antérieur .Oesophage	4	7	7	8,5	35	35
Intestin moyen . Poche gastrique	5,5	10	48,5	2,5	10,5	29,5
. Int.tubulaire	12	21,5		4,5	19	
. Reg. cryptes	9,5	17				
Intestin postérieur . Iléon-colon	17	30	45	4,5	19	35,5
. Rectum	8,5	15		4	16,5	
Tube digestif	56	100		24	100	
Adulte				22		
Larve	26					
Coefficient		2,2			1,09	

Il est à noter que le mésentéron de la larve représente 49% de la longueur du tube digestif permettant ainsi une meilleure utilisation du bois au cours du transit intestinal par une augmentation de la durée d'action des enzymes sur les particules alimentaires.

Tableau 5.- Dimensions de l'appareil digestif par parties

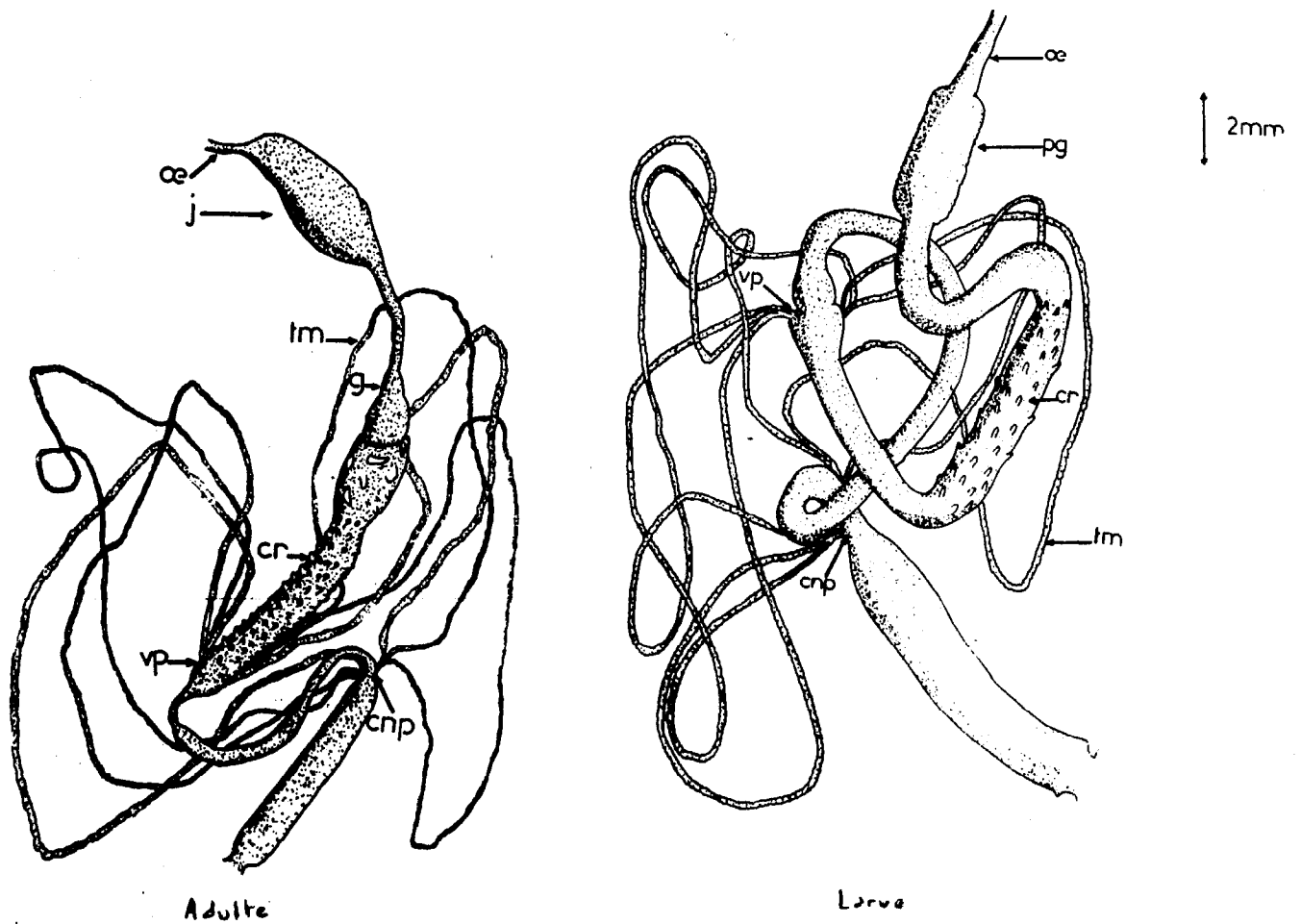
	Larve	Tube digestif	Oeso- phage	Poche gas- trique	Intes- tin tubu- laire	Région des Cryptes	Iléon colon	Rectum
Longueur en mm	23	57,5	4	5,5	13	10	17	8
% par rapport à la longueur du Tube digestif			6		49			43

L'existence au niveau du stomodéum imaginal d'un jabot et d'un gésier pouvant avoir deux fonctions différentes. Par contre chez la larve l'absence de ces deux organes diminue la taille de l'intestin antérieur qui se retrouve réduit à un simple organe de transit.

- la présence d'une poche gastrique formée par la dilatation de la partie antérieure de l'intestin moyen.
- la présence de cryptes de cellules de régénération sur toute la longueur de la partie tubulaire du mésentéron imaginal. Cette présence se réduit en nombre mais devient simultanément plus développée chez la larve.

- la différenciation d'un cryptosolénique à six tubes de Malpighi
- Un cryptonéphridisme "primitif" suivant la classification de POLL (1931).

Fig. 6.- Anatomie du tube digestif de la larve et de l'imago de P. semipunctata F.



2°- Histochimie de l'appareil digestif

Les propriétés histochimiques du tube digestif mises en lumière par cette étude sont semblables à celles décrites chez d'autres insectes phytophages. Même si les différents composés se retrouvent aux deux stades biologiques étudiés, certains présentent des teneurs variables.

C'est ainsi que le glycogène, abondamment stocké dans les cellules épithéliales de l'intestin moyen de la larve du 3ème stade, se trouve parfois complètement absent des cellules imaginales du mesentéron.

A cette variation de teneur du glycogène s'associe la présence de formation ribonucléique dont le rôle dans la synthèse des différentes protéines à partir d'éléments fournis par les particules de bois est très connu.

La localisation des phosphatases dans les zones d'accumulation de glycogène incite à priori , à séparer le mesentéron en plusieurs segments fonctionnels, clairement différenciés chez un certain nombre d'insectes (WATERHOUSE, 1957).

Tableau 7.- Caractéristiques histochimiques du mésentéron

Réactions effectuées	Larve			Adulte		Éléments mis en évidence
	Poche gastrique	Région tubulaire	Région des cryptes	Poche gastrique	Région des cryptes	
Glucides						
.APS	+++	++	+	++	+	Polysaccharides simpl
.Carmin de Best	++	++	+	+	+	Glycogène + galactogi
digestion à la Ptyalina	+	-	-	-	-	autres que glycogène
.Bleu alcian pH 3,5	+	+	+	+	+	Mucopolysaccharides :
Lipides						
.Noir Soudan	+	+	+	++	+	Composés lipidiques + structures
.Pyridine + Noir Soudan	±	±	±	+	-	Structures non lipidi
.Bleu de Nil 1% (Cain 1947)	+	+	+	++	+	Lipides neutres et lac
.Bleu de Nil 0,02%	+	+	+	++	++	Lipides neutres et ac
.Bleu de Nil (Menschik 1953) extraction à la pyridine	+	+	+	+	+	Phospholipides autres structures
Protéines						
.Tétrazoréaction	++	++	++	++	++	Tyrosine + cystéine + + histidine + arginine
.Chèvremont et Prod. démasquage, blocage	+	+	+	+	+	cystéine
	±	±	±	±	±	cystine
Acides nucléiques						
.Faulgen et Rosenbeck	±	±	±	±	±	A.D.N.
.Vert de méthyle-pyronine	+	+	+	+	+	A.D.N., A.R.N. et auti mations "pyroninophi
test ribonucléase	±	±	±	±	±	autres formations "p. philes"
Phosphatases						
.Gomori-Takamatzu	+	+	+	+	+	phosphatases alcaline
.Technique de Gomori (1950)	+	+	+	+	+	phosphatases acides

+++ forte réaction
 ++ réaction moyenne
 + faible réaction
 ± très faible réaction

IV.- ETUDE DES ACTIVITES OSIDASQUES DU TUBE DIGESTIF DE LA LARVE ET DE L'IMAGO

4.1.- Matériel et méthodes

* Matériel

Il est issu de l'élevage semi-artificiel que nous conduisons au laboratoire.

* Technique utilisée

L'étude a été réalisée suivant le protocole opératoire décrit en détail par C. CHARARAS, J.E. COURTOIS et COL (1961,1965,1983).

* Les substrats utilisés sont de deux types :

- les substrats "naturels " qui se rencontrent chez les végétaux dont se nourrissent les insectes (oligosaccharides et polysaccharides) préparés à la concentration de M/20.

- les substrats chromogènes synthétisés artificiellement et qui se colorent immédiatement en présence de l'enzyme qui les hydrolyse (hétérosides) à la concentration de M/50.

4.2.- Résultats et commentaire

Tableau 8.

Tableau 8.- Activités osidasiques sur différents substrats

OLIGOSACCHARIDES										
Substrats utilisés	Enzymes recherchées	Temps d'incubation en heures	LARVES L.						ADULTES	
			Mésentéron			Bol alimentaire		Déjections	Stomodéum	Mésentéron
			Poche gastrique	Zone tubulaire	Zone des cryptes	Poche gastrique	Zone tubulaire			
Saccharose	α-Glucosidase β-Fructosidase	6	8,3	4,9	1,1	5,0	3,5	1,9	5,5	19,4
Raffinose	α-Galactosidase β-Fructosidase	6	7,7	0,4	0,1	5,1	2,4	0,9	0,3	5,2
Mélesitose	α-Glucosidase	6	10,5	11,7	0,4	6,0	2,4	1,1	6,0	20,3
Lactose	β-Galactosidase	6	12,3	13,3	3,0	3,7	4,1	1,2	0,1	2,4
Maltose	α-Glucosidase (Maltase)	6	15,5	14,5	1,6	2,5	2,5	1,1	7,6	22,0
Cellulose	β-Glucosidase	6	18	48	4,6	6,3	9,0	2,5	0,8	3,4

POLYSACCHARIDES										
Substrats utilisés	Enzymes recherchées	Temps d'incubation en heures	LARVES L.						ADULTES	
			Mésentéron			Bol alimentaire		Déjections	Stomodéum	Mésentéron
			Poche gastrique	Zone tubulaire	Zone des cryptes	Poche gastrique	Zone tubulaire			
Amidon	Amylases	6	7,4	7,0	6,6	2,0	1,8	1,6	1,2	10,1
Pectine	Pectinases	6	4,5	3,0	2,8	3,4	1,4	1,3	1,6	6,9
Bianosé	Cellulases	6	0,8	0,6	0,4	0,5	0,5	0,2	0	0,07
Lichénine	Lichénase	6	0,6	0,2	0,1	1,1	0,7	0,3	0,1	0,6
Laminarine	Laminarinase	6	2,2	2,2	1	2,8	1,9	1,5	0	0,2
Inuline	β-Fructosidase	6	0,5	0,2	0,1	0,7	0,3	0	0	0
Glucmannane de Salep		6	1,0	0,6	0,6	1,4	1,6	0,6	0	0,1
Galactomannane	α-Galactosidase β-Mannanase	24	0,3	0,1	0,09	1,7	1,5	0,6	0	0,06
Xylane	Xylanase	72	10,1	9,4	6,2	4	3,2	1,8	1,2	3,1
Cellulose Halliwell	Cellulases	72	0,6	0,4	0,2	0,9	0,6	0,2	0	0
α-Cellulose Sigma	"	72	0,4	0,2	0,2					
Sigma coll Cellulose 50	"	72	0,5	0,2	0,1					
Avicellulose	"	72	0,6	0,5	0,4					

HETEROSIDES										
Substrats utilisés	Enzymes recherchées	Temps d'incubation en heures	LARVES L.				ADULTES			
			Mésentéron			Stomodéum	Mésentéron			
			Poche gastrique	Zone tubulaire	Zone des cryptes					
PNP D-D-Glucopyranoside	α-D-Glucosidase	30 mn	6,7	3,5	0,2	0,2	11,00			
PNP β-D-Glucopyranoside	β-D-Glucosidase	30 mn	6,6	1,2	0,6	0	0,09			
PNP α-D-Galactopyranoside	α-D-Galactosidase	"	0,05	0	0	0	0			
PNP β-D-Galactopyranoside	β-D-Galactosidase	"	1,6	0,2	0,07	0	0			
PNP α-D-Mannopyranoside	α-D-Mannosidase	"	0,8	0,02	0,02	0	0			
PNP α-D-Xylopyranoside	α-D-Xylosidase	"	0	0	0	0	0			
PNP β-D-Xylopyranoside	β-D-Xylosidase	"	0,5	0,04	0,02	0	0			
PNP α-L-Fucopyranoside	α-L-Fucosidase	"	0,03	0	0	0	0			
PNP β-L-Fucopyranoside	β-L-Fucosidase	"	0	0	0	0	0			

Les résultats sont exprimés en dixièmes d'heure

Ces résultats ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- les larves L₄ et les adultes possèdent un arsenal osidasiques susceptibles d'hydrolyse un grand nombre d'oligosaccharides de polysaccharides et d'hétérosides.

IL existe cependant une adaptation nutritionnelle très marquée chez chacun des deux stades biologiques étudiés :

- * grâce à leur équipement enzymatique agissant sur les hemicelluloses et les celluloses, les larves peuvent utiliser en partie ces composés complexes ;
- * l'adulte, par contre se caractérise par une importante activité -glucosidasique qui démontre la présence d'une fraction appréciable de glucides de réserve nécessaire pour le vol prolongé.

De façon générale, la poche gastrique de la larve constitue la portion dans laquelle s'effectuent les plus importantes hydrolyses enzymatiques. Dès que le bois pénètre dans l'intestin moyen, il subit l'action de plusieurs osidasiques; les substrats simples comme le saccharose sont rapidement hydrolysés, permettant à l'insecte de disposer d'une source d'énergie directement assimilable grâce au glucose et au fructose ainsi formés.

Par contre, les principales activités β -glucosidasiques , plus importante chez la larve que chez l'imago , se localisent dans la deuxième partie du mésentéron, facilitant de cette façon l'utilisation efficace du cellobiose qui apparaît lors de la transformation préalable de la cellulose par les cellulases.

V.- CONCLUSION GENERALE

En résumé nous pouvons dire que les résultats obtenus montrent l'existence d'un exemple d'adaptation morphologique, anatomique et enzymatique du tube digestif de l'insecte aux deux stades biologiques étudiés.

L'étude des variations pondérales des larves en vue de la détermination des différents coefficients d'alimentation nous a permis de connaître le rôle phagostimulant des composés flavoroïques et de préciser les caractéristiques physiques et chimiques du milieu trophique artificiel assurant la meilleure croissance et la meilleure survie des insectes.

Il est évident que l'équipement osidasique de la larve est un équipement adapté à la xylophagie par la présence dans le tube digestif d'enzymes agissants sur certains polyssacharides.

Cependant les larves, tout comme les adultes, utilisent de nombreux olygosaccharides qui constituent une source énergétique très importante pour l'insecte . Notons que lorsque les larves du 1er et du 2ème stade effectuent leur nutrition dans le phloème (première phase de l'alimentation) elles utilisent les glucides libres (glucose, fructose, saccharose) se trouvant dans la sève. Ces glucides directement assimilables constituent ainsi les éléments énergétiques indispensables au métabolisme hydrocarboré de la larve.

BIBLIOGRAPHIE

- BRADFORD M.M., 1976.- A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding.
Analytical Biochemistry, 72, pp. 248-254.
- CHARARAS C., COURTOIS J.E. et al., 1963.- Activités comparées des oxydases chez divers stades de deux insectes xylophages parasites des conifères.
Bull. Soc. Chim. Biol., 45, n°14, pp. 383-395.
- CHARARAS C., 1969 .- Biologie et écologie de Phoracantha semipunctata F (Col. Cerambycidae, xylophage) ravageur des Eucalyptus en Tunisie. Méthode de protection.
Ann. de l'INRF de Tunisie, vol 2, Fasc.3.
- CHARARAS C., 1979.- Ecophysiologie des insectes parasites des forêts, Edité par l'auteur Paris, 279 p.
- CHARARAS C., 1983.- Régime alimentaire et activités osidasiques des insectes xylophages .
Bull. Soc. Zool. de Fr, n°83 , 389-397.
- COURTOIS J.E. et POISSON J., 1960 .- Dosage du glucose dans les liquides biologiques . Méthode de Nelson et Somogyi - Sem.Hop. Paris, Suppl. Path. et Biol., 8, 825.
- COURTOIS J.E. et CHARARAS C., 1965 .- Les enzymes hydrolysant les glucides (hydrates de carbones) chez les insectes xylophages parasites des arbres forestiers.
In materiel und organismen, Beitz. 1, pp. 127-150.
- DAJOZ R., 1968 .- La digestion du bois par les insectes xylophages.
Année biol. 4ème série, 7, pp. 1-38.
- GABE M., 1968 .- Techniques histologiques. Masson et Cie, Editeurs, Paris VI.
- GILMOUR D., 1961 .- The biochemistry of insects . Acad. Press. New-York; pp. 40-51.

- GUENNELON G., 1967 .- L'alimentation artificiel des insectes.
Rev. Zool. Agri. Appl., 66 : 20-88.
- HELLER R., 1969 .- Biologie végétale.II. Nutrition et métabolisme
Masson et Cie. Paris, 878 p.
- HOUSE H.L., 1962 .- Insect nutrition, A. Rev. Biochem., 31,pp.653-
672.
- HUSSEINY M., MOUMEN A., 1978.- Distribution géographique et impor-
tance économique de *Phoracantha semipunctata*
F. (Col. Cerambycidae, xylophage) en Algérie
Rapport pour le MARA (INPV) 16 p.
- LISON L., 1960 .- Histochimie et cytochimie animale : principes
et méthodes, Gauthier-villar, Editeur , V.1,
397 p.
- MARTOJA A. et MARTOJA-PIERSON, 1967.- Initiation aux techniques de
l'histologie animale, Masson et Cie, Paris VI.
- PEARSE A.G.E., 1960.- Histochemistry theoretical and applied, Churchill
Edit. London 398 p.
- POLL M., 1932 .- Note sur la fonction des tubes de Malpighi des
Coléoptères, Bull. Ann. Soc. Bel., 71-72 , pp.103
109.
- SOMOGYI M., 1945 .- Determination of blood sugar, J. Biol. Chem.,160
pp. 69-73?
- WALDBAUER G.P., 1968.- The consumption and utilization of food by in-
sects, Adv. insect. Physiol., 5 : 229-288.
- WATERHOUSE D.S., 1957.- Digestion in insects, Ann. Rev.Ent., 2, pp.1-
18.
- WIGGLESWORTH V.B., 1942 .- The storage et protein, Fat, glucogen and
uric acid in the fat body and other tissues of
Mospuito larvae, J. Exp. Biol., 19, pp. 56-77.