

## LE TUBE DIGESTIF DE MYELOIS PHOENICIS.

par DOUMANDJI-MITICHE BAHIA

Maître-Assistante en Zoologie Agricole.

### RESUME.

Au dernier stade, la chenille présente un intestin antérieur caractérisé par une intima cuticulaire prenant différents aspects tout au long de cette région. Cette cuticule, à la partie la plus antérieure ne forme aucun repli. Ce n'est que bien plus bas que nous observons des replis cuticulaires, et des épines stomodéales.

L'intestin moyen de la chenille révèle plusieurs types cellulaires. Les plus caractéristiques sont les « goblet-cells » ou cellules à mucus ou encore cellules en gobelet. Celles-ci ont déjà été signalées chez *Hyalophora cecropia* par E. ANDERSON et W. R. HARVEY 1966. La lumière de ces dernières contient des produits d'excrétion, des vacuoles autolytiques et du mucus qui vont être rejetés dans la lumière de l'intestin moyen. Ce mucus protégerait probablement les microvillosités contre l'acidité du milieu. Notons aussi la présence de cellules prismatiques ou « Columnar-cells ». Les cellules sombres et les cellules claires rencontrées dans le mesenteron sont deux états physiologiques d'une même cellule. D'autres types cellulaires se joignent à ces dernières pour constituer l'épithélium de l'intestin moyen. Signalons entre autres les cellules à sécrétion macroapocrine, décrites par DE PRIESTER (1971) sur *Calliphora erythrocephala* et par G. PLANTEVIN et P. NARDON (1970) chez *Galleria mellonella*.

Cette sécrétion macroapocrine consiste dans le fait que la partie apicale, démunie de microvillosités, va voir sa membrane cytoplasmique se rompre. Ceci va permettre au cytoplasme de s'écouler dans la lumière de l'intestin moyen. Les cellules à vacuoles autolytiques contiennent en plus de ces vacuoles autolytiques à différents stades d'évolution, des figures myéliniques et des plages osmiophiles. Ce sont des cellules épithéliales âgées en dégénérescence décrites chez *Icerya purchasi* et *Planococcus citri* (FOLDI, 1972) et chez *Calliphora erythrocephala* (W. DE PRIESTER, 1972).

A l'état imaginal, *Myeloides phoenicis* présente un intestin moyen dont l'épithélium n'est formé que par un seul type de cellules. En effet ces dernières contiennent de nombreuses concrétions minérales occupant presque la totalité de la surface cellulaire. Ces sphérites sont généralement rencontrées dans les cellules malpighiennes. Mais ces mêmes structures ont été signalées par J. GOURANTON (1968) dans l'intestin moyen d'un Cercopide, par EHRHADT (1965) in GOURANTON (1968) dans les cellules mésentériques d'*Aphis fabae*, et par PEHANI, RAKOVEC et PIPAN (1969) dans l'intestin moyen de l'abeille. La taille, la structure et la densité de ces concrétions varient tout au long de la cellule.

Au stade larvaire, l'intestin postérieur présente une endocuticule caractéristique. Celle-ci, d'abord stratifiée, va prendre un aspect granuleux à nombreuses plages denses de différentes tailles. Le cytoplasme de ces cellules proctodéales présente des trainées noirâtres qui se concentreront à la base de la cuticule. Le passage de ces substances se fait au travers des microtubules et des macrotubules.

Les tubes de Malpighi ont une structure différente selon que l'on s'adresse à la chenille ou à l'imago. En effet au stade larvaire les cellules malpighiennes ne renferment presque pas de produits d'excrétions contrairement à celles de l'imago. Nous n'observons chez la chenille que de rares plages denses, ainsi que des vacuoles tantôt vides, tantôt renfermant un matériel sombre, qui sont des produits d'excrétion. Par contre, l'adulte présente dans le cytoplasme de ses cellules malpighiennes de nombreuses sphères contenant des produits d'excrétions, ainsi que des plages très denses et des figures myéliniques. Ces produits seront rejetés dans la lumière du tube de Malpighi.

## I. GENERALITES - MONTAGES IN TOTO.

Chez la plupart des Lépidoptères, il y a une différence d'aspect entre le tube digestif de la chenille et celui de l'imago.

Aux stades larvaires celui-ci est gros, rectiligne de la bouche à l'anus. A l'état imaginal il est plus mince et peut former des circonvolutions dans l'abdomen. Dans les deux cas on y distingue les trois parties habituelles: intestin antérieur, intestin moyen et intestin postérieur.

Pour la nomenclature nous nous sommes référés au travail de F. CHABOUSSOU (1937) sur *Ephestia elutella* Hübner, au stade larvaire et à l'état imaginal.

### A. CHEZ LA CHENILLE DE *M. PHOENICIS*.

Au stade larvaire, le tube digestif mesure 9,8 mm de long. Les trois parties qui le composent sont de longueurs sensiblement égales mais leur diamètre est très variable. Leur couleur l'est aussi.

L'intestin antérieur mesure 2,8 mm de long sur 0,2 mm de large. Il est transparent et présente en son centre, sur toute sa longueur une zone sombre, de couleur marron, représentant les débris de dattes ingérées par la chenille.

L'intestin antérieur, outre un court pharynx, est formé essentiellement d'un œsophage rectiligne et fin. Nous ne notons ni la présence d'un jabot ni celle d'un gésier qui, rapellons-le sont des lieux de réserve et de mastication.

Par contre ABDUL R. CHAUTANI et PHILIPS S. CALLAHAN (1967) signalent chez la chenille d'*Heliothis zea* (*Lepidoptera, Noctuidae*), l'existence d'un jabot.

Sans qu'elles aient de rapports avec le tube digestif on peut rapidement décrire ici les organes glandulaires céphaliques: glandes séricigènes, glandes de Lyonnet, glandes mandibulaires.

La première paire est représentée par deux glandes séricigènes. Celles-ci prennent naissance au niveau du labium et plus exactement de la filière, en un canal commun. Chacune de ces glandes mesure 12 à 15 mm de longueur et

est formé de trois parties. La partie la plus antérieure est le canal conducteur, mesurant  $25 \mu$  de diamètre. La partie moyenne est représentée par le réservoir dont le diamètre atteint 0,1 mm. La zone distale lui faisant suite est la région sécrétrice. Comme leur nom l'indique ces glandes ont pour rôle l'élaboration de la soie.

Le rôle physiologique de la soie est discuté. La soie a été considérée d'abord comme une sécrétion utile, servant à la chenille de dernier stade à confectionner le cocon soyeux protégeant la chrysalide; puis comme une excrétion, la soie étant alors un produit de déchet inutile ou même nuisible dont la chenille doit se débarrasser. Le rôle excréteur des glandes séricigènes apparaît d'autant plus probable que les organes normalement responsables de l'excrétion protidique, les tubes de Malpighi, élaborent de la soie chez de nombreuses espèces d'insectes; notamment les Planipennes et les Coléoptères (P. ALLEGRET, 1956).

La seconde paire des glandes annexes est constituée par les glandes mandibulaires. Celles-ci, comme leur nom l'indique, prennent naissance à la base des mandibules. Ces glandes font 20 mm de long et parfois plus, se composent de trois parties: une partie distale, fine et longue, une partie moyenne à diamètre important appelée réservoir et une partie proximale dénommée canal.

Chez les *Anthophoridæ*, les trois régions composant ces glandes mandibulaires diffèrent de ce qui a été vu chez les chenilles des Lépidoptères. Elles se présentent sous la forme de deux masses saciformes blanchâtres formées chacune d'une glande qui se jette dans le réservoir par un canal. Le réservoir revêt l'aspect d'une poche mince déformable et paraît déboucher dans la mandibule par une formation chitineuse (Y. HEROIN et F. RAMADE, 1970). BORDAS in CHABOUSSOU (1937) considère que les glandes mandibulaires ont une double fonction, à la fois digestive et surtout défensive chez *E. elutella*.

La troisième paire de glandes est représentée par les glandes de lyonnet. Celles-ci sont représentées par deux masses marron, ne présentant aucun canal glandulaire et se situant à la hauteur de la base de la capsule céphalique. Ces deux masses mesurent 0,12 mm de long sur 0,6 mm de large. D'après ALLEGRET P., 1948, ces glandes augmentent de volume tout en gardant le même nombre de cellules chez *Galleria mellonella*.

L'intestin moyen mesure 4,2 mm de longueur. Il est formé de deux régions de couleur et d'épaisseur différentes.

La première, de 3,2 mm de long est la partie la plus volumineuse du tube digestif. Son diamètre peut atteindre 0,9 mm. Elle est remplie d'une substance marron foncée qui représente les aliments à un certain stade de leur digestion. Cette première région est suivie, après un étranglement, d'une seconde partie, plus courte et transparente. Son diamètre atteint 0,28 mm environ.

L'intestin postérieur fait suite à l'intestin moyen après un étranglement de cette dernière région. Il mesure 2,5 mm de long sur 0,35 mm de diamètre il se présente sous une couleur claire, presque transparente. Sa partie basale se dilate en un rectum de couleur jaune-orangé et d'épaisseur atteignant 0,46 mm.

A la partie antérieure du proctodeum s'insèrent 6 tubes de Malpighi, 3 de chaque côté, réunis par un canal commun. Ceux-ci remontent jusqu'à la moitié du mesenteron, forment une boucle puis redescendent jusqu'à la partie postérieure du proctodeum. Leurs extrémités vont se rabattre dans la tunique du rectum selon un dispositif cryptonéphrédie. Ils se présentent sous la forme de tube blanchâtres ayant sensiblement partout le même diamètre  $46\mu$ , mais d'aspect sinueux.

#### B. CHEZ L'ADULTE DE *M. PHOENICIS*.

Le tube digestif de l'imago est presque aussi long que celui de la chenille mais bien plus mince, mesurant en effet 9 mm.

L'intestin antérieur mesure 2,5 mm de long. Il est transparent sauf à sa partie distale. L'œsophage se présente sous forme d'un tube étroit. Notons aussi la présence d'un sac pyriforme, transparent, le « jabot ». Ce dernier est de grande taille 2,4 mm. Son rôle est peu connu. Déjà en 1921, BORDAS L. signale comme l'un des caractères principaux chez l'imago des Lépidoptères la présence d'un appendice latéral ou jabot. Chez *Rhyncolus* (*Coleoptera-Curculionidae*), (P. PESSON et C. CHARARAS, 1955), le jabot est un court segment compris entre l'œsophage et le gésier, ne formant aucun diverticule comme chez les imagos des Lépidoptères.

Nous n'avons pas observé lors des dissections de l'imago de *Myelois phœnicis*, la présence de glandes salivaires. Par contre celles-ci ont été signalées par ABDUL R. CHAUTANI et PHILIPS S. CALLAHAN (1967) sur *Heliothis zea* (*Lepidoptera, Noctuidæ*). Ces mêmes glandes se retrouvent chez les Diptères, même aux stades larvaires, notamment chez *Hypoderma bovis* (Diptère, Oeufiforme) (C. BOULARD, 1969).

L'intestin moyen mesure quant à lui 1,5 mm de long sur 0,36 mm. Son contenu est orangé. Des cryptes, de couleur plus foncée, se localisent sur presque toute la surface de cette région.

L'intestin postérieur est formé d'abord d'une partie mince sensiblement rectiligne, de couleur claire presque transparente. Sa longueur est de 4 mm sur 0,14 mm.

Cette zone débouche dans la partie subterminale du rectum et est appelée « réservoir stercoral » par plusieurs auteurs. C'est dans celle-ci que se forme et s'accumule le meconium, liquide chargé d'acide urique, que le papillon rejette après avoir subi sa mue imaginale.

Au passage de l'intestin moyen à l'intestin postérieur vont se situer des tubes de Malpighi. Ils sont au nombre de six. Ils s'insèrent symétriquement, à raison de trois de chaque côté, venant se réunir en un canal commun de sorte qu'ils ne s'ouvrent dans le tube digestif que par une paire d'orifices. Ceux-ci transparents, mesurent  $40 \mu$  de diamètre. Ils remontent jusqu'à la partie antérieure de l'intestin moyen, se coudent puis redescendent suivant le trajet inverse. Ils se séparent du tube digestif, l'extrémité de chacun d'eux flottante dans l'hémocoèle.

## II. DONNEES ULTRASTRUCTURALES SUR LE TUBE DIGESTIF DE MYELOIS PHOENICIS.

Dans ce chapitre nous allons faire une étude sur les trois parties du tube digestif de la chenille de *Myelois phoenicis* ainsi que les tubes de Malpighi. Du point de vue de l'ultrastructure de l'appareil digestif de l'imago, le temps limité dont nous avons disposé à l'I.N.A. à Paris ne nous a permis de voir que l'intestin moyen et les tubes de Malpighi.

### A. L'INTESTIN ANTERIEUR DE LA CHENILLE DE MYELOIS PHOENICIS.

#### a) *Structure générale.*

L'intestin antérieur est formé essentiellement d'un œsophage, tube rectiligne et large par rapport à celui de l'adulte qui est mince. En coupe semifi-ne, nous constatons que la lumière intestinale, d'abord étroite, va s'élargir, tout en gardant sa forme étoilée résultant de la présence de huit replis. Elle est bordée par une cuticule épaisse. L'épithélium œsophagien suit les replis cuticulaires et est entouré par une importante gaine musculuse. Cette dernière joue essentiellement un rôle dans les mouvements péristaltiques assurant ainsi le transport et le cheminement des aliments ayant été broyés préalablement. Cette nourriture est formée de particules de dattes sèches arrachées à l'aide d'une puissante paire de mandibules.

Nous n'avons décélé, lors des dissections, ni jabot ni gésier visibles différenciés chez la chenille de *M. phoenicis*.

Par contre il nous a été possible d'observer la présence d'épines à la partie postérieure de l'intestin antérieur.

#### b) *Les différents aspects de la cuticule de l'intestin antérieur.*

La surface apicale de toutes les cellules de l'intestin antérieur est recouverte par une intima cuticulaire. Celle-ci a une épaisseur variant entre 9 et  $10 \mu$ . Signalons que chez *Hyalophora cecropia* (JUDY K. J. et GILBERT L. I., 1970),

au stade larvaire, la cuticule stomodéale a la même épaisseur que celle de *Myelois phœnicis*, et également possède des épines. A la partie la plus antérieure du stomodeum, la cuticule bordant la lumière intestinale ne forme aucun repli (Pl I, a et b). Celle-ci est formée de trois couches: l'épicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule. L'épicuticule, très mince, 570 Å, est la plus sclérotinisée. L'exocuticule, de 0,76 µ à 1,14 µ d'aspect granuleux, contient de nombreuses plages denses ainsi que des filaments exocuticulaires sclérotinisés orientés perpendiculairement à la surface cuticulaire et mesurant 116 Å de diamètre. L'endocuticule de 6,67 µ d'épaisseur a une structure fibreuse, à disposition toujours régulière, la concavité des fibres étant toujours dans la même direction. Une dizaine de strates sont ainsi observées à ce niveau. Les premières, présentant quelques plages denses forment chacune une couche de 0,67 µ à 1,05 µ. L'épaisseur de chaque strate endocuticulaire restante est de 0,38 µ à 0,48 µ.

BOULIGNAND (1965) in BARBIER (1971) interprète cette structure en montrant qu'une strate endocuticulaire est constituée de plusieurs microstrates de quelques centaines d'Angströms d'épaisseur chacune. Chaque microstrate est formée à son tour de microfibrilles, parallèles entre elles. Un angle de quelques degrés est formé entre une microfibrille d'une microstrate et celle d'une autre microstrate. Ce même aspect endocuticulaire a été décrit par R. BARBIER (1971) dans le tégument de *Galleria mellonella*. Ce même auteur suppose que l'endocuticule est déposée sous une forme granuleuse ou couche dite de Schmidt qui deviendrait fibreuse ultérieurement (R. BARBIER, 1968).

A un niveau plus postérieur de l'intestin antérieur nous voyons que la cuticule présente quelques replis peu accentués, en saillie dans la lumière intestinale (Pl. I, c.).

A ce niveau, l'épicuticule possède une épaisseur et une sclérotinisation qui diffèrent de ce qui a été déjà signalé. Celle-ci est composée essentiellement de la cuticuline comprenant trois couches de densités différentes: La couche externe, très mince est la plus sclérotinisée. La couche intermédiaire se présente sous l'aspect d'un feuillet clair. La partie sous-jacente, la plus épaisse, est très dense aux électrons, (FOLDI, 1972). L'exocuticule contient plusieurs nodules sclérotinisés ainsi que de nombreux filaments orientés les uns perpendiculairement, les autres parallèlement à la surface cuticulaire. Sous cette dernière, se situe une zone de transition de  $69 \times 10^2$  Å d'épaisseur contenant des nodules denses de  $7,35 \times 10^2$  à  $54 \times 10^2$  Å de long sur  $7,35 \times 10^2$  à  $20 \times 10^2$  Å de large. Cette région comprend aussi des filaments.

Nous avons observé des modifications dans la régularité de la structure fibreuse de l'endocuticule. On pourrait penser que de telles modifications sont dûes soit à un mode de dépôt cuticulaire différent soit qu'au niveau de la coupe, la cuticule au lieu d'être lisse va présenter des rugosités et des

reliefs. L'intestin antérieur, à un niveau plus postérieur, se compose d'une endocuticule d'aspect autre que précédemment (PL II).

Celle-ci ne montre plus de stratifications, son épaisseur est irrégulière. A certains endroits, un espace existe entre cette endocuticule et l'épithélium stomodéal (Pl III, a). Cet espace sous-cuticulaire de  $0,83 \mu$  à  $3,33 \mu$  de large sur  $15,63 \mu$  de long s'observe là où l'endocuticule est la plus épaisse c'est à dire  $7,92 \mu$ . Il semble renfermer des substances d'aspect filamenteux ou granuleux. Ces structures, de nature probablement protéinique, sont interprétées comme étant des formations paracrystallines (R. BARBIER, 1967).

### c) *L'épithélium stomodéal.*

Les cellules épithéliales n'ont pas toutes la même épaisseur. En effet celles-ci constituent une assise simple qui par endroits est très mince de  $3,75 \mu$  de large, mais peut atteindre  $16,25 \mu$  à d'autres endroits. Ces cellules de l'intestin antérieur sont reliées latéralement les unes aux autres par divers dispositifs. Nous retrouvons les types classiques de jonction intercellulaire: les desmosomes cloisonnés ou desmosomes septaux, *zonula occludens* et *zonula adhaerens*.

Rappelons que l'expression « desmosomes septaux » caractérise une région où les deux membranes plasmiques sont réunies par des lamelles parallèles à trois feuillettes, appelées « Septa ». Ces derniers sont moins épais que les membranes cellulaires.

D'après GOURANTON (1967), le septum est constitué par deux évaginations symétriques des feuillettes externes des membranes cellulaires, MESSIER et SANDBORN (1967) in FOLDI (1972) supposent que ces desmosomes cloisonnés, possédant un composant filamenteux, peuvent permettre le passage de ces filaments de la membrane plasmique d'une cellule à une autre. Les « desmosomes cloisonnés » sont les plus communément représentés. Ils se situent surtout à la partie apicale des cellules (Pl III, 6) mais peuvent se retrouver à d'autres niveaux de la hauteur cellulaire. NOIROT C. et NOIROT-TIMOTHEE C. (1967) signalent qu'on observe ce type de desmosomes cloisonnés en particulier entre les cellules épithéliales du stomodéum. D'après ces mêmes auteurs, la « *zonula continua* » ou jonction continue est définie comme étant formée d'un parallélisme strict des membranes cellulaires contigües. L'espace intercellulaire résultant est rempli par un matériel dense, finement granuleux.

La « *zonula adhaerens* » présente quant à elle un espace intercellulaire contenant un matériel clair avec une bande axiale plus dense.

L'épithélium de l'intestin antérieur semble présenter des cellules à cytoplasme clair, d'autres à cytoplasme dense: mais toutes deux présentant les mêmes éléments ultrastructuraux.



Cependant, les cellules à cytoplasme dense, présentent de nombreux ribosomes. Ces derniers forment souvent des polysomes rencontrés dans tout l'espace cellulaire. Nous observons aussi des lamelles ergastoplasmiques. Les mitochondries se localisent dans toute la cellule mais surtout à la partie apicale. Ces mitochondries peuvent avoir une forme allongée ou arrondie, une taille relativement grande,  $0,95 \mu$  sur  $0,17 \mu$ , leur matrice est très dense. Notons qu'à leur partie apicale, les cellules épithéliales présentent des microvillosités visibles surtout dans ces cellules sombres, ainsi que des digitations plus importantes de  $21 \times 10^2 \text{ \AA}$  à  $123 \times 10^2 \text{ \AA}$  sur  $6,17 \times 10^2 \text{ \AA}$  s'enfonçant dans l'endocuticule.

Les cellules à cytoplasme clair se caractérisent par une densité cytoplasmique faible. Les ribosomes sont moins représentés que dans les cellules à cytoplasme dense. Néanmoins ils se révèlent abondants à la partie apicale de ces cellules au niveau des digitations, sous forme de polysomes et sur les lamelles ergastoplasmiques. Les mitochondries sont de taille moins importante que précédemment. Leur matrice paraît moins dense. Quelques vésicules sont visibles, émanant probablement des corps de Golgi. Signalons aussi la présence de microtubules. Ceux-ci sont isolés ou groupés par paquets de deux ou trois mais jamais en faisceaux serrés. Coupés transversalement, ils présentent un contour circulaire de  $248 \text{ \AA}$  de diamètre (Pl III, b.).

Les microtubules et leurs fonctions ont été abordés par DUSTIN (1972). Ces organites sont caractérisés par un diamètre régulier variant de 200 à 300  $\text{ \AA}$  et une très grande longueur, plusieurs  $\mu$  et davantage. Ces tubules, ainsi appelés parce que leur centre est le plus souvent clair, ne sont jamais ramifiés. Ces microtubules interviennent au niveau cellulaire comme cytosquelette et comme guide de mouvements intracellulaires. Ils peuvent remplir donc des fonctions de soutien, donnant à certaines cellules leur forme caractéristique. Par ailleurs, la présence à leur surface de petites excroissances reliant les microtubules entre eux ou à d'autres structures font qu'ils interviennent dans les mouvements intracellulaires.

Ces deux types de cellules, malgré la différence de densité de leur cytoplasme, semblent avoir le même rôle. Des trainées noirâtres, provenant du cytoplasme, vont passer au travers des microvillosités et des digitations pour se retrouver dans l'endocuticule. Nous supposons que ces substances vont être rejetées dans la lumière intestinale. Une lame basale sépare ces cellules épithéliales de la gaine musculieuse.

#### d) *La musculature.*

Au niveau de l'intestin antérieur la gaine musculieuse est importante vu le rôle de cette partie: mastication et brassage des aliments. Nous retrouvons les deux types de muscles, longitudinaux internes et circulaires externes.



La contraction des muscles circulaires permet le rétrécissement de la lumière intestinale, entraînant le broyage des particules alimentaires. La contraction des muscles longitudinaux favorise l'avancement et la progression du bol alimentaire vers le mesenteron où va se réaliser la digestion chimique.

La gaine musculuse dépasse souvent la hauteur des cellules stomodéales. Chaque faisceau mesure en moyenne  $10,4 \mu$  sur  $5,6 \mu$ . De nombreux faisceaux de muscles longitudinaux se réunissent pour former une couche entourant l'intestin antérieur. Chaque faisceau, vu à plus fort grossissement, se révèle formé de nombreuses fibres musculaires. Le sarcoplasme périphérique de chaque faisceau est plus abondant du côté externe et contient de très nombreuses mitochondries, de taille et de forme différentes. En effet leur taille varie de  $0,31 \mu$  à  $1,04 \mu$  de long sur  $0,31 \mu$  de large. Le sarcolemme enveloppe l'ensemble de ces faisceaux de fibres.

Cette membrane sarcoplasmique est séparée, le plus souvent de la lame basale des cellules épithéliales, par un espace peu important. Néanmoins, (sur la planche III, c) nous voyons que la membrane sarcoplasmique et la lame basale sont très rapprochées. En effet, à ce niveau le faisceau musculaire envoie des ramifications, contenant un matériel dense, et semblent réaliser ainsi un mode d'ancrage. Cette hypothèse a été formulée vu que le matériel dense rencontré dans les « racines du muscle » se retrouve dans l'endocuticule. Ces mêmes traces se rencontrent dans le cytoplasme cellulaire se situant entre les muscles et l'endocuticule. Sur le parcours de ces trainées, les mitochondries sont rares. Par contre, ces dernières se situent de part et d'autre de ces trainées en grand nombre, ainsi que des vésicules golgiennes et des microtubules. Des formations tonofibrillaires analogues au niveau des insertions des muscles circulaires sur l'intima cuticulaire du gésier de *Carausius morosus* (Chéleutoptère) ont été observées par M. L. BONNANFANT (1971).

#### e) *Les Epines stomodéales.*

Nous avons pu observer, à une certaine hauteur de l'intestin antérieur, la présence d'épines (Pl III, d). Cette région correspond probablement au « gésier » qui d'ailleurs n'a pu être décélé morphologiquement sur des dissections in toto. Le contour de ces épines est formé de l'épicuticule stomodéale très sclérotinisée, l'intérieur contenant un matériel exocuticulaire dense et parfois endocuticulaire. A ce niveau l'endocuticule est stratifiée et forme une couche relativement épaisse. La base de ces épines est renforcée par la présence de « racines » denses qui semblent traverser toute la cuticule pour se retrouver probablement sur l'épithélium. Ainsi, indirectement, ces épines de  $5,92 \mu$  de long sur  $2,83 \mu$  de large sont en liaison avec la musculature.

De ce fait les contractions musculaires vont se propager et traverser les cellules épithéliales ainsi que la cuticule, et atteindre les épines stomodéales,

provoquant leurs mouvements. Ainsi se réalisera le déchiquettement des aliments ingérés par la chenille.

## B. L'INTESTIN MOYEN DE LA CHENILLE DE *MYELOIS PHOENICIS*.

### a) *Introduction.*

L'ultrastructure de l'intestin moyen chez les Insectes a fait l'objet de nombreuses études; sur les Odonates (ANDRIES, 1970), sur les Diptères (WATERHOUSE D. F. et WRIGHT M. 1960), (H. HECKER, T. A. FREYVOGEL, H. BRIEGEL et R. STEIGER 1971); (W. DE PRIESTER, 1972) (W. STAUBLI, T. A. FREYVOGEL, J. SUTER 1976). L'étude de l'intestin moyen chez les lépidoptères a été faite par PIANTEVIN G. et NARDON P. (1970) sur *Galleria mellonella*. Mais nous n'avons trouvé aucune étude ultrastructurale de cette région faite sur les genres de la sous famille des *Phycitinae* et spécialement sur *Myelois*.

L'épithélium de l'intestin moyen de la chenille de *M. phœnicis* est formé de plusieurs types cellulaires, contrairement à l'adulte qui, comme nous le verrons ultérieurement, ne présente qu'un seul type de cellule.

En coupe semi-fine (Pl IV, a), les cellules épithéliales, possèdent une forme allongée et effilée, leur hauteur varie entre 93 et 140  $\mu$ . Celles-ci sont enveloppées extérieurement par une lame basale suivie d'une faible couche musculaire. Cet épithélium est bordé intérieurement, vers la lumière, de microvillosités formant une bordure en brosse.

Signalons que la structure fine de la bordure en brosse de l'intestin moyen chez les insectes a été décrite par C. NOIROT et C. NOIROT-TIMOTHEE (1972). Elle est interrompue par endroits par la présence de « goblet cells » s'ouvrant sur la lumière intestinale. En effet, au niveau de ces cellules les microvillosités tapissant la base et les côtés de chaque « goblet cell » délimitent ainsi une lumière cellulaire renfermant souvent des corps myéliniques ainsi que du mucus qui seront rejetés ultérieurement dans la lumière intestinale.

Chez les chenilles de *M. phœnicis*, ce type de cellules a pour rôle la sécrétion du mucus qui protégerait probablement les microvillosités contre l'acidité du milieu.

D'autres types cellulaires se joignent à ces « goblet cells » pour constituer l'épithélium. C'est ce que nous allons aborder dans le paragraphe suivant.

### b) *Les différents types cellulaires de l'intestin moyen.*

1) Les « goblet cells » sont les cellules en gobelet ou cellules à mucus très caractéristiques. Celles-ci ont été signalées par EVERETT-ANDERSON et WILLIAM R. HARVEY en 1966 chez *Cecropia*, au stade larvaire.

Chez *M. phœnicis*, (Pl IV, b), ces cellules de 9,39  $\mu$  de long sur 12,25  $\mu$  de large s'ouvrent à leur partie apicale sur la lumière intestinale grâce à un

canal formé d'unités ressemblant à des villosités mais qui en fait dérivent d'une projection cytoplasmique. Les parois latérales de ces cellules sont formées d'une très mince couche cytoplasmique allant de  $0,64 \mu$  à  $1,54 \mu$  d'épaisseur et renfermant des mitochondries de  $0,26$  de large sur  $0,77 \mu$  de long. Ce cytoplasme émet des microvillosités qui à ce niveau sont espacées et peu développées. La base des cellules à mucus est tapissée d'un cytoplasme contenant généralement un noyau aplati et mince ainsi que de nombreuses mitochondries et quelques vésicules golgiennes. Sur la majeure partie de la cavité cellulaire s'observent des projections cytoplasmiques contenant des mitochondries. Les microvillosités, à ce niveau (Pl IV, d.), sont plus abondantes et plus grandes de  $1,9 \mu$  à  $3,46 \mu$  de long. Ces parois vont délimiter une cavité cellulaire qui est en relation avec la lumière intestinale par un canal cité précédemment. Cette cavité contient presque toujours des vacuoles autolytiques ainsi que du mucus qui sont destinés à être rejetés dans le mesenteron (Pl IV, c.). Une membrane cytoplasmique basale, présentant de nombreuses invaginations, délimite la cellule à mucus.

2) Les « *Columnar cells* » sont des cellules prismatiques situées de part et d'autre des « *goblet cells* ». Celles-ci, à leur partie apicale, présentent de nombreuses et longues microvillosités. Latéralement, à leur partie antérieure, une *zonula adhaerens* et une *zonula occludens* les relient à la cellule à mucus (Pl IV, b). Le cytoplasme des cellules colonnaires est abondant et contient des mitochondries surtout à sa partie basale, au niveau des invaginations de la membrane cytoplasmique. Des vésicules golgiennes, des microtubules ainsi que des ergastoplasmes s'observent. Un noyau allongé est généralement rejeté vers la partie basale de la cellule.

3) *Cellules « claires »* et *cellules « sombres »*. La (Pl V, a) révèle la présence chez *M. phoenicis*, de deux types de cellules épithéliales. Les unes présentent un cytoplasme dense avec de nombreuses plages noires. Des ribosomes sont présents en grand nombre s'organisant souvent pour former des polysomes. Des vésicules golgiennes de  $0,1 \mu$  à  $0,5 \mu$  de diamètre sont visibles sur toute la surface cellulaire. La partie apicale de la cellule épithéliale est bordée de nombreuses microvillosités formant une bordure en brosse. Une membrane cytoplasmique latérale sépare cette cellule sombre d'une autre cellule épithéliale claire. En effet cette dernière présente une densité cytoplasmique beaucoup plus faible due à la faible teneur en ribosomes; quelques vésicules golgiennes sont visibles. Les microvillosités de  $0,16 \mu$  de diamètre sont aussi importantes que celles préalablement citées. Les caractères distincts de ces deux types de cellules correspondent vraisemblablement à deux états physiologiques différents d'une même cellule.

La membrane cytoplasmique basale de toutes ces cellules forme des inva-

ginations délimitant entre elles une mince couche cytoplasmique renfermant de nombreuses mitochondries (Pl V, b).

4) *Cellules à sécrétion macroapocrine*. Quelques cellules épithéliales de l'intestin moyen vont présenter une partie apicale démunie de microvillosités et possédant des protubérances cytoplasmiques, (Pl V, c). Ces dernières sont formées d'une substance homogène dépourvue d'organites cytoplasmiques. La membrane cytoplasmique apicale se rompt. Ceci va permettre au cytoplasme de s'écouler dans la lumière intestinale: c'est un mode de sécrétion macroapocrine.

Les masses cytoplasmiques rejetées dans la lumière ont des dimensions variables;  $1,15 \mu$  sur  $1,93 \mu$ , parfois celles-ci sont plus importantes et atteignent  $4,36 \mu$  sur  $5 \mu$ .

Les modes de sécrétion ont été signalés chez *Calliphora erythrocephala* (DE PRIESTER, 1971) et chez la chenille de *Galleria mellonella* (G. PLANTEVIN et P. NARDON, 1970). Ces derniers auteurs ont décrit et comparé les différents modes de sécrétion (mérocrine, apocrine...). Les cellules à sécrétion mérocrine émettent, en plus des vésicules métachromatiques, des filaments protéiques et des particules ribonucléoprotéiques, fragments de leur cytoplasme. Lors de la sécrétion apocrine, en plus de ces vésicules, filaments et particules rejetés vont s'ajouter des fractions saccharidiques et protéiniques.

Selon TCHANG-YUNG-TAI (1929), in PLANTEVIN et NARDON (1970) les phénomènes de bourgeonnement ou de désintégration apicale devraient être assimilés à une phase de dégénérescence, faisant suite à l'excrétion des ferments. Signalons que le reste du cytoplasme contient de nombreuses lamelles ergastoplasmiques ainsi que des microtubules et quelques vésicules golgiennes.

5) *Cellules à vacuoles autolytiques*. A certains niveaux de l'intestin moyen, les cellules épithéliales âgées, en dégénérescence, vont présenter un cytoplasme ne contenant pratiquement que des vacuoles autolytiques à différents stades (Pl V, d et e). Des vacuoles autolytiques simples sont formées par l'accumulation progressive des plages osmiophiles ainsi que des figures myéliniques. Les vacuoles complexes se forment par adjonctions successives de nouvelles zones de lyse et de corps résiduels. La forme et le contenu de ces inclusions sont en liaison avec la nature et le degré de lyse de leur contenu. La membrane limitant ce cytolysosome peut se former soit au dépens d'un fragment du réticulum endoplasmique soit de la fusion des vésicules golgiennes.

D'après BEAULATON (1967) une vacuole autolytique se forme grâce à un saccule ergastoplasmique qui va entourer progressivement une portion du cytoplasme contenant des vésicules ergastoplasmiques, une mitochondrie et des ribosomes. Par suite, le contenu de la vacuole subit de profondes transformations par l'action des hydrolases. Le contenu de la vacuole autolytique âgée ne renferme plus que des formations lamellaires et un matériel granulaire

dense. Une partie des corps myéliniques dérive des vacuoles autolytiques âgées par isolement des systèmes lamellaires.

Ces mêmes types d'inclusions ont été décrits dans le tissu adipeux de *Periplaneta americana* (GHARAGOZLOU L. D., 1969 et 1970).

Les microvillosités, au niveau de ces cellules, sont peu nombreuses et ce en relation avec l'âge cellulaire. En effet l'abondance des microvillosités varie non seulement en fonction de l'activité sécrétoire de la cellule mais aussi en fonction de l'âge cellulaire.

Ces mêmes cellules ont été décrites par FOLDI (1972) chez *Icerya purchasi* et *Planococcus citri* et par W. DE PRIESTER (1972) sur *Calliphora erythrocephala*.

### C. L'INTESTIN POSTERIEUR DE LA LARVE DE MYELOIS PHOENICIS.

En coupe semi-fine (Pl VI, a et b) l'intestin postérieur de 320  $\mu$  sur 560  $\mu$  révèle la présence d'une lumière intestinale large. Cette dernière est bordée d'un épithélium formant de nombreux replis intestinaux. Ceux-ci mesurent 48  $\mu$  à 112  $\mu$  de long sur 16  $\mu$  à 40  $\mu$  de large. En effet, la surface apicale des cellules épithéliales n'est pas régulière mais présente des saillies plus ou moins longues et contournées. A plus fort grossissement, les cellules apparaissent revêtues d'une intima cuticulaire épaisse. Sous celle-ci, les cellules épithéliales forment une mince couche épousant les contours cuticulaires. Une gaine musculieuse importante enveloppe l'ensemble. Signalons que les muscles circulaires sont externes alors que les longitudinaux sont internes.

#### a) *La cuticule de l'intestin postérieur.*

L'intima cuticulaire, au niveau de l'intestin postérieur, est relativement épaisse variant entre 2  $\mu$  à 9  $\mu$  et peut présenter différentes structures et notamment deux structures très nettes qui s'opposent (Pl VI, c).

La (Pl VII, b.) nous montre une épicuticule non lisse mais présentant des reliefs irréguliers, festonnés. Cette épicuticule est très sclérotinisée mesurant  $8,2 \times 10^2$  Å à  $19 \times 10^2$  Å. L'exocuticule est formée d'une couche à aspect vacuolaire de 0,16  $\mu$  à 0,82  $\mu$ . Sous cette dernière l'endocuticule se présente sous un aspect d'abord stratifié. Ces stratifications sont en fait l'accumulation de granules formant une couche variant entre 0,57  $\mu$  et 2,28  $\mu$ . Sous cette couche l'endocuticule va prendre un aspect granuleux à épaisseur plus importante que précédemment: 1,3 à 4,5  $\mu$  et présentant de nombreuses plages denses de différentes tailles allant de 0,57  $\mu$  à 1,39  $\mu$  de long.

Ces plages sont formées probablement par l'accumulation de granules denses visibles à la base de l'endocuticule et qui, à cet endroit, forme une couche épaisse et régulière.

Ces produits proviendraient probablement du cytoplasme épithélial, traverseraient les replis de la membrane cytoplasmique apicale pour s'accumuler à la base de la cuticule. De là, ces produits peuvent cheminer à travers l'endocuticule en y formant des plages denses puis des stratifications.

La (Pl VII, a) révèle un autre aspect de l'intima cuticulaire. Seule l'épicuticule a gardé les mêmes épaisseur et densité par rapport à ce que nous avons déjà vu. L'exocuticule, tout en gardant un aspect vacuolaire, est sensiblement plus épaisse. Une différence très nette apparaît au niveau de l'endocuticule qui atteint à ce niveau  $1,94 \mu$  à  $3,44 \mu$ . En effet, cette dernière présente une dizaine de strates très sclérotinisées formées de matériel dense provenant du cytoplasme des cellules épithéliales correspondantes. A la base de cette intima cuticulaire sont visibles des trainées sombres. Celles-ci sont dirigées vers la surface cuticulaire et proviennent du cytoplasme après avoir traversé la membrane cytoplasmique basale.

Depuis certains endroits de la zone musculaire une substance dense semble traverser les membranes basales, et cytoplasmique basale. Dès lors, nous notons la présence de nombreux microtubules de  $223 \text{ \AA}$  à  $278 \text{ \AA}$  de diamètre. Nous pensons que la matière dense emprunte des microtubules en direction de la cuticule. Aux approches de cette dernière, nous avons observé une confluence de cette substance sombre dans un petit nombre de macrotubules de  $1000 \text{ \AA}$  à  $1400 \text{ \AA}$  de diamètre, qui permettraient son passage au travers de la membrane cytoplasmique apicale vers l'endocuticule. D'après DUSTIN (1972), le diamètre des microtubules varie de  $200 \text{ \AA}$  à  $300 \text{ \AA}$ . De ce fait, nous avons proposé pour les tubules de  $1000 \text{ \AA}$  à  $1400 \text{ \AA}$  de diamètre, l'appellation de macrotubules.

#### b) *Les cellules épithéliales.*

A chacun des deux types de l'intima cuticulaire correspond une structure épithéliale (Pl VI, c). En effet, là où l'endocuticule présente un aspect stratifié suivi d'une zone granuleuse à plages sclérifiées, les cellules sous-jacentes vont présenter des membranes cytoplasmiques apicales et basales possédant toutes deux des invaginations et des replis renfermant une portion cytoplasmique contenant des mitochondries (Pl VII, c). Ceci a été observé dans les papilles rectales d'un termitte (C. NOIROT et C. NOIROT-TIMOTHEE, 1966). Ces derniers attribuent à ce système un rôle dans le transport actif des ions. Les mitochondries sont étroitement accolées aux invaginations de la membrane; l'espace qui les en sépare est de  $260 \text{ \AA}$ . Ces mitochondries mesurent  $0,88 \mu$  à  $1,56 \mu$  de longueur sur  $0,11 \mu$  à  $0,20 \mu$  de largeur. Leur matrice est sombre. Les crêtes mitochondriales sont séparées par une distance de  $585 \text{ \AA}$ . Cette double invagination a été observée par R. AUBRY (1971) dans l'intestin postérieur de *Locusta migratoria* L.

Notons que le cytoplasme de ces cellules est à aspect dense et ceci est dû à la présence de nombreux ribosomes. Des vésicules golgiennes s'observent ainsi que des particules sombres. Un autre type cellulaire de  $10,4 \mu$  à  $16,4 \mu$  se joint à ce dernier pour former l'épithélium. La différence réside en l'absence, dans ce cas, de la double invagination cytoplasmique apicale et basale. En effet, la membrane cytoplasmique apicale ne présente pas de replis. Seule la membrane cytoplasmique basale forme des invaginations atteignant  $5 \mu$  de long, occupant parfois le tiers de l'épaisseur cytoplasmique et renfermant de nombreuses mitochondries. A partir de ce niveau des trainées noirâtres formées de particules denses vont traverser tout le cytoplasme pour se concentrer à la base de la cuticule, comme nous l'avons déjà dit. De là elles passeront dans l'endocuticule et formeront des strates avant de traverser l'exocuticule et l'épicuticule où il existerait probablement des pores. Ces produits seraient rejetés dans la lumière intestinale. Notons que le cytoplasme de ces cellules est clair et renferme de nombreuses mitochondries.

#### D. ULTRASTRUCTURE DES TUBES DE MALPIGHI DE LA CHENILLE DE MYELOIS PHOENICIS.

Un certain nombre d'études ultrastructurales ont été faites sur les tubes de Malpighi des insectes notamment par BERKALOFF (1960) sur *Gryllus domesticus* WIGGLESWORTH et SALPETER (1962) in FOLDI (1972) sur *Rhodnius prolixus*, LHONORE (1972) sur *Gryllotalpa gryllotalpa*, ainsi que FOLDI (1972) sur *Planococcus citri*.

Ces auteurs ont précisé l'organisation ultrastructurale des tubes de Malpighi des Insectes cités précédemment. Mais nous n'avons pas rencontré de publications concernant les tubes malpighiens des *Phycitinae* et plus spécialement de *Myelois*. C'est pourquoi nous avons essayé d'apporter quelques précisions sur l'appareil excréteur de *Myelois phœnicis*, d'abord pour les stades larvaires puis, dans un chapitre ultérieur, pour le stade imaginal.

L'épithélium malpighien de la chenille est constitué de cellules présentant de fortes variations dans leur hauteur allant de  $8,64 \mu$  à  $20,52 \mu$  (Pl VIII, a). La lumière de ces tubes n'est pas régulière. En effet nous notons la présence de protubérances qui avancent vers la lumière. De ces dernières peuvent se détacher des masses cytoplasmiques de  $0,4 \mu$  à  $1,15 \mu$  d'épaisseur sur  $0,95$  à  $3,24$  de long qui seront rejetées. A plus fort grossissement (Pl VIII, b) nous constatons que le cytoplasme rejeté est granuleux. Il ne contient pas d'éléments ultrastructuraux reconnaissables et n'est entouré d'aucune membrane.

Dans cette lumière du tube malpighien nous observons des microvillosités qui, à certains endroits, sont très nombreuses et allongées. Ces formations vont se détacher entraînant dans leur mince couche cytoplasmique une ou plusieurs mitochondries pouvant atteindre  $4,04 \mu$  sur  $2,02 \mu$ . Celles-ci, comme



pour les masses cytoplasmiques vont être rejetées dans la lumière du tube malpighien.

La bordure en brosse est formée de microvillosités de taille, de forme et d'orientation irrégulières. Celles-ci contiennent presque toujours des mitochondries (Pl VII, c). Quelquefois, la bordure en brosse ne contient que très peu de microvillosités, de petite taille espacées, mais contenant toujours des mitochondries, (Pl VIII, d).

Le cytoplasme des cellules épithéliales malpighiennes est de structure peu dense, et ne renferme presque pas de produits d'excrétions, contrairement aux tubes de Malpighi de l'imago que nous étudierons ultérieurement. En effet chez la chenille de *M. phœnicis* l'ultrastructure des tubes de Malpighi révèle la présence de rares plages denses aux électrons qui sont probablement des composés d'excrétion. Des vacuoles claires peuvent être présentes, paraissant vides. Quelques unes, de forme circulaire, limitées par une membrane simple, peuvent renfermer un matériel dense représentant des produits d'excrétion. Mais le nombre de ces vacuoles est très limité. Cependant nous n'avons pas retrouvé ces composés d'excrétion dans la lumière. D'après FOLDI (1972) il semblerait qu'il s'agisse plutôt d'une phase d'élaboration de composés métaboliques qui seraient excrétés sous une forme soluble. En l'absence d'images montrant une rupture de la membrane plasmique apicale, la voie empruntée par les composés d'excrétion serait celle offerte par les canalicules des microvillosités.

Ce cytoplasme renferme de nombreuses mitochondries, de taille et de forme variées, localisées surtout dans la région apicale des cellules, au niveau des microvillosités, abondantes et longues (Pl VIII c). Les mêmes cellules peuvent contenir des plages claires, à matériel granuleux, mais dont la nature n'a pu être déterminée.

Le noyau (Pl VIII, d) de forme allongée, est rejeté vers la base de la cellule malpighienne. Par contre, le noyau de la cellule malpighienne se localise à proximité de l'apex cellulaire chez *Bombyx mori*, Lépidoptère *Bombycidae* (DIAN J. TEIGLER et HOWARD J. ARNOTT, 1972). La membrane nucléaire, du côté apical, est lisse et ne présente aucune invagination alors que vers la membrane cytoplasmique basale elle montre des échancrures délimitant un espace cytoplasmique. Ces échancrures mesurent  $0,91 \mu$  à  $1,6 \mu$  de profondeur. Le nucléoplasme, d'aspect clair et granuleux renferme de la chromatine dispersée et parfois un nucléole volumineux.

La membrane cytoplasmique basale porte de nombreuses invaginations, pénétrant profondément jusqu'à la moitié de l'épaisseur cytoplasmique. Ces invaginations se présentent souvent sous forme de longues boucles et parfois sous forme de lamelles. Elles délimitent entre elles un espace cytoplasmique mince contenant de nombreuses mitochondries dirigées le plus souvent perpen-

diculairement à la partie basale de ces cellules. Les mitochondries et les replis basaux forment une association.

La lame basale est relativement épaisse et enveloppe le tube excréteur. Un réseau trachéen dense se situe contre cette basale. Signalons que l'ultrastructure et la genèse des trachées chez le ver à soie a fait l'objet d'une étude réalisée par BEAULATON (1964 et 1968).

#### E. ULTRASTRUCTURE DE L'INTESTIN MOYEN DE MYELOIS PHOENICIS ADULTE

En coupe transversale, la microscopie électronique révèle que l'intestin moyen de l'imago de *M. phoenicis* possède une organisation peu représentée chez les autres insectes (Pl IX, a). En effet les cellules épithéliales présentent de nombreuses concrétions minérales rencontrées habituellement dans les tubes de Malpighi des insectes. Ces dernières ont été signalées par GOURANTON J. (1968) dans l'intestin moyen des Homoptères Cercopidés. Cet auteur pense que le groupe des Homoptères semble constituer une exception à la règle vu que ces sphériles se forment non pas dans les tubes de Malpighi d'où ils sont évacués dans l'urine, mais dans l'intestin moyen. Signalons que BERKALOFF a donné le nom « d'urosphériles » à ces formations concentriques rencontrées dans les tubes de Malpighi du grillon.

EHRHARDT (1965) in GOURANTON (1968) met en évidence la présence, dans les cellules mésentériques d'*Aphis fabæ*, de concrétions de 2 à 5  $\mu$  de diamètre et contenant du Magnésium et du Calcium.

Ces mêmes sphérules ont été signalées dans l'intestin moyen de l'abeille par PEHANI H., RAKOVEC V. et PIPAN N. (1969). Chez *M. phoenicis* imago, ces inclusions minérales se retrouvent et dans l'intestin moyen et dans les tubes de Malpighi. Leur structure est analogue dans les deux cas; présentant une zonation concentrique. Nous n'avons pas pu réaliser des réactions chimiques afin de prouver que ce sont des concrétions minérales vu le manque de matériel.

##### a) Description de l'ultrastructure d'une cellule de l'intestin moyen.

Chacune de ces cellules, de forme très allongée, repose sur une lame basale relativement épaisse de 0,45  $\mu$  à 0,58  $\mu$  et d'aspect granuleux. Sous celle-ci se situe la membrane cytoplasmique basale présentant de nombreux replis. Ces invaginations renferment entre elles un cytoplasme contenant de nombreux grains denses de sécrétion ainsi que de jeunes sphériles et de rares mitochondries (Pl IX, c). Le noyau de chaque cellule épithéliale est rejeté vers la base, tout contre la membrane cytoplasmique. Il a une forme toujours allongée mesurant 7,05  $\mu$  de long sur 1,92  $\mu$  à 2,59  $\mu$  de large, contenant des plages polymorphes de chromatine et un nucléoplasme d'aspect granuleux. Ce noyau occupe le quart de l'épaisseur de la cellule de l'intestin moyen. Le reste de

la cellule est occupé entièrement par de nombreux sphérites dont le diamètre varie entre 0,63  $\mu$  et 2,50  $\mu$ . En raison de leur dureté et consistance, beaucoup de ces formations sont cassées ou expulsées lors de la coupe ne laissant parfois à leur place qu'un vide. Une couche cytoplasmique très mince, presque inexistante atteignant au maximum 0,62  $\mu$  d'épaisseur, séparante ces concrétions concentriques, contient quelques organites classiques; ribosomes, mitochondries et lamelles ergastoplasmiques. De ce cytoplasme se détachent des microvillosités vers la lumière, nombreuses à certains endroits, rares en d'autres et ce en relation avec le stade évolutif de la cellule. En effet, les cellules jeunes, contenant relativement peu de concrétions minérales vont présenter à leur surface apicale de nombreuses microvillosités.

Par contre, les cellules dont la surface est presque totalement occupée par les formations minérales concentriques, possèdent une partie apicale démunie de microvillosités. Deux cellules épithéliales adjacentes sont séparées par une membrane cytoplasmique latérale ne possédant de part et d'autre qu'une très mince surface cytoplasmique. Signalons que nous avons pu observer, dans l'intestin moyen de *M. phœnicis* adulte, des cellules épithéliales ne contenant aucune formation minérale sous forme de concrétions. Mais les cellules de ce type sont très rares.

### b) Description et génèse des Sphérites.

Tout au long de la cellule, les concrétions présentent une taille, une structure et une densité différentes. De la base vers la partie apicale, la taille croissante de ces sphérites nous permet de suivre leur génèse. En effet, entre la membrane cytoplasmique basale et la base du noyau, dans le faible espace cytoplasmique, des granules denses aux électrons sont observés en présence de lamelles ergastoplasmiques, (Pl IX, b). En évoluant, ces formations vont présenter un centre clair entouré d'une couche dense.

Ces sphérites augmentent de taille, tandis que des couches concentriques vont s'y ajouter, tantôt de couleur claire, tantôt de couleur sombre. Au fur et à mesure que ces formations deviennent âgées, leur centre s'éclaircit. Celles situées à la partie apicale de la cellule épithéliale de l'intestin moyen, prêtes à être évacuées dans la lumière intestinale, ne sont plus représentées que par une coque de matériel granuleux.

WIGGLESWORT et SALPETER in GOURANTON ont observé des stades intermédiaires entre les mitochondries et les sphérites plus ou moins minéralisés. « Ces auteurs pensent que les granules pourraient représenter le stade final de la dégradation des mitochondries ».

Le rôle de ces cellules à concrétions de l'intestin moyen de l'adulte de *M. phœnicis* est probablement lié à un rôle excréteur par accumulation.

## F. ULTRASTRUCTURE DES TUBES DE MALPIGHI DE MYELOIS PHOENICIS ADULTE.

En coupe transversale semi-fine (Pl X, a) nous voyons que les tubes de Malpighi présentent un diamètre presque aussi large que celui de l'intestin postérieur,  $56 \mu$  contre  $64 \mu$  pour l'intestin postérieur. Ces tubes sont en nombre de six. Leur lumière est régulière, de forme circulaire et délimitée par une bordure en brosse. En coupe transversale, chaque tube présente un nombre constant de cellules, en général trois à quatre.

L'épithélium est formé de cellules aplaties, présentant de faibles variations dans leur hauteur. Ces cellules de  $13 \mu$  d'épaisseur sont bordées, vers la lumière du tube excréteur, de microvillosités. Ces dernières sont très irrégulières; à certains endroits elles sont denses et longues, formant des enchevêtrements; à d'autres endroits elles sont très espacées et courtes (Pl X, b).

Contrairement aux cellules malpighiennes des chenilles, l'adulte présente dans ces cellules de nombreuses sphères contenant des produits d'excrétions. Ces dernières ont un diamètre variant de  $0,46 \mu$  à  $1,1 \mu$ . Celles-ci présentent le même aspect et la même taille que celles rencontrées dans les cellules de l'intestin moyen de l'adulte de *M. phoenicis*. Ces sphères occupent une grande partie de la surface épithéliale. Les unes semblent vides, les autres contiennent des substances de formes concentriques, à différents stades de développement. Le contenu de ces sphères va être rejeté vers la lumière malpighienne grâce à la rupture de la membrane cytoplasmique apicale (Pl X, d).

Des plages très denses, présentes près de ces vacuoles, sont considérées comme des composés d'excrétion. Des figures myéliniques (Pl X, c), de  $1,11 \mu$  sur  $0,82 \mu$ , s'observent à la partie apicale des cellules et seront rejetées vers la lumière d'une manière semblable que pour le contenu des vacuoles.

Le cytoplasme, où baignent les vacuoles et les plages denses, est d'aspect granuleux, sombre, contenant de nombreux grains de ribosomes. Des mitochondries sont présentes, en grand nombre, celles-ci sont le plus souvent localisées à la partie basale de la cellule. Quelques unes de ces mitochondries sont rejetées vers la lumière par l'intermédiaire des microvillosités.

La présence de vésicules golgiennes, à la base des cellules malpighiennes, est à signaler. Des microtubules peuvent se rencontrer à la partie apicale du cytoplasme.

Le noyau, de forme allongée mesurant en moyenne  $3 \mu$  de large sur  $10 \mu$  de long, est rejeté vers la partie apicale. Une mince couche de cytoplasme le sépare de la bordure en brosse. Ce noyau ne présente pas toujours un contour régulier. Des échancrures importantes peuvent affecter celui-ci.

Le nucléoplasme, d'aspect granuleux, renferme de la chromatine dispersée et un nucléole volumineux.

La membrane cytoplasmique basale présente des invaginations qui vont délimiter des espaces renfermants du cytoplasme. Dans celui-ci, des mitochondries sont de taille et de forme variées. La lame basale est relativement épaisse, à aspect granuleux.

### III. CONCLUSION SUR L'ETUDE ULTRASTRUCTURALE DU TUBE DIGESTIF DE *M. PHOENICIS*.

La chenille présente un intestin antérieur caractérisé par une cuticule stomodéale prenant différents aspects tout au long de cette région. Effectivement, à la partie antérieure, cette intima cuticulaire ne forme aucun repli et présente une endocuticule stratifiée. Ce n'est que bien plus bas que cette cuticule forme des replis et montre une endocuticule sans aucune stratification. Enfin notons la présence d'épines stomodéales dans la partie inférieure de l'intestin antérieur.

Au dernier stade larvaire, l'étude de l'intestin moyen en microscopie électronique révèle plusieurs types de cellules. Les plus caractéristiques sont les « goblet-cells » ou cellules à mucus, déjà rencontrées chez la chenille de *Hyalophora cecropia* (Lépidoptère) par EVERETT ANDERSON et WILLIAM R. HARVEY (1966). La lumière de ces cellules contient toujours du mucus et des vacuoles autolytiques qui sont destinés à être rejetés dans l'intestin moyen. De part et d'autre de ces cellules se situent les « Columnar-cells » ou cellules prismatiques. Notons aussi la présence de cellules « sombres » dont le cytoplasme dense contient de nombreux ribosomes et des cellules « claires » à densité cytoplasmique faible.

Les caractères différenciant ces deux types de cellules résultent du fait qu'il s'agit de deux états physiologiques d'une même cellule.

D'autres types cellulaires se rencontrent dans l'intestin moyen de la chenille de *Myelois phoenicis*. Entre autres nous citons les cellules à sécrétion macroapocrine. Celles-ci ont été décrites chez *Calliphora erythrocephala* au stade imaginal par DE PRIESTER (1971) et chez la chenille de *Galleria mellonella* par G. PLANTEVIN et P. NARDON (1970).

La partie apicale de ces cellules, démunie de microvillosités, va voir sa membrane cytoplasmique se rompre. Ceci va permettre au cytoplasme de s'écouler dans la lumière intestinale. Cette portion cytoplasmique est formée d'une substance homogène, dépourvue d'organites cytoplasmiques. Les cellules à vacuoles autolytiques sont des cellules épithéliales âgées, en dégénérescence, présentant un cytoplasme ne contenant pratiquement que des vacuoles autolytiques, des figures myéliniques et des plages osmiophiles. Ces cellules se rencontrent dans l'intestin moyen de la chenille de *M. phoenicis* et ont été décrites par FOLDI (1972) chez *Icerya purchasi* et *Planococcus citri* et par W. DE PRIESTER (1972) sur *Calliphora erythrocephala*.

L'intestin postérieur de la chenille présente une endocuticule caractéristique: en effet, celle-ci d'abord stratifiée va prendre un aspect granuleux

présentant de nombreuses plages denses de différentes tailles. A la base de cette cuticule existe une couche épaisse et régulière formée par l'accumulation de granules denses.

Les cellules épithéliales sous-jacentes vont présenter des invaginations cytoplasmiques apicales et basales renfermant des mitochondries. D'autres cellules, ne présentant pas cette double invagination des surfaces épithéliales, possèdent dans leur cytoplasme des trainées noirâtres denses allant se concentrer à la base de la cuticule. Aux approches de cette dernière nous avons observé une confluence de cette substance sombre dans un petit nombre de macrotubules de 1000 Å à 1400 Å de diamètre qui permettraient son passage au travers de la membrane cytoplasmique apicale vers l'endocuticule.

L'étude ultrastructurale des tubes de Malpighi, au stade larvaire, révèle la présence de protubérances avançant vers la lumière et de celles-ci vont se détacher des masses cytoplasmiques. Le cytoplasme rejeté est granuleux, il ne contient pas d'éléments ultrastructuraux reconnaissables et n'est entouré d'aucune membrane. Les cellules malpighiennes ne renferment presque pas de produits d'excrétion, contrairement à celles de l'imago. En effet nous n'observons que de rares plages denses aux électrons qui sont probablement des composés d'excrétion. Des vacuoles sont présentes. Celles-ci sont soit vides soit renferment un matériel sombre représentant des produits d'excrétion.

Pour l'ultrastructure du tube digestif de l'imago de *Myelois phoenicis* nous n'avons pu étudier, au laboratoire de Zoologie de l'I.N.A. de Paris, que l'intestin moyen et les tubes de Malpighi vu le temps restreint que nous avons passé dans ce laboratoire.

L'intestin moyen de l'adulte de *Myelois phoenicis* possède des cellules épithéliales présentant de nombreuses concrétions minérales rencontrées habituellement dans les tubes malpighiens des insectes. Cette même structure a été signalée par J. GOURANTON (1968) dans l'intestin moyen des Homoptères Cercopides. Ces mêmes concrétions ont été signalées dans les cellules mésentériques d'*Aphis fabæ*, (EHRHARDT, 1965 in GOURANTON 1968) ainsi que dans l'intestin moyen de l'abeille (PEHANI H., RAKOVEC C. et PIPAN N., 1969).

Ces concrétions mésentériques présentent, tout au long de la cellule, une taille, une structure et une densité différentes. La taille croissante de ces sphérites de la base vers la partie apicale, nous a permis de suivre leur génèse.

Les tubes de Malpighi de l'adulte, contrairement à la chenille, vont présenter dans leur cytoplasme cellulaire de nombreuses sphères contenant des produits d'excrétion. Ces sphères présentent le même aspect et la même taille que celles rencontrées dans les cellules de l'intestin moyen. Dans ces cellules malpighiennes nous notons aussi des plages très denses qui sont considérées comme des composés d'excrétion. Signalons aussi la présence de figures myéliniques. Ces dernières vont être rejetées dans la lumière du tube malpighien en même temps que le contenu des sphères et les plages denses.

## PLANCHE A

L'appareil digestif de la chenille de *Myelois phœnicis* monté *in toto* et coloré au Feulgen, présente trois parties distinctes: l'intestin antérieur ou stomodeum (St.), l'intestin moyen ou mesenteron (Me.) et l'intestin postérieur ou proctodeum (Pr.).

De la cavité gnathale prennent naissance deux paires de glandes annexes:

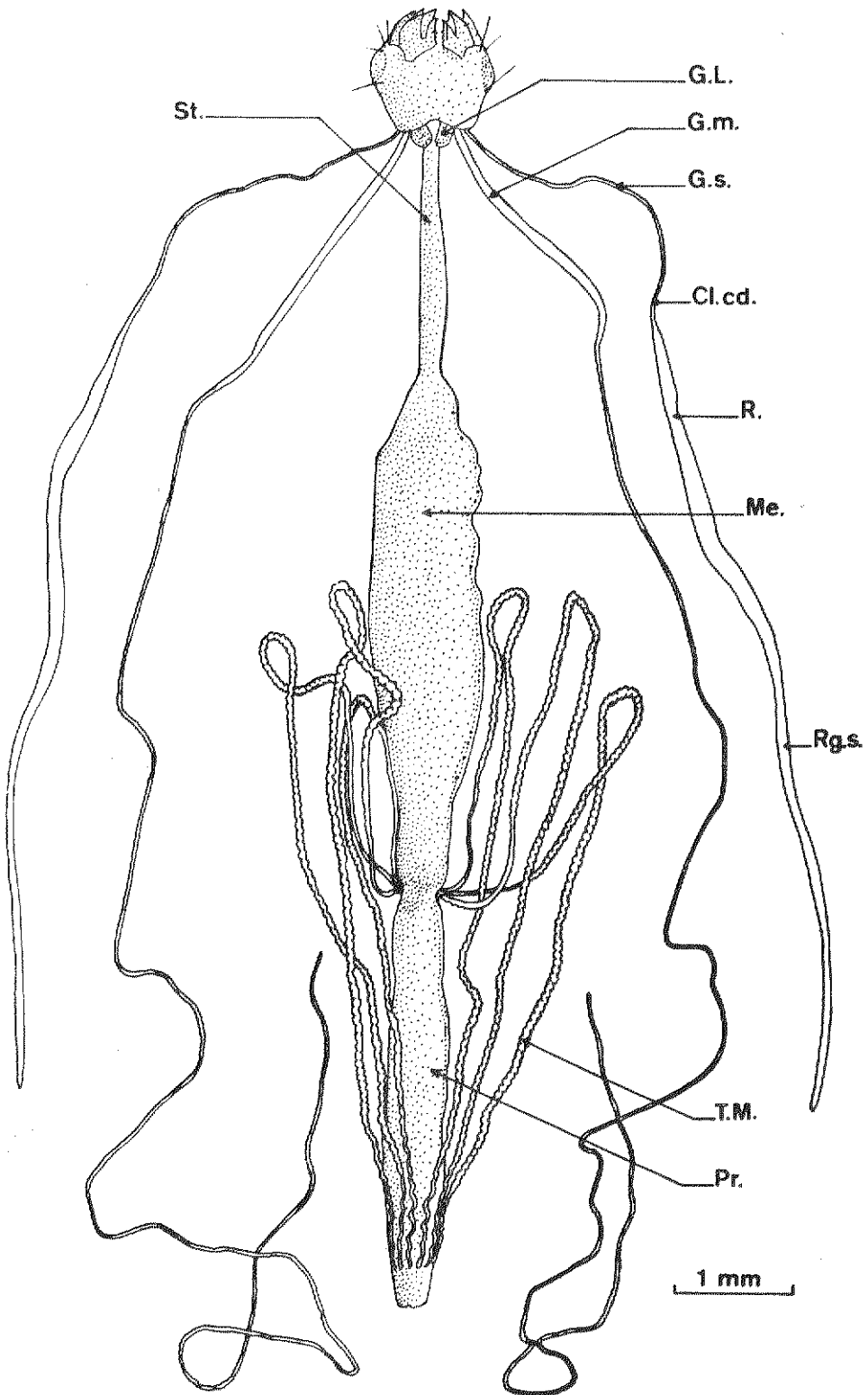
— Les glandes séricigènes (G.s.) formées de trois régions: le canal conducteur (Cl. cd.), le réservoir (R.) et la région sécrétrice (Rg.s.).

— Les glandes mandibulaires (G.m.).

— Les glandes de Lyonnet (G.L.) qui sont nettement visibles.

Les tubes de Malpighi (T.M.) sont au nombre de six, trois de chaque côté en s'insérant en un tronc commun. Ceux-ci remontent jusqu'à la moitié du mesenteron, forment une boucle puis redescendent jusqu'à la partie basale du proctodeum. Leurs extrémités vont se rabattre dans la tunique du rectum.



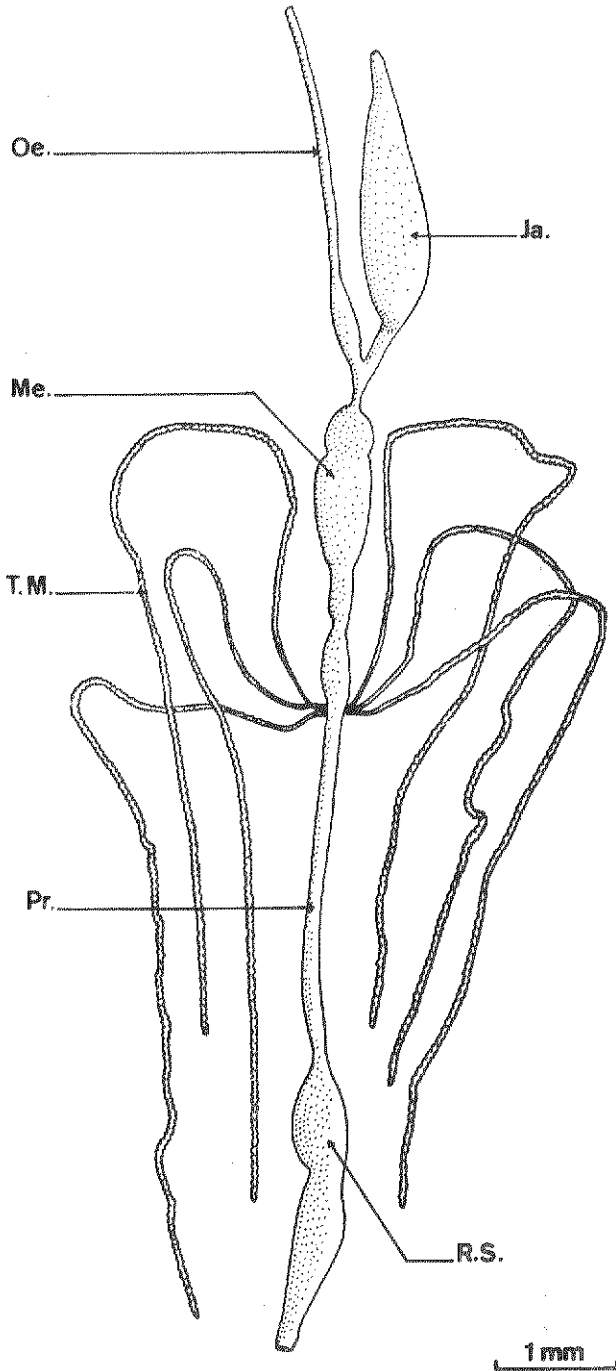


## PLANCHE B

L'appareil digestif de l'imago de *Myelois phœnicis* monté *in toto* et coloré au Feulgen, présente trois parties:

- L'intestin antérieur ou stomodeum est formé d'un œsophage (Oe.) grêle et rectiligne ainsi que d'un diverticule latéral, le jabot (Ja.).
- L'intestin moyen ou mesenteron (Me.) possède un diamètre plus important que la région précédemment citée.
- L'intestin postérieur ou proctodeum (Pr.) dont la partie apicale débouche dans la zone subterminale du rectum appelée réservoir stercoral (R.S.).

Trois tubes malpighiens (T.M.) s'insèrent de part et d'autre de la région apicale du proctodeum en un tronc commun. Ceux-ci remontent jusqu'à la partie antérieure du mesenteron, se coudent puis redescendent suivant le trajet inverse.



## PLANCHE I

### INTESTIN ANTERIEUR DE LA CHENILLE DE MYELOIS PHOENICIS.

a — *Intima cuticulaire de la région antérieure du Stomodeum.*

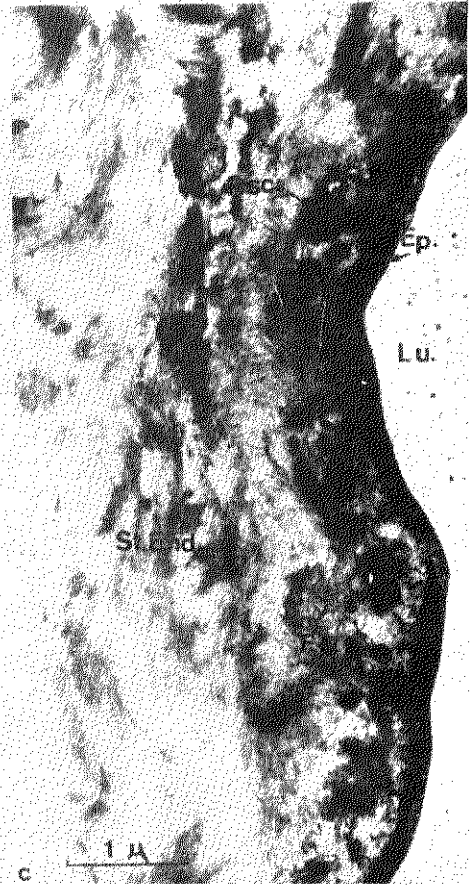
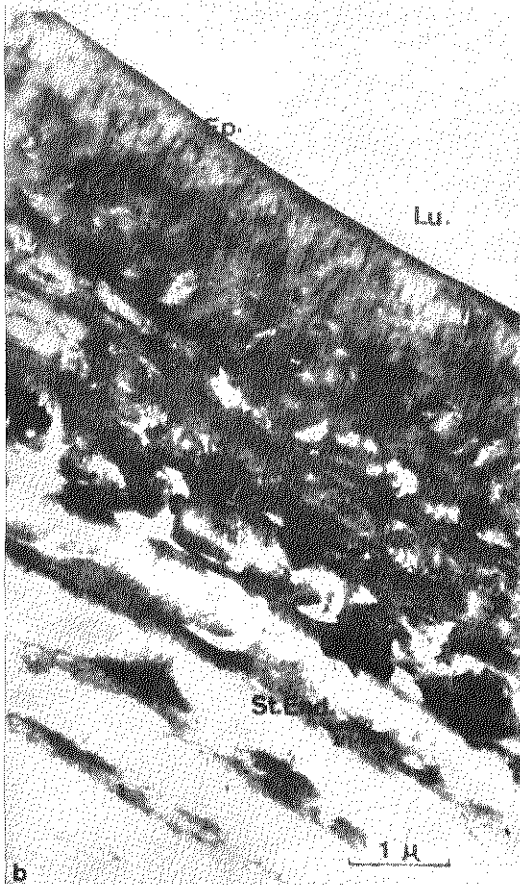
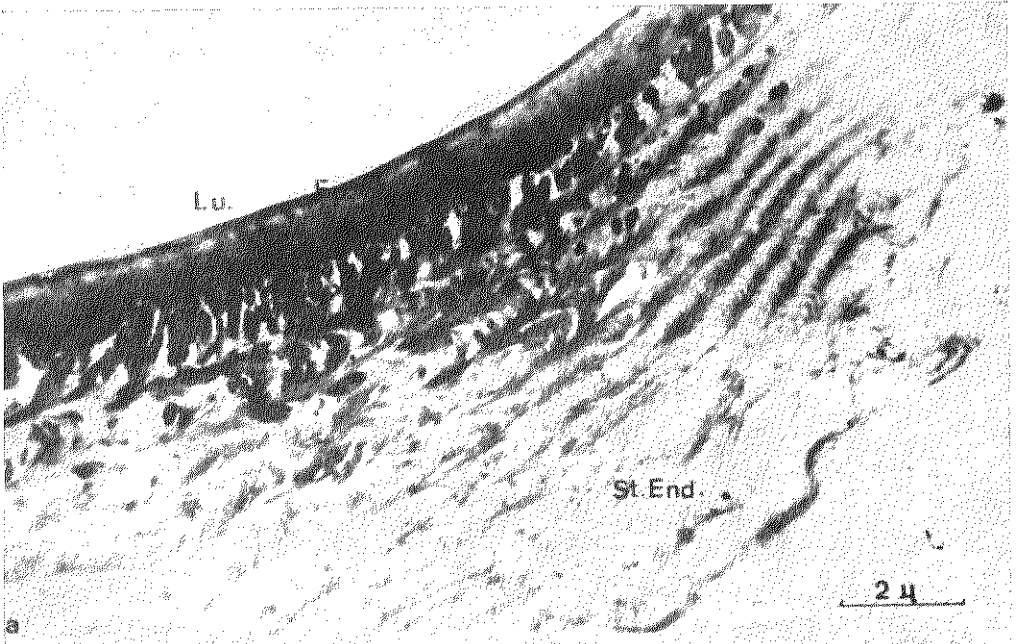
La surface apicale de toutes les cellules stomodéales est recouverte d'une intima cuticulaire bordant la lumière (Lu.). Cette cuticule ne forme aucun repli et est composée de trois couches; l'épicuticule (Ep.) mince et sclérotinisée, l'exocuticule (Ex.) et l'endocuticule formée d'une dizaine de strates endocuticulaires (St. End.)  $\times 10.500$ .

b — *Détail de l'intima cuticulaire de la région antérieure du Stomodeum.*

L'exocuticule d'aspect granuleux contient quelques plages sclérisées et des filaments exocuticulaires (F. Ex.) orientés perpendiculairement à la surface cuticulaire. Cette couche est séparée de l'endocuticule stratifiée par une zone de transition contenant des éléments exocuticulaires et endocuticulaires. La lumière intestinale (Lu.) est bordée par l'épicuticule (Ep.). (St. End.) = strate endocuticulaire.  $\times 17.300$ .

c — *Intima cuticulaire de la région moyenne du stomodeum.*

La lumière (Lu.) de l'intestin antérieur est entourée d'une épicuticule (Ep.) présentant quelques replis. La zone de transition contient de nombreux filaments cuticulaires (F.c.) ainsi que des plages sclérisées, (P.sc.). (St. End.) = strate endocuticulaire.  $\times 20.400$ .



## PLANCHE II

## INTESTIN ANTERIEUR DE LA CHENILLE DE MYELOIS PHOENICIS.

*Région postérieure du stomodeum.*

A ce niveau l'intima cuticulaire entourant la lumière (L.u.) du stomodeum va présenter des replis. L'épicuticule (Ep.), couche externe très sclérotinisée est suivie d'une exocuticule (Ép.) à aspect dense. Après la zone de transition à aspect granuleux, présentant quelques plages sclérotinisées vient l'endocuticule (End.). Un espace sous-cuticulaire (E.s.c.) sépare cette intima de l'épithélium stomodéal. Ce dernier est formé de cellules épithéliales (C.ep.) ne présentant pas toutes la même hauteur. Deux cellules adjacentes sont séparées par une membrane cytoplasmique latérale (M.c.l.). Chaque cellule contient dans son cytoplasme (Cy.) granuleux un noyau (N.) volumineux, ainsi que des organites: mitochondries (M.), ergastoplasme (Erg.). La base cellulaire est limitée par une membrane cytoplasmique basale (M.c.b.) ainsi que par une lame basale. Sous celle-ci se situent de nombreux faisceaux musculaires (F.m.) longitudinaux internes. Signalons que la gaine des muscles circulaires externes n'est pas visible sur cette coupe.

Notons la présence d'un noyau musculaire (N.m.) et de nombreuses mitochondries (M.). × 4800.



