

50376
1965
63

50376
1965
63

FACULTE DES SCIENCES DE LILLE

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES

(Sciences Naturelles)

Jean-Paul SAUTIERE



ETUDE HISTOLOGIQUE DES CELLULES NEUROSECRETICES
DE LA CHAINE NERVEUSE VENTRALE CHEZ LES INSECTES ODNATES

Présenté en juin 1965

devant la commission d'examen

Jury d'examen

M. DURCHON,

Président

R. DEFRETIN,

Examineurs

F. SCHALLER,

SCD LILLE 1



D 030 272085 2

50376
1965
63

50376
1965
63

FACULTE DES SCIENCES DE LILLE

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES

(Sciences Naturelles)

Jean-Paul SAUTIERE



ETUDE HISTOLOGIQUE DES CELLULES NEUROSECRETICES
DE LA CHAINE NERVEUSE VENTRALE CHEZ LES INSECTES ODNATES

Présenté en juin 1965
devant la commission d'examen

Jury d'examen

M. DURCHON, Président
R. DEFRETIN,
F. SCHALLER, Examineurs

S O M M A I R E

INTRODUCTION	p. 1
MATERIEL ET TECHNIQUES	p. 4
ETUDE ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE DE LA CHAINE NERVEUSE VENTRALE	p. 6
1° - Ganglion sous-oesophagien	p. 6
2° - Ganglions thoraciques et abdominaux	p. 12
ETUDE HISTOLOGIQUE ET CYTOLOGIQUE DES CELLULES NEUROSECRE- TRICES DE LA CHAINE NERVEUSE VENTRALE	p. 26
1° - Ganglion sous-oesophagien	p. 27
2° - Ganglions thoraciques	p. 44
3° - Ganglions abdominaux	p. 46
DISCUSSION DES RESULTATS	p. 49
1° - Cellules A	p. 49
2° - Cellules B	p. 51
3° - Cellules acidophiles abdominales	p. 53
CONCLUSION	p. 54
BIBLIOGRAPHIE	p. 56

INDEX ALPHABETIQUE DES ABREVIATIONS

am	apodème mandibulaire
Ax	axone
bta	bras tentorial antérieur
btp	bras tentorial postérieur
c A ant	cellule A antérieure
c Ac ant	cellule acidophile antérieure du 4ème ganglion abdominal
c Ac post	cellule acidophile postérieure du 7ème ganglion abdominal
c A post	cellule A postérieure
c B param	cellule B paramédiane
c B post	cellule B postérieure
c B sc	cellule B sous-commissurale
c B sp	cellule B supéro-postérieure
c B t ₁	cellule B prothoracique
cf	capsule fibreuse
chit	chitine
c n v	chaîne nerveuse ventrale
c p oe	connectif péri-oesophagien
c t	commissure tritocérébrale
e s	endosquelette thoracique
f com	fibres commissurales
g a	ganglion abdominal
g l	ganglion labial
g mand	ganglion mandibulaire
g max	ganglion maxillaire
gr	granules de neurosécrétion
g t	ganglion thoracique
hyp	hypoderme
m	musculature
N	noyau
n	nerf segmentaire

n a	nerf alaire
n ab l	nerf segmentaire du premier ganglion abdominal
n c	nerf crural
neur	neuropile
n g	neff génital
n i	nerf intestinal
n l	nerf labial
n mand	nerf mandibulaire
n max	nerf maxillaire
n r	nerf récurrent
nu	nucléole
oe	oesophage
p t	pont tentorial
r d n 10	racine dorsale du 10ème nerf segmentaire abdominal
r v n 10 ra	racine ventrale du 10ème nerf segmentaire abdominal
S a	segment abdominal
S t	segment thoracique
tr	trachée

I N T R O D U C T I O N

La découverte de cellules neurosécrétrices dans les ganglions cérébroïdes des Insectes remonte à une trentaine d'années (WEYER, 1935).

Depuis ce temps des filots neurosécréteurs ont été décrits et localisés avec précision dans le cerveau de représentants de tous les ordres d'Insectes. On connaît actuellement le trajet intra et extra-cérébral des nerfs véhiculant la neurosécrétion jusqu'aux corps cardiaques, organes neurohémaux à partir desquels l'hormone cérébrale est déversée dans le sang. Il s'établit ainsi entre le cerveau et diverses glandes endocrines logées dans la tête, ou à proximité immédiate, une série de corrélations humorales. Une des mieux connues, celle régissant le déterminisme de la mue, est réalisée entre les cellules neurosécrétrices de la pars intercerebralis et la glande ventrale ou glande de mue. D'autres glandes endocrines, tels les corps allates, présentent des rapports anatomiques étroits avec le cerveau et il a pu être montré que des produits de neurosécrétion cérébrale parviennent à ces organes par voie axonale ce qui laisse également supposer l'existence des corrélations neurohumorales.

Ainsi, à quelques détails anatomiques près, la disposition des cellules neurosécrétrices cérébrales se retrouve avec une remarquable constance dans les divers ordres d'Insectes et leur mode d'action commence à être bien connu.

Il n'en est pas de même pour la répartition et le rôle des cellules neurosécrétrices de la chaîne nerveuse ventrale dont l'étude a été assez longtemps délaissée. Les renseignements d'ordre histologique commencent à s'accumuler mais l'investigation physiologique n'en est encore qu'à ses débuts. La première mention de l'existence de cellules neurosécrétrices dans la chaîne nerveuse ventrale chez des Lépidoptères remonte à DAY (1940). Par la suite, les observations

relatives à des espèces variées d'Insectes se sont multipliées : B. SCHARRER (1941, 1955) et GELDIAY (1959) chez les Blattes ; FRASER (1959) chez les Diptères ; PANOV (1962) et DELPHIN (1963) chez les Orthoptères pour ne citer que quelques auteurs.

Les fonctions les plus variées semblent liées à l'activité de ces cellules neurosécrétrices ; celles du ganglion sous-oesophagien étant les mieux connues : métabolisme de l'eau, activité locomotrice, diapause, fonction génitale, etc...

Les Odonates forment un groupe encore peu étudié à ce point de vue. Seul le ganglion sous-oesophagien a retenu l'attention d'ARVY et GABE (1953) qui signalent la présence d'une paire de cellules neurosécrétrices. Ils précisent que "l'étude du trajet des axones qui en partent est bien plus difficile que chez les Ephéméroptères et leur connexion avec la glande ventrale n'est pas évidente".

MEUNIER (1963), pour le ganglion sous-oesophagien de la larve d'*Aeschna cyanea* Müll., indique la présence de huit cellules neurosécrétrices situées très latéralement et symétriquement par rapport au plan sagittal. Il en donne des microphotographies et en fait une brève description.

En dehors de ces indications fragmentaires et peu précises sur le ganglion sous-oesophagien, les ganglions thoraciques et abdominaux des Odonates n'ont donné lieu à aucune publication.

Le but de ce travail est d'essayer de combler cette lacune en indiquant la disposition anatomique des divers éléments neurosécréteurs rencontrés dans la chaîne nerveuse ventrale et d'en faire une étude cytologique basée sur différentes méthodes de coloration. S'il n'a pas été possible de donner des résultats d'ordre physiologique, du moins la comparaison entre les structures rencontrées chez la larve et l'adulte, aux modes de vie très différents, a-t-elle permis de tirer quelques conclusions.

Dans une première partie, il sera donc traité de l'anatomie et de l'histologie des ganglions nerveux. La deuxième partie sera con-

sacrée à l'histologie et à la cytologie des cellules neurosécrétrices dont la localisation précise aura été rendue possible par l'étude anatomohistologique préliminaire. La discussion des résultats fera l'objet d'une troisième partie.

MATERIEL ET TECHNIQUES

Les observations anatomiques ont été effectuées sur des individus conservés dans du formol à 4 %. La chaîne nerveuse ventrale larvaire a été étudiée sur une larve femelle d'*Aeschna cyanea* Müll. arrivée à l'avant-dernier stade ; tandis que la chaîne nerveuse de l'adulte a été observée sur une dissection d'un mâle d'*Aeschna cyanea*.

L'étude histologique a été réalisée chez les imagos et chez les larves d'Odonates des anté-pénultième, avant-dernier et dernier stades d'*Enallagma cyathigerum* Charp. (Agrionides, sous-ordre des Zygoptères), de *Brachytron hafniense* Müll., d'*Aeschna cyanea* et d'*Anax imperator* Leach (sous-ordre des Anisoptères).

Les agrions sont fixés "in toto" tandis que les autres larves présentant des téguments plus épais nécessitent une dissection préalable qui isole les régions les plus ventrales des individus : ceux-ci sont choisis lorsqu'ils se trouvent à des stades qui précèdent de peu la mue larvaire ou imaginale de sorte que l'exuvie peut facilement être éliminée avant l'inclusion.

Le mélange fixateur utilisé est le liquide de BOUIN et HOLLANDE sans acide acétique ; après un séjour de plusieurs jours dans ce fixateur, les pièces sont déshydratées par passage dans la série croissante des alcools, incluses dans la paraffine et débitées en coupes sériées de 7 μ d'épaisseur.

Les techniques de coloration utilisées sont la technique à la fuchsine paraldéhyde de CLARK modifiée par GABE et celle à l'hématoxyline chromique-phloxine de GOMORI, qui, toutes deux, nécessitent une oxydation permanganique préalable.

Les coupes colorées par la technique de GOMORI montrent des structures basophiles colorées en rouge par la phloxine et des structures acidophiles colorées en bleu foncé par l'hématoxyline. Dans la technique de GABE, les éléments acidophiles apparaissent en rouge tandis que les éléments basophiles apparaissent en bleu violacé.

Un troisième type de coloration a été utilisé : la coloration par l'azan où l'orangé G colore en orange les éléments acidophiles le bleu d'aniline colore en bleu les éléments basophiles, l'azocarmin donnant une coloration de fond rouge.

ETUDE ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE
DE LA CHAÎNE NERVEUSE VENTRALE

1° - GANGLION SOUS-OESOPHAGIEN

Des coupes sagittales et transversales du ganglion sous-oesophagien de la larve ont permis d'en dégager l'organisation interne.

Il présente une symétrie bilatérale par rapport à un plan médian sagittal. Cette symétrie est marquée par le départ de nerfs disposés par paires, l'arrivée des deux connectifs périoesophagiens et le départ de la chaîne nerveuse ventrale.

La section du ganglion n'est pas homogène ; une masse fibreuse, le neuropile occupe la partie ventrale ; elle est entourée par l'écorce ganglionnaire formée de gros neurones bipolaires et de cellules gliales. Cette écorce présente une plus forte épaisseur dans les régions latéroventrales.

Selon BINET (1394) on peut subdiviser le ganglion en un lobe dorsal et en un lobe ventral ; cette subdivision peut être reconnue sur une coupe sagittale médiane (fig. 1 A).

Le lobe dorsal est une masse fibreuse qui s'étend depuis la pénétration des connectifs péri-oesophagiens jusqu'au départ de la chaîne nerveuse ventrale. On y remarque les faisceaux de fibres arquées signalées par BINET et les fibres longitudinales qui joignent au travers de tout le ganglion les connectifs périoesophagiens à la chaîne ventrale.

Le lobe ventral présente au niveau du départ des nerfs des éminences appelées lobes latéraux. Juste sous la pénétration des connectifs périoesophagiens émergent les deux nerfs mandibulaires issus des ganglions mandibulaires. Dans la région inférieure, les ganglions maxillaires donnent naissance aux nerfs maxillaires.

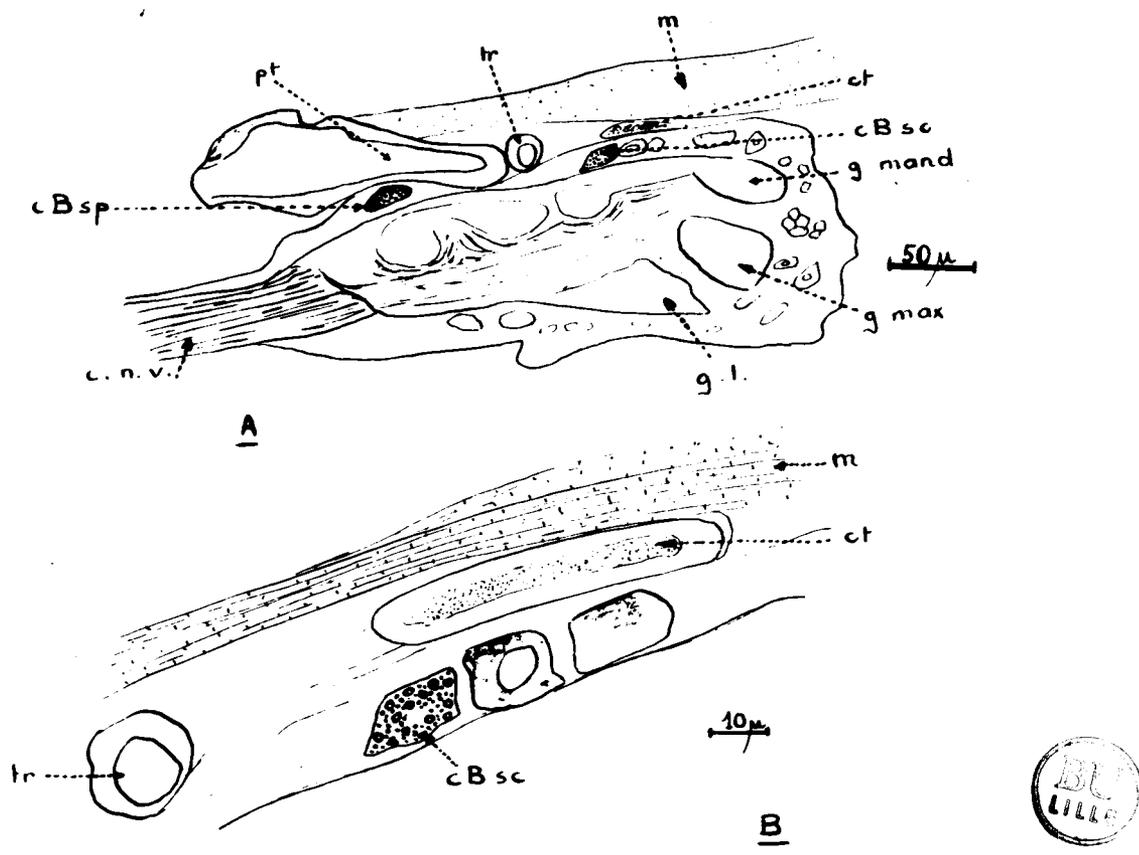


Fig. 1 - Coupe sagittale médiane du ganglion sous-oesophagien d'*Aeschna cyanea* à l'avant-dernier stade (coloration au Gomori).

Plus en arrière, en position ventrale, sont situés les ganglions labiaux d'où émergent deux paires de nerfs se dirigeant vers le labium : les nerfs labiaux ; une paire se rend aux crochets mobiles du masque, alors que l'autre paire se ramifie dans le tégument du submentum.

Le ganglion sous-oesophagien est encadré par un endosquelette céphalique sur lequel vient s'insérer la puissante musculature qui permet les mouvements de tous les appendices céphaliques ; surplombant la moitié postérieure du ganglion, juste derrière l'arrivée des con-

nectifs périoesophagiens se situe le pont tentorial prolongé vers l'avant par deux bras tentoriaux antérieurs et vers l'arrière par deux bras tentoriaux postérieurs.

A l'aide de coupes transversales, on pourra retrouver et préciser l'organisation des masses neuropilaires de ce ganglion (fig. 2 et 3). Sur des coupes sériées, il est possible de suivre de l'avant vers l'arrière cette organisation. On peut remarquer d'abord l'arrivée de deux paires de nerfs à l'intérieur de la capsule fibreuse qui entoure le ganglion (fig. 2 A) ; la paire supérieure est constituée par l'arrivée des nerfs mandibulaires ; la paire inférieure par celle des nerfs maxillaires ; ces nerfs se raccordent à quatre masses neuropilaires (Fig. 2 B) qui restant d'abord distincts ne tardent pas à fusionner (fig. 2 C) pour former une seule masse où on peut encore remarquer les éminences correspondant à chacun des ganglions maxillaires et mandibulaires. Au même niveau, à la partie dorsale, les connectifs périoesophagiens entrent en contact avec la capsule fibreuse périganglionnaire ; entre ces connectifs périoesophagiens (fig. 2 D), s'étend sur la face dorsale du ganglion la commissure tritocérébrale.

De part et d'autre des connectifs, les sections de pièces chitineuses correspondent aux bras tentoriaux antérieurs. A la partie ventrale, on voit les nerfs labiaux se raccorder aux deux paires de ganglions labiaux (fig. 2 B). Les bras tentoriaux antérieurs ne tardent pas à se rapprocher de la ligne médiane. Au niveau d'une commissure trachéenne sus-ganglionnaire (fig. 1 A), ils fusionnent pour donner une pièce chitineuse unique qui surplombe la partie postérieure du ganglion : le pont tentorial (fig. 2 F).

A l'intérieur du neuropile, des fibres commissurales (fig. 2 F, 3 G et 3 H) transverses peuvent être observées et on peut également suivre les ramifications de trachées qui pénètrent latéralement (fig. 2 E) mais restent presque toujours localisées aux zones péri-neuropilaires.

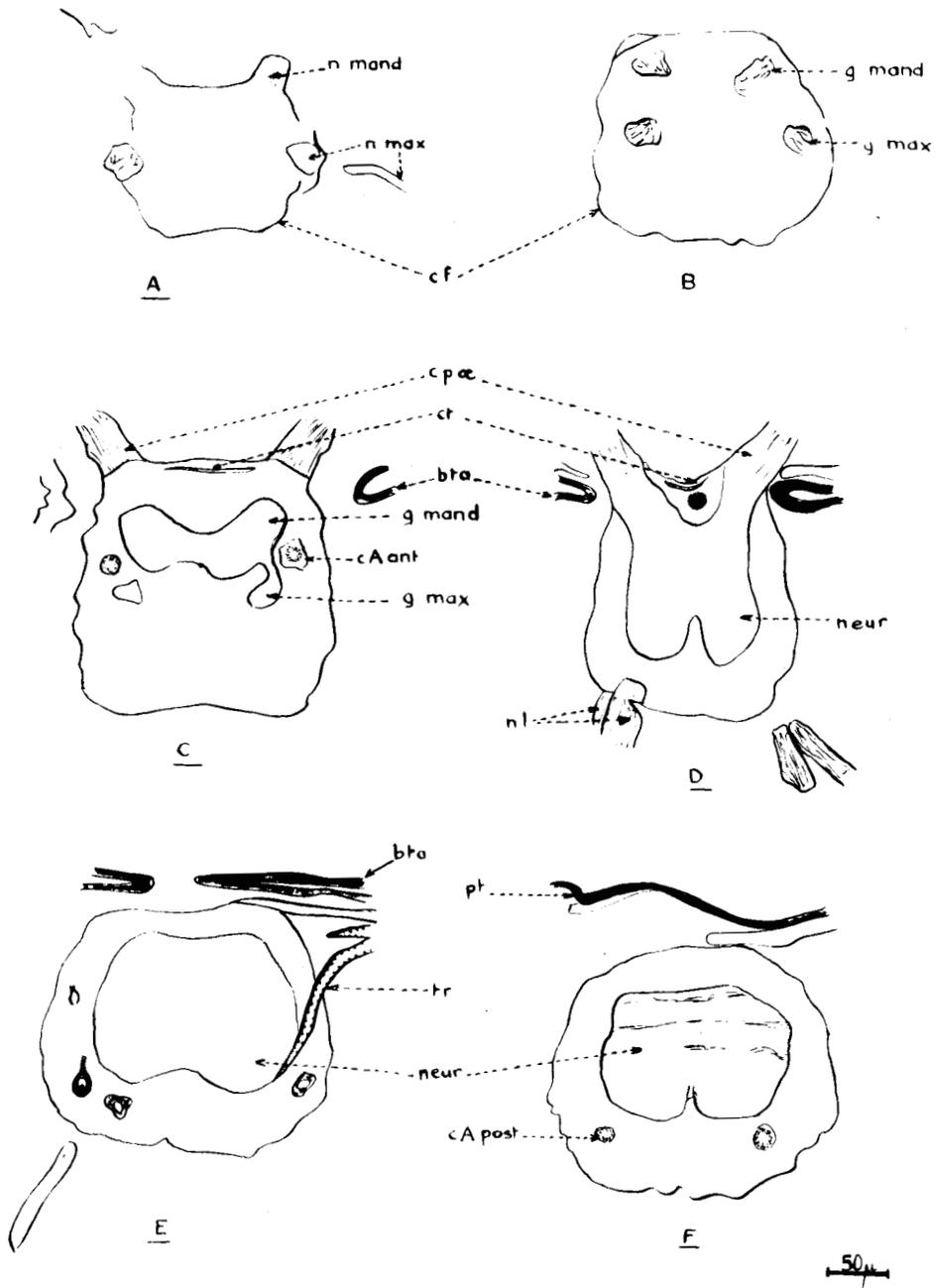


Fig. 2 - Série de coupes transversales dans la ganglion sous-oesophagien d'*Anax imperator* à l'avant-dernier stade. (région antérieure).

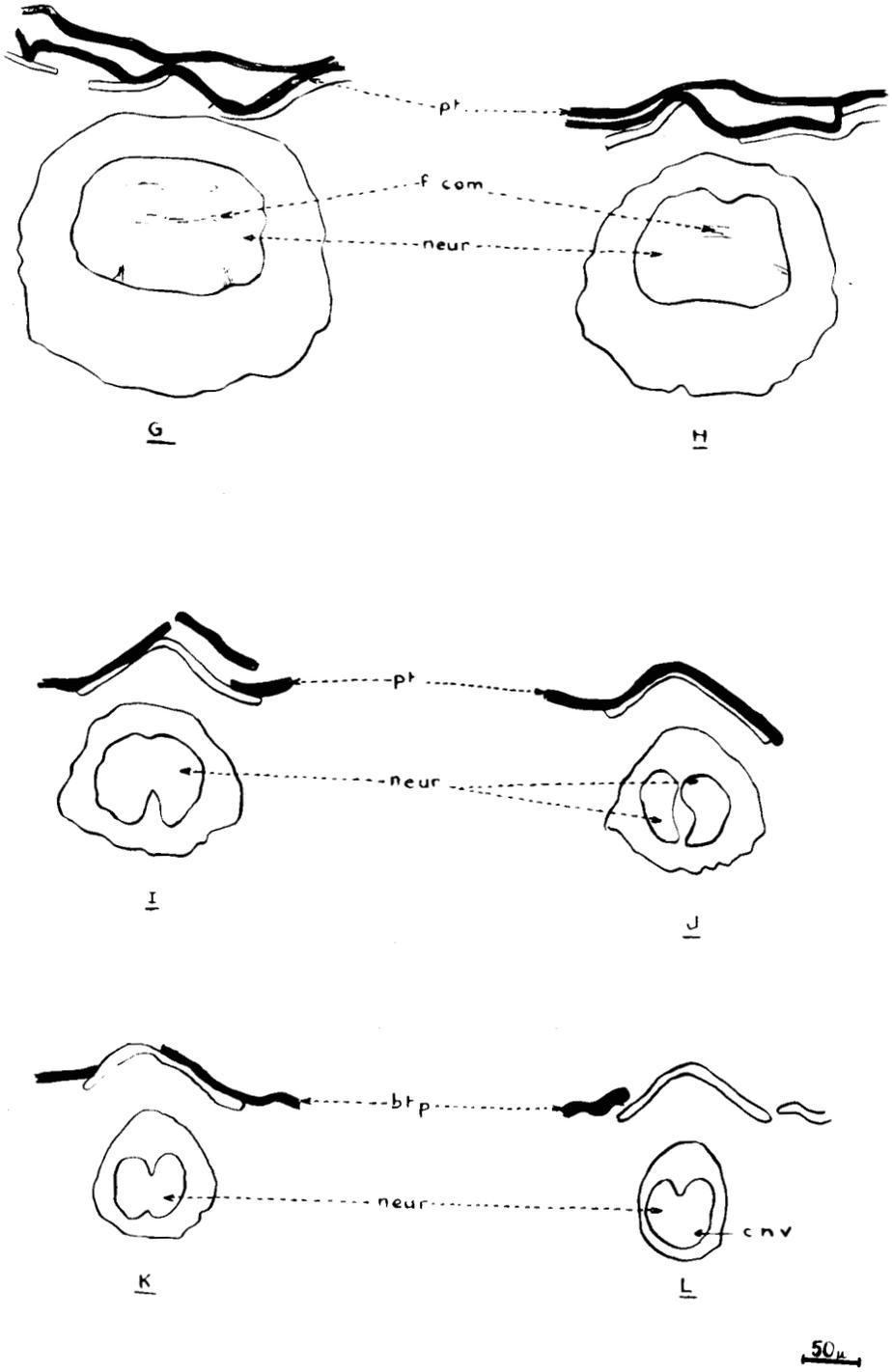


Fig. 3 - Séries de coupes transversales dans le ganglion sous-oesophagien d'*Anax imperator* (région postérieure)

A la partie postérieure, le pont tentorial se divise en deux bras tentoriaux postérieurs (fig. 3 K) tandis que des neurones et des cellules gliales s'insinuent dans le neuropôle (fig. 3 I) et finissent par diviser celui-ci en deux masses symétriques distinctes (fig. 3 J) ; un peu avant la sortie postérieure de la chaîne ventrale, ces deux masses fusionnent de nouveau (fig. 3 K) et le connectif reste impair entre le ganglion sous-oesophagien et le ganglion prothoracique (fig. 3 L).

Si le ganglion présente une symétrie bilatérale par rapport à un plan médian sagittal ; il y a dyssymétrie par rapport à un plan frontal entre les régions dorsale et ventrale ; en effet, les gros neurones bipolaires sont presque tous localisés aux régions ventrale et latérales (fig. 1 A) alors que le neuropôle conserve toujours une position légèrement dorsale. Les neurones géants, selon BALDUS (1924) sont analogues à ceux que l'on trouve dans la portion antérieure du cerveau et dans la pars intercerebralis. On observe également quelques gros neurones sous la commissure tritocérébrale et sous le pont tentorial mais ils restent en nombre restreint. Les cellules gliales occupent les espaces situés entre les gros neurones dans la région péri-neuropilaire. Le neuropôle est formé de fibres reliant directement les connectifs périoesophagiens à la chaîne ventrale mais à ces fibres viennent s'en ajouter d'autres issues des neurones des lobes dorsal et ventral.

Les nerfs issus de ce ganglion vont innerver les trois segments primitifs postérieurs de la tête ; il semble bien que le ganglion sous-oesophagien résulte de la fusion des trois ganglions des segments mandibulaire, maxillaire et labial.

2- GANGLIONS THORACIQUES ET ABDOMINAUX

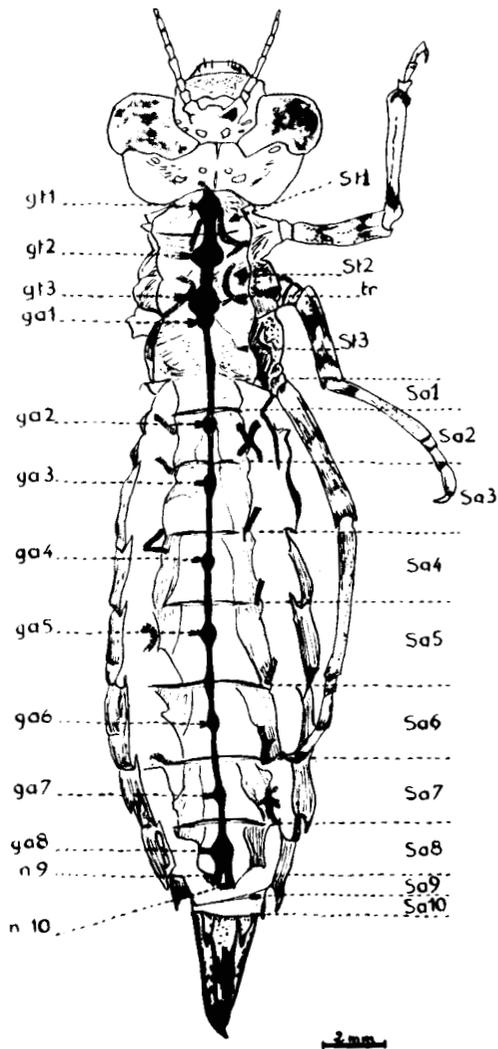
a- Etude anatomique

+ chez la larve

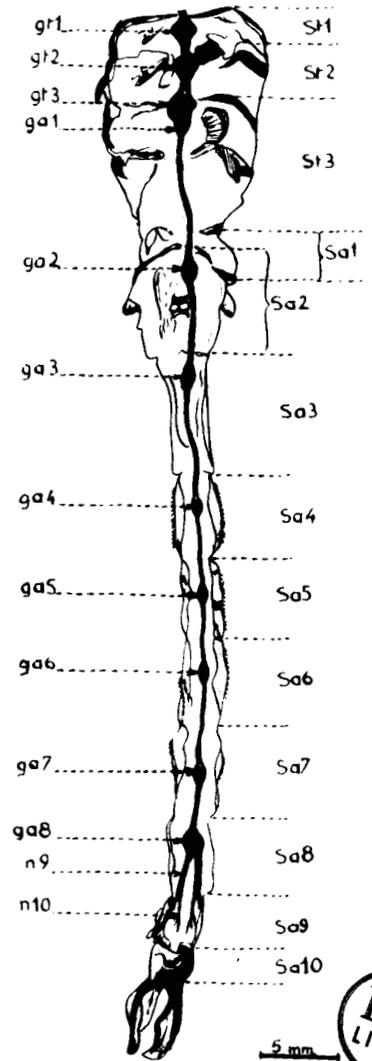
On retrouve également des fusions de ganglions dans la chaîne ventrale à un degré plus ou moins poussé. Avant d'aborder les détails histologiques et cytologiques des ganglions thoraciques et abdominaux, on fera l'étude de la répartition des ganglions dans les segments thoraciques et abdominaux.

La chaîne nerveuse d'une larve d'*Aeschna cyanea* de l'avant dernier stade (fig. 4) montre trois ganglions nettement marqués dans la région thoracique. Un connectif assez court et pair le sépare du ganglion mésothoracique séparé lui aussi du ganglion métathoracique par un connectif pair et également réduit. Le ganglion du segment métathoracique est beaucoup plus développé que les précédents ; il est formé d'une région antérieure large, semblable aux deux premiers ganglions thoraciques et d'une région postérieure plus étroite séparée de la précédente par un sillon transversal. Le connectif qui lui fait suite est très long ; il traverse le premier segment abdominal et c'est seulement dans le deuxième segment abdominal que l'on trouve le ganglion suivant ; la région postérieure du ganglion du segment métathoracique correspond donc bien au premier ganglion abdominal qui est accolé au ganglion métathoracique ; cette constatation anatomique sera vérifiée par l'examen histologique.

Les ganglions suivants sont situés chacun dans la moitié antérieure des segments abdominaux 2 à 8. Le premier ganglion logé dans l'abdomen se trouve juste à l'avant du segment 2 et graduellement la localisation des ganglions suivants est reportée un peu vers l'arrière de telle sorte que dans le segment 8, le gros ganglion correspondant se trouve au milieu de ce segment.



Avant-Dernier Stade



Imago



Fig. 4 - Dissections de la chaîne nerveuse d'*Aeschna cyanea* chez la larve de l'avant-dernier stade et chez l'Imago.

TILLYARD (1917) observe une disposition analogue dans le genre archaïque *Petalura* ; mais là, le deuxième ganglion abdominal ne se trouve pas à l'avant du deuxième segment mais à la partie postérieure du premier segment abdominal. Dans une étude comparative de la chaîne nerveuse des Odonates, il indique trois stades caractéristiques de l'évolution du thorax et de son système nerveux ; on y trouve les Agrionides parmi les Odonates présentant une fusion des trois ganglions thoraciques ; en fait, il semble bien que jusqu'au dernier stade larvaire ces trois ganglions restent bien distincts car sur des coupes sériées de larves d'*Enallagma* on retrouve, entre chaque ganglion des connectifs pairs les séparant nettement les uns des autres : la fusion ne s'effectuerait qu'au moment de la métamorphose.

Le huitième ganglion abdominal est plus développé que les autres et présente de gros troncs nerveux (n 9 et n 10) se dirigeant vers les segments abdominaux 9 et 10. Là encore, on peut admettre que ce gros ganglion correspond à la fusion, mais cette fois, totale, des trois derniers ganglions abdominaux.

+ Etude anatomique de l'Imago

On peut se demander quelle transformation va subir la chaîne nerveuse lors de la métamorphose, car l'imago présente un allongement considérable de l'abdomen par rapport à la larve.

La dissection de l'adulte (fig. 4) d'*Aeschna cyanea* montre que la disposition relative des ganglions de chaque segment reste inchangée ; les connectifs reliant les deux premiers ganglions abdominaux s'allongent considérablement ; chez le mâle notamment, en raison de l'existence d'un appareil copulateur ventral sur l'avant de l'abdomen, il se produit un allongement vers l'avant du sternite du deuxième segment abdominal qui vient recouvrir partiellement celui du segment précédent ; malgré cela, le deuxième ganglion abdominal conserve une disposition antérieure dans son segment.

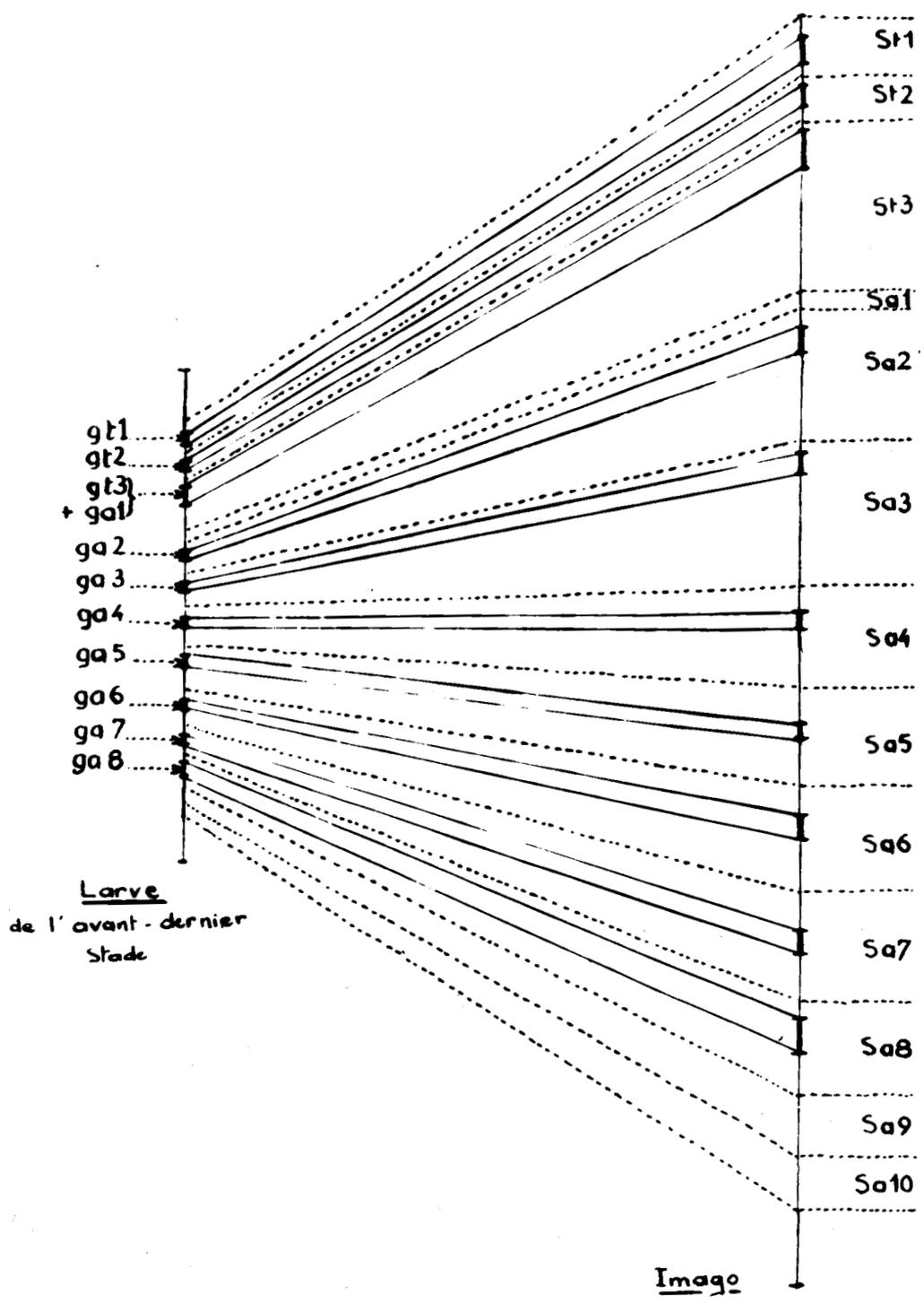


Fig. 5 - Schéma montrant l'évolution dans la localisation des ganglions lors de la métamorphose d'Aeschna cyanea.

A la métamorphose, les ganglions ont gardé sensiblement la même taille que chez la larve de l'avant dernier stade et l'allongement de l'abdomen retentit uniquement sur la longueur des connectifs,

La chaîne entre chaque ganglion n'est pas rectiligne : cette disposition semble en rapport avec les mouvements de grande amplitude de l'abdomen et du thorax, l'un par rapport à l'autre.

Si on ramène aux mêmes proportions la larve de l'avant-dernier stade et l'adulte (fig. 5), on peut vérifier que les ganglions conservent sensiblement la même taille, seuls les connectifs abdominaux s'allongent de telle sorte que les ganglions conservent la même position relative dans les segments.

b- Etude histologique des ganglions thoraciques et abdominaux

La structure histologique des ganglions de la chaîne nerveuse rappelle assez fidèlement celle du ganglion sous-oesophagien.

ZAWARZIN (1924) constate que le neuropile se trouve au centre du ganglion, que les neurones sont situés surtout latéralement et ventralement par rapport au neuropile ; dans la partie dorsale où il ne trouve jamais de neurones, n'existent que des cellules gliales.

Dans chaque ganglion, le neuropile est formé de fibres longitudinales auxquelles s'ajoutent des fibres axonales issues des neurones propres du ganglion ; on trouve encore dans chaque segment des fibres commissurales (fig. 7 E et F et fig. 3 C).

Une mention particulière sera faite du ganglion métathoracique et du dernier ganglion abdominal qui présentent quelques originalités de structure. Le ganglion prothoracique sera étudié comme type ganglionnaire (fig. 6 et 7).

+ Ganglion prothoracique

De chaque ganglion, émerge un certain nombre de nerfs. A la partie antérieure, le ganglion prothoracique émet deux gros troncs nerveux (fig. 6 C) au niveau où le neuropile, resté impair depuis le

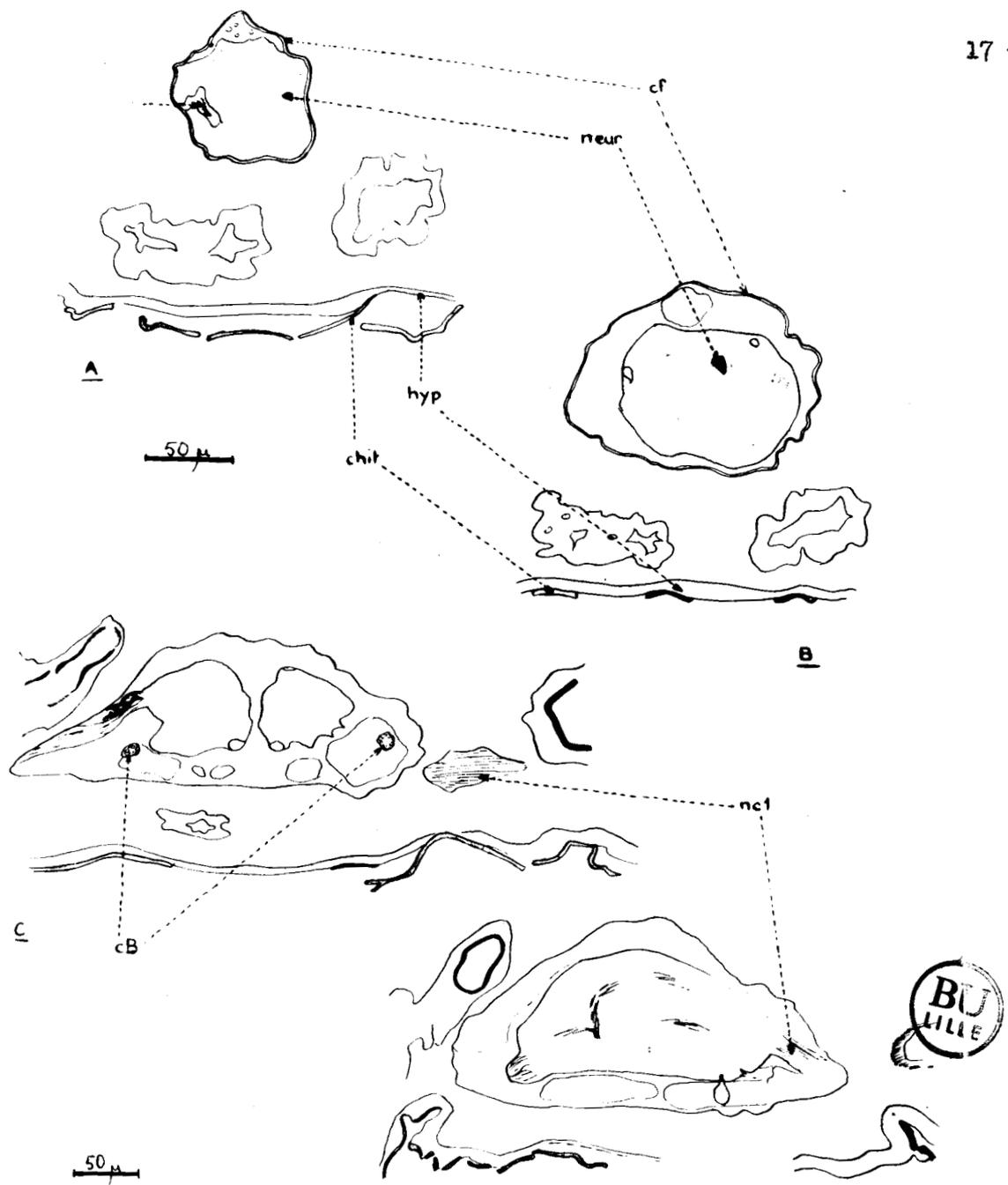


Fig. 6 - Séries de coupes transversales dans la partie antérieure du ganglion prothoracique d'*Aeschna cyanea* au dernier stade.

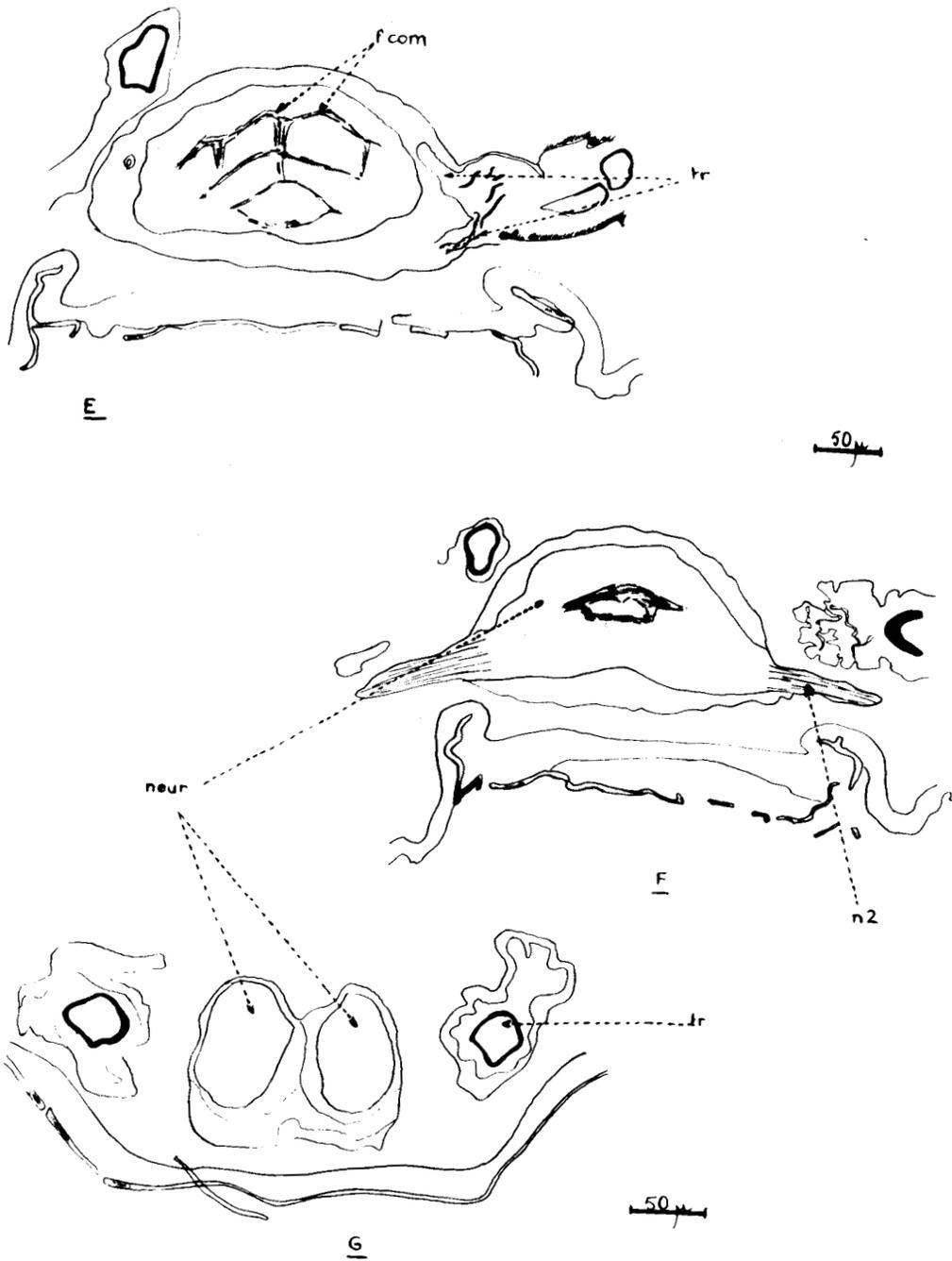


Fig. 7 - Série de coupes transversales dans la partie postérieure du ganglion prothoracique d'*Aeschna cyanea* au dernier stade.

ganglion sous-oesophagien est divisé en deux masses symétriques par des neurones et des cellules gliales qui s'insinuent entre elles. Ces nerfs se dirigent vers la paire de pattes prothoraciques ; ce sont les premiers nerfs cruraux.

Dans la partie postérieure, une nouvelle paire de nerfs (fig. 7 F) se dirige vers les muscles prothoraciques.

ZAWARZIN signale encore une autre paire se dégageant du connectif à égale distance du ganglion sous-oesophagien et du ganglion prothoracique.

La capsule fibreuse qui emballe le ganglion est en continuité avec la membrane qui entoure les nerfs. De gros troncs trachéens pénètrent par les parois latérales du ganglion et s'arborescent autour du neuropile (fig. 7 E). A la partie postérieure du ganglion, le neuropile se sépare en deux masses fibrillaires (fig. 7 C) que l'on suit le long du connectif pair se dirigeant vers le ganglion mésothoracique.

L'organisation du ganglion prothoracique se retrouve dans les autres ganglions thoraciques et abdominaux. Cependant, des ganglions méso- et métathoraciques émettent en plus des nerfs qui desservent les ptérothèques : ce sont les nerfs alaires.

+ Ganglion métathoracique

L'étude anatomique a permis d'observer la fusion incomplète du premier ganglion abdominal avec le ganglion métathoracique ; la structure histologique confirme cette constatation. Le sillon médian déprimé observé au milieu de la masse ganglionnaire s'accentue et finit par opérer une division du neuropile (fig. 9 F) semblable à la division postérieure du neuropile des autres ganglions ; mais, après un court trajet pair, les deux masses neuropilaires fusionnent de nouveau pour former le neuropile impair du premier ganglion abdominal (fig. 9 G) ; ce dernier est situé sous les pièces chitineuses de l'endosquelette thoracique.

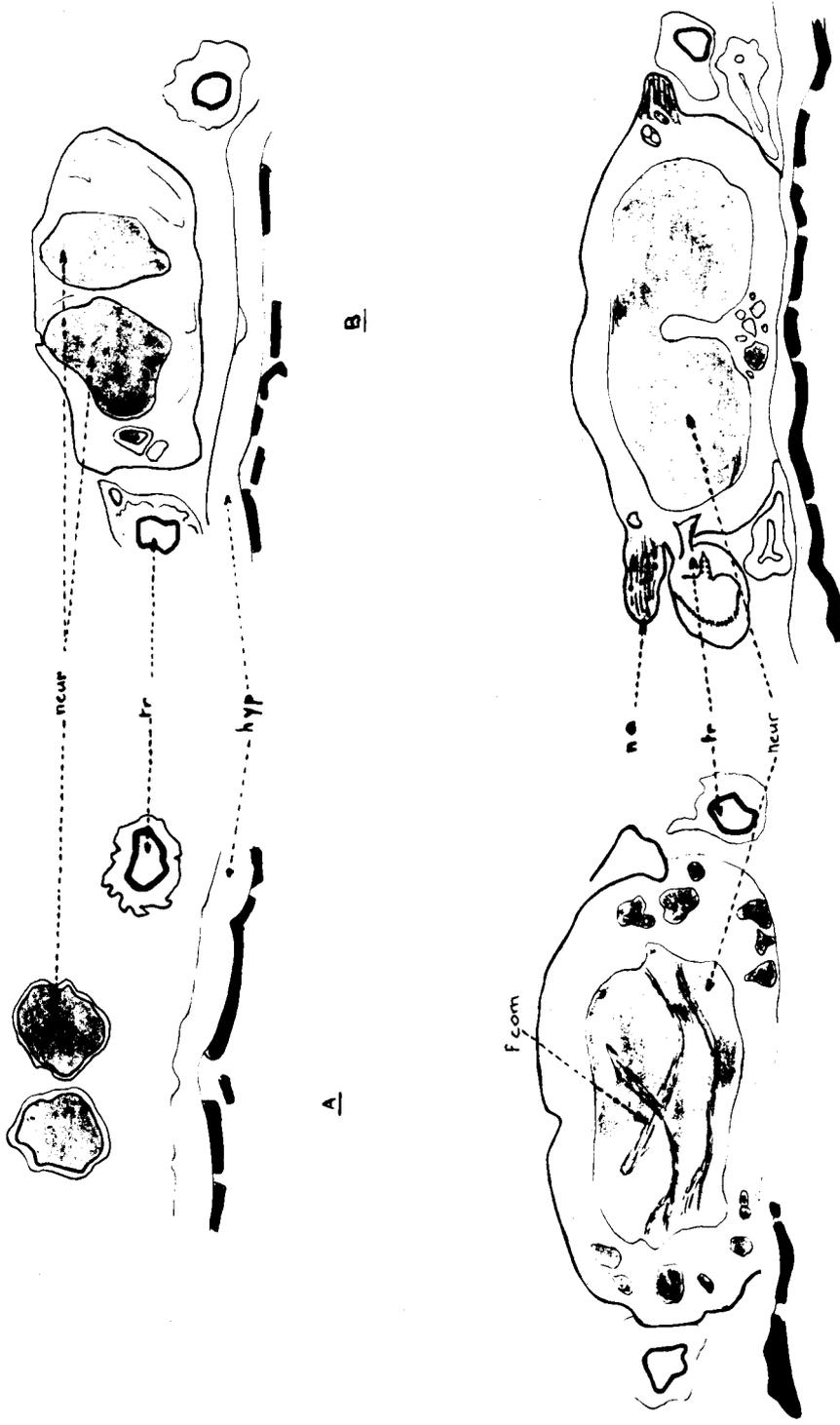


Fig. 8 - Séries de coupes transversales dans la région antérieure du ganglion métathoracique d'*Aeschna cyanea* au dernier stade.

50 μm

BU
LILLE



Fig. 9 - Série de coupes transversales dans la région postérieure du ganglion métathoracique et dans le premier ganglion abdominal d'Aeschna cyanea au dernier stade.

A la partie postérieure, le premier ganglion abdominal donne une seule paire de nerfs (fig. 9 H) : ces nerfs se dirigent vers la séparation thoraco-abdominale.

Selon TILLYARD, la fusion du premier ganglion abdominal avec le ganglion métathoracique s'effectue avant ou pendant la métamorphose : des coupes transversales sériées, effectuées sur des larves d'*Enallagma* à l'antépénultième, à l'avant-dernier et au dernier stade ne montrent aucune progression dans la fusion : celle-ci s'est donc effectuée bien avant la métamorphose puisqu'elle s'est réalisée à des stades antérieurs à l'antépénultième.

+ Dernier ganglion abdominal

Les sept premiers ganglions abdominaux sont exactement équivalents en taille et en structure : chacun donne une paire de gros troncs nerveux se dirigeant vers les muscles du segment correspondant. Des nerfs plus petits sont émis en direction du tube digestif.

Le huitième ganglion abdominal, plus développé que les précédents, détache trois paires de gros nerfs : n 8 (fig. 10 C), n 9 et n 10 (fig. 11) ; n 9 et n 10 se dirigent vers les neuvième et dixième segments abdominaux. Ces gros troncs nerveux ont la même taille que les nerfs issus des autres ganglions abdominaux se dirigeant vers les muscles segmentaires : ils peuvent être considérés comme les nerfs segmentaires de deux derniers ganglions abdominaux fusionnés avec le huitième. Le nerf 10 est issu de la partie caudale du ganglion ; il est formé par la fusion de deux masses neuropilaires (fig. 11 F et G) : la racine dorsale du nerf 10 et la racine ventrale du nerf 10. Une quatrième paire de nerfs issus de ce gros ganglion innerve les organes reproducteurs : ce sont les nerfs génitaux (fig. 10 D).

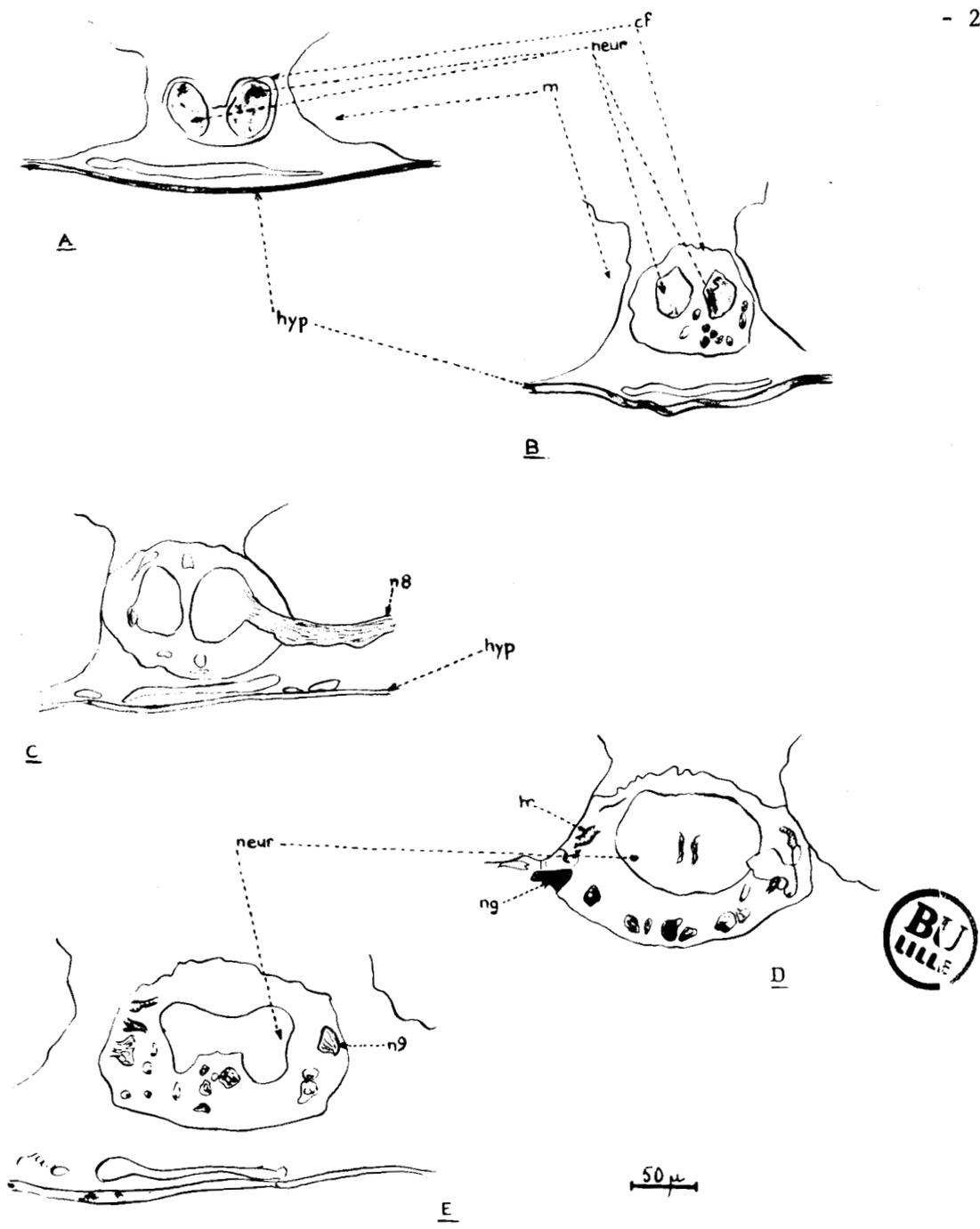


Fig. 10 - Série de coupes transversales dans la partie antérieure du dernier ganglion abdominal d'*Aeschna cyanea* au dernier stade.

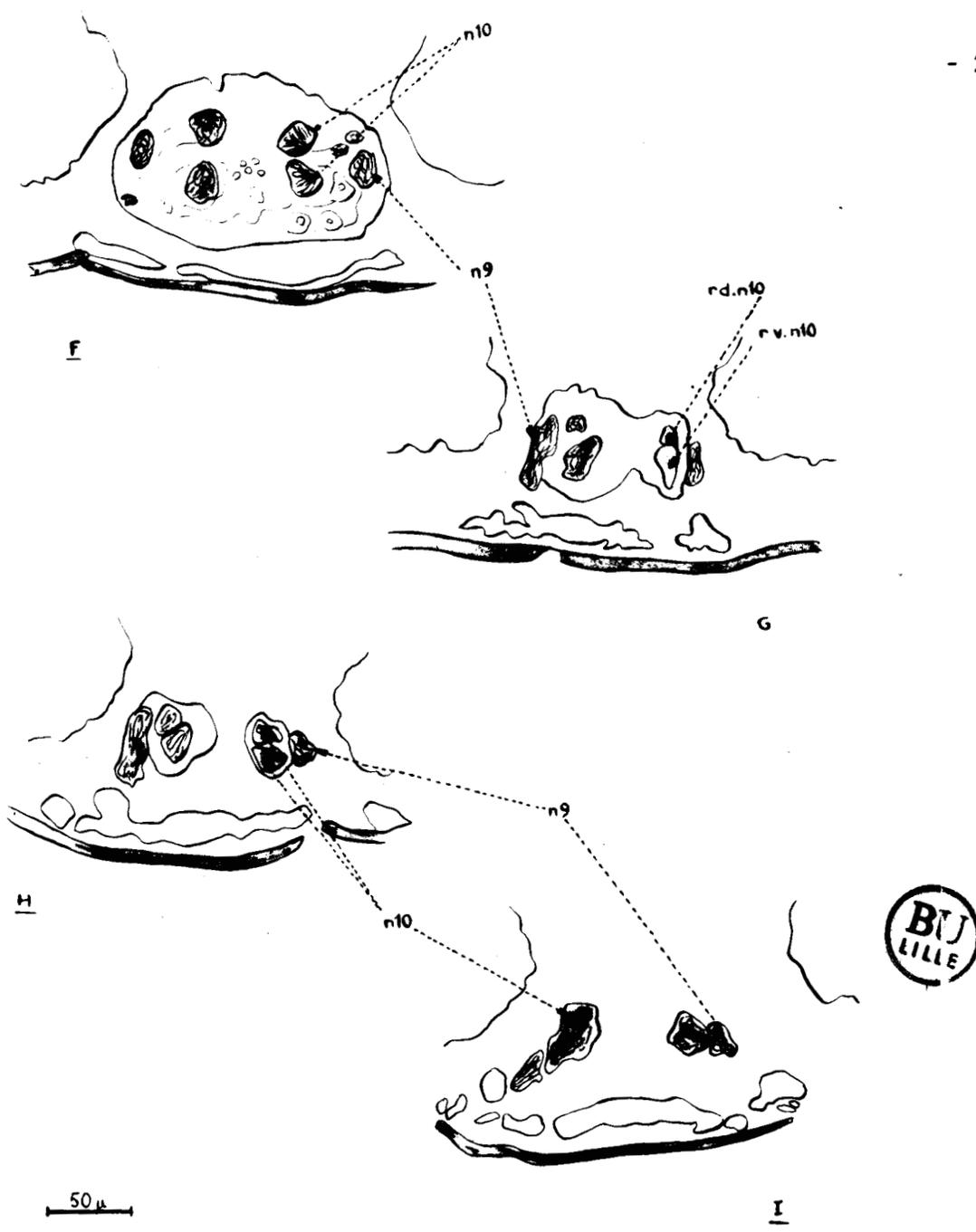


Fig. 11 - Série de coupes transversales dans la partie postérieure du dernier ganglion abdominal d'*Aeschna cyanea* au dernier stade.

L'étude histologique a donc montré que le système nerveux des Odonates conserve un caractère archaïque : il faut en effet noter que la concentration ganglionnaire est peu poussée ; les ganglions thoraciques amorcent un début de fusion qui se marque par un simple rapprochement. TILLYARD constate une réelle fusion de ces trois ganglions dans les groupes suivants : Gomphinae, Libellulidae, Lestidae et Agrionidae.

Les trois derniers ganglions abdominaux sont entièrement fusionnés et le premier ganglion abdominal se déplace vers l'avant : cette migration semble en rapport avec les mouvements de grande amplitude du thorax et de l'abdomen l'un par rapport à l'autre. De plus la métamorphose n'apporte pas de modifications importantes : les dispositions anatomiques de l'adulte en ce qui concerne le système nerveux sont préfigurés chez la larve ; seul peut être noté l'allongement des connectifs abdominaux en rapport avec la forme élancée de l'imago contrastant avec l'aspect trapu de la larve.

ETUDE HISTOLOGIQUE ET CYTOLOGIQUE DES CELLULES NEUROSECRETICES
DE LA CHAÎNE NERVEUSE VENTRALE

Les diverses techniques de coloration utilisées ont permis de mettre en évidence dans la chaîne nerveuse ventrale des Odonates des cellules dont les granules de neurosécrétion présentent des affinités tinctoriales variées.

L'étude anatomique et histologique de la chaîne nerveuse ayant fourni des points de repère fixes tels que les départs des nerfs, les pièces de l'endosquelette et la pénétration de trachées ; il sera facile de situer avec précision l'emplacement des cellules à caractère neurosécréteur dont il faudra ensuite préciser les caractères cytologiques.

Dans leurs travaux relatifs à des espèces variées d'Insectes les auteurs utilisent une nomenclature qui, loin d'être uniforme, rend souvent difficile les homologues entre les différents types cellulaires

Deux types principaux de cellules neurosécrétrices peuvent être reconnus ; ils ont été appelés : type A et type B, selon la terminologie de NAYAR (1955) et de KOPF (1957).

Les cellules de type A présentent dans leur cytoplasme des granules colorés en bleu foncé par l'hématoxyline chromique de Gomori et en pourpre foncé par la fuchsine paraaldéhyde de Gabe ; dans le type B, après coloration par l'hématoxyline chromique de Gomori ; les granulations sont colorées en rouge par la phloxine alors qu'elles prennent une teinte bleu verdâtre après traitement par le picroindigocarmin dans la technique de Gabe?

Les cellules A et B de NAYAR peuvent être homologuées respectivement aux types I et II observés par GELDIAY dans les ganglions de la chaîne nerveuse de *Blaberus craniifer*.

DELPHIN dans son étude histologique très détaillée de la neurosécrétion dans la chaîne nerveuse ventrale de *Schistocerca gregaria*, reprenant la nomenclature d'HIGHNAM, distingue quatre types

différents de cellules neurosécrétrices A, B, C et D avec trois variétés pour le type A et deux pour le type B. Les cellules B de DELPHIN ne sont pas phloxinophiles et non identiques d'après cet auteur aux cellules B de la pars intercerebralis du cerveau. Cet auteur note que les types C et D semblent représenter deux états fonctionnels d'une même cellule.

Il peut paraître illusoire de multiplier les dénominations et d'allonger la nomenclature des cellules neurosécrétrices au seul vu de leurs affinités tinctoriales particulières, si ces distinctions ne sont pas basées sur des critères physiologiques et expérimentaux précis ; on peut noter à cet égard que la dénomination des cellules de "castration" décrites par B. SCHARKER (1955) dans le ganglion sous-oesophagien de *Leucophaea maderae* est basée sur une modification cytologique d'un type de cellule neurosécrétrice à la suite de l'ovarectomie de femelles adultes.

1° - GANGLION SOUS-OESOPHAGIEN

ARVY et GABE (1953) se contentent de signaler la présence de cellules neurosécrétrices de type A et en indiquent deux sur un schéma très simplifié relatif aux Odonates. Aucune mention n'est faite de leur structure et les indications relatives à leur emplacement manquent de précision.

MEUNIER (1963) décrit et localise 8 cellules neurosécrétrices Gomori positives chez la larve d'*Aeschna cyanea*.

En fait, il a été possible de mettre en évidence à la fois des cellules de type A et de type B dans le ganglion sous-oesophagien.

Cellules de type A

La situation des cellules A est constante et il a été possible de mettre en évidence deux paires de cellules de ce type. La

première paire est en position antérieure (fig. 13 A), comme l'indique une coupe sagittale dans le ganglion sous-oesophagien d'*Aeschna cyanea* à l'avant-dernier stade larvaire. On la trouve latéralement entre les ganglions mandibulaires et maxillaires (fig. 12 et 14 A), un peu en avant de l'entrée des connectifs périoesophagiens ; leur position antérieure justifie la dénomination de cellule A antérieure (c A ant).



Fig. 12 - Coupe transversale du ganglion sous-oesophagien
d'*Anax imperator* à l'avant-dernier stade (Gr : x 100)

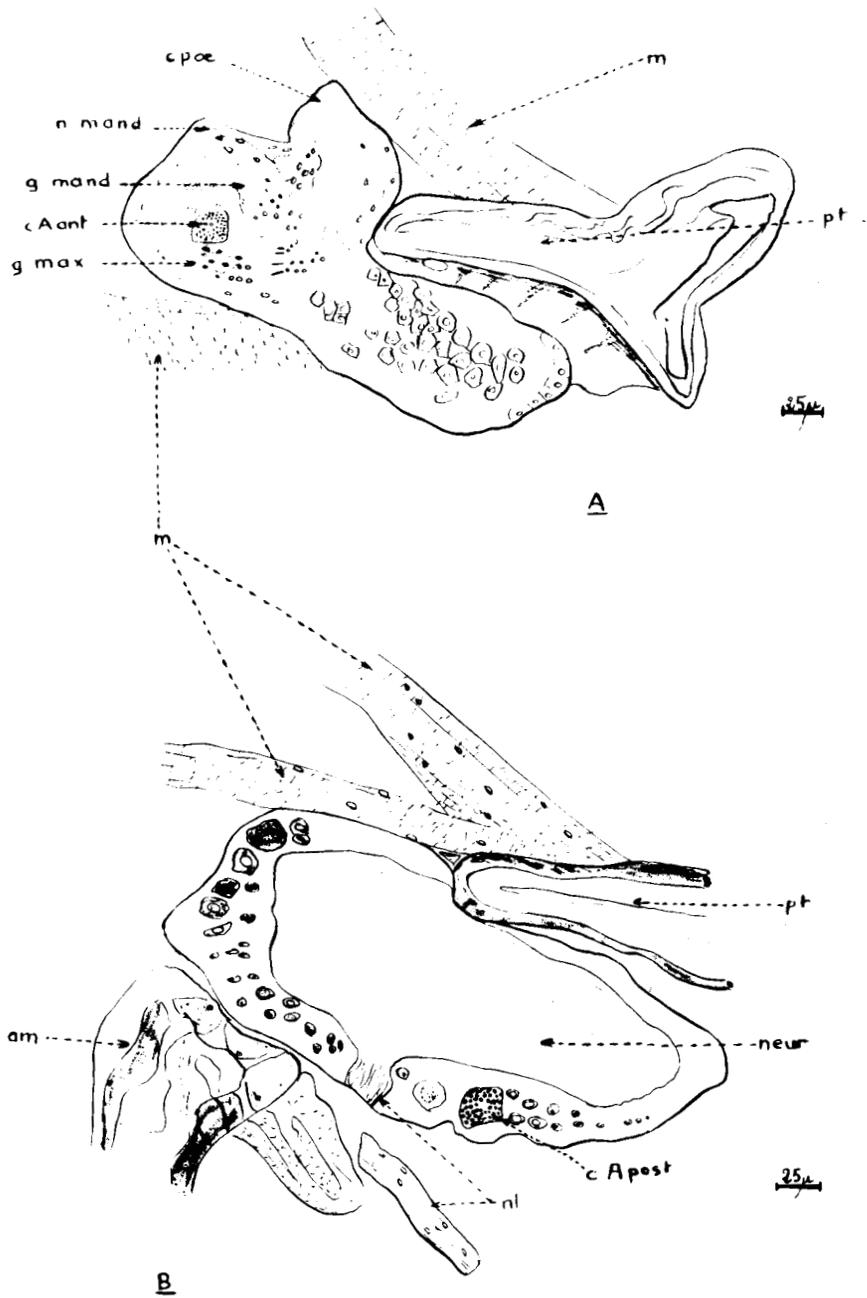


Fig. 13 - Coupes sagittales dans le ganglion sous-oesophagien d'une larve de l'avant-dernier stade d'Aeschna cyanea.

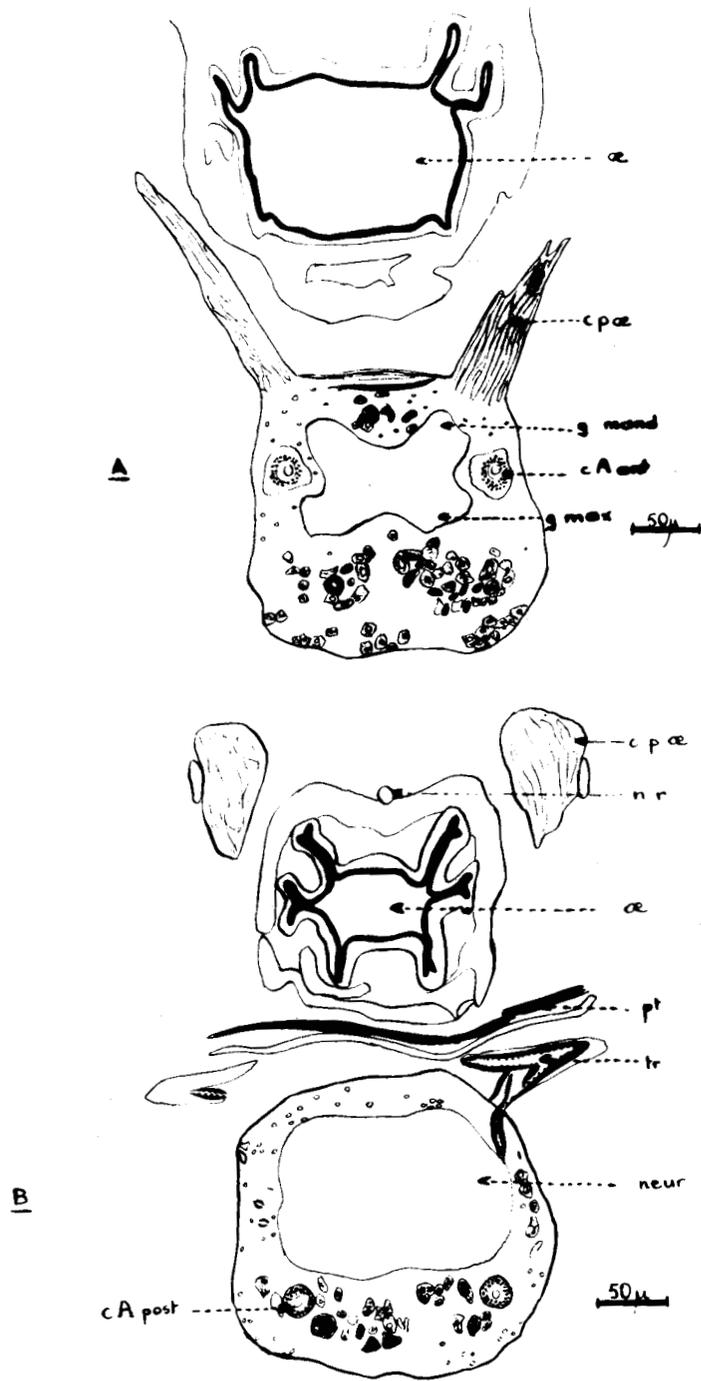


Fig. 14 - Coupes transversales dans le ganglion sous-oesophagien d'une larve de l'avant-dernier stade d'*Anax imperator*.

La deuxième paire est située dans la moitié postérieure (fig. 12 B) du ganglion sous le neuropile en position latéro-ventrale (fig. 14 B). On la trouve en arrière des ganglions labiaux juste après le départ des nerfs labiaux (fig. 2) : ce sont les cellules A postérieures (c A post).

Le corps cellulaire de ces cellules de type A est de forme ellipsoïdale voisine d'une sphère et son diamètre véritable selon les individus est compris entre 40 et 50 . Le noyau est central (fig. 15, 16, 17, 18), les granules sont fins et ne dépassent pas la taille de 0,5 ; ils sont répartis régulièrement dans le cytoplasme avec cependant une densité plus forte à la périphérie. Des coupes sériées dessinées à la chambre claire ont permis la réalisation d'une reconstitution de l'une de ces cellules (fig. 19) : la cellule postérieure gauche. Il s'agit d'un neurone unipolaire dont le départ axonal est visible. L'axone lui-même ne peut pas être suivi car on n'y remarque aucune granulation et les membranes cellulaires sont trop fines pour être discernables ; il se dirige verticalement en direction du neuropile.

L'aspect des cellules neurosécrétrices A de l'adulte change par rapport à celui de la larve.

Chez un imago âgé d'*Aeschna cyanea*, les 2 paires de cellules A ne sont pas reconnaissables à première vue, cependant grâce à la situation précise et constante de ces cellules chez la larve il a été possible de les localiser avec certitude (fig. 20 et 21). Il s'agit de gros neurones à noyau bordé d'une frange de cytoplasme sombre où toute trace de granulations est absente ; le reste de la cellule est rempli de vacuoles qui lui donnent un aspect spongieux (fig. 22, 23, 24, 25). La variation de taille lors de la métamorphose est assez sensible ; le diamètre tombe à 25 ou 30 , pour 50 environ chez la larve.



Fig. 15 - Cellule A antérieure d'*Anax imperator* à l'avant dernier stade
(coupe transversale) Gr : x 1400

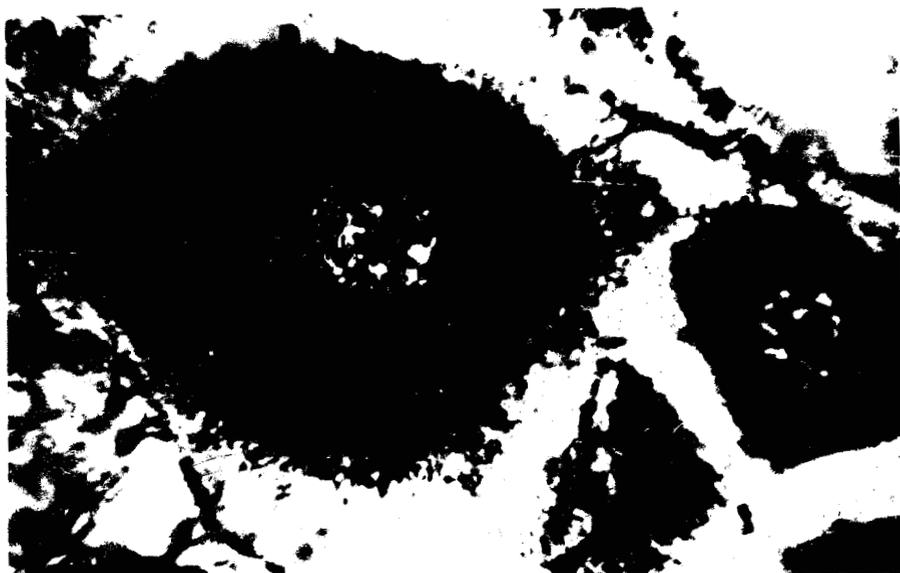


Fig. 16 - Cellule A antérieure d'*Aeschna cyanea* à l'avant dernier stade
(coupe sagittale) Gr : x 1400



Fig. 17 - Cellule A postérieure d'*Anax imperator* à l'avant dernier stade (coupe transversale) Gr : x 1400

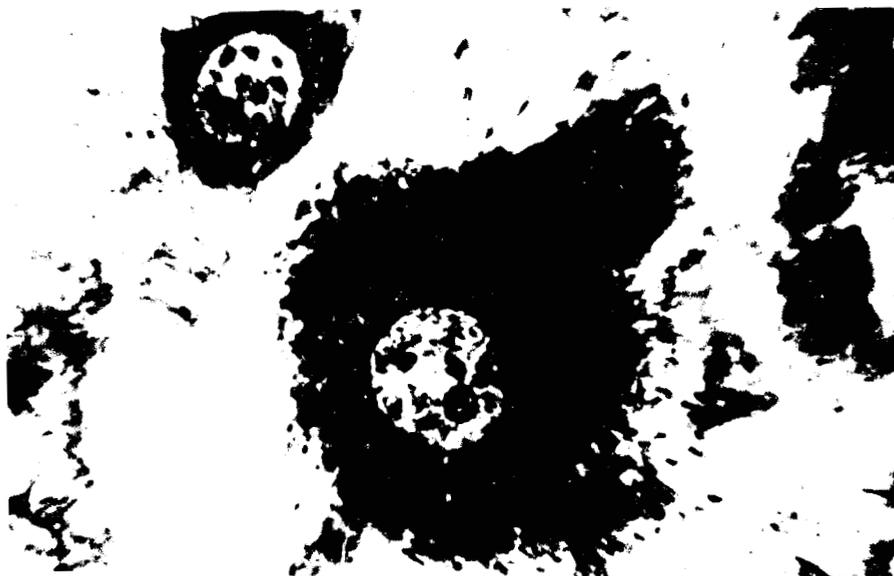
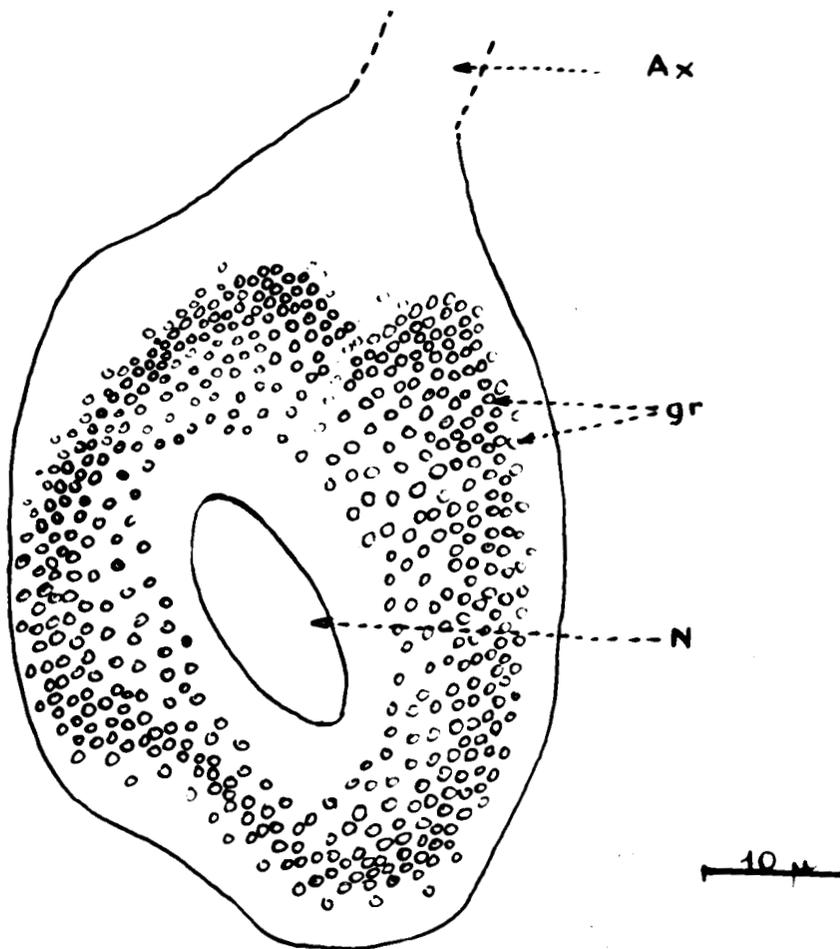


Fig. 18 - Cellule A postérieure d'*Aeschna cyanea* à l'avant dernier stade (coupe sagittale) Gr : x 1400



Cellule A du ganglion
sous - œsophagien

Fig. 19 - Reconstitution de la cellule A postérieure

L'absence de granulations ne peut pas résulter d'un défaut de fixation ou de coloration car les cellules neurosécrétrices de la pars intercerebralis de cet individu sont nettement Gomori positives. Les mêmes cellules observées chez un imago d'*Aeschna cyanea* âgé de 2 jours et chez un imago d'*Anax imperator* sacrifié le jour de la mue imaginale ne présentent que de rares granules Gomori positifs et leur cytoplasme est déjà fortement vacuolisé.

Cellules de type B

Les cellules B du ganglion sous-œsophagien de la larve occupent quatre positions différentes mais assez constantes d'un individu à l'autre.

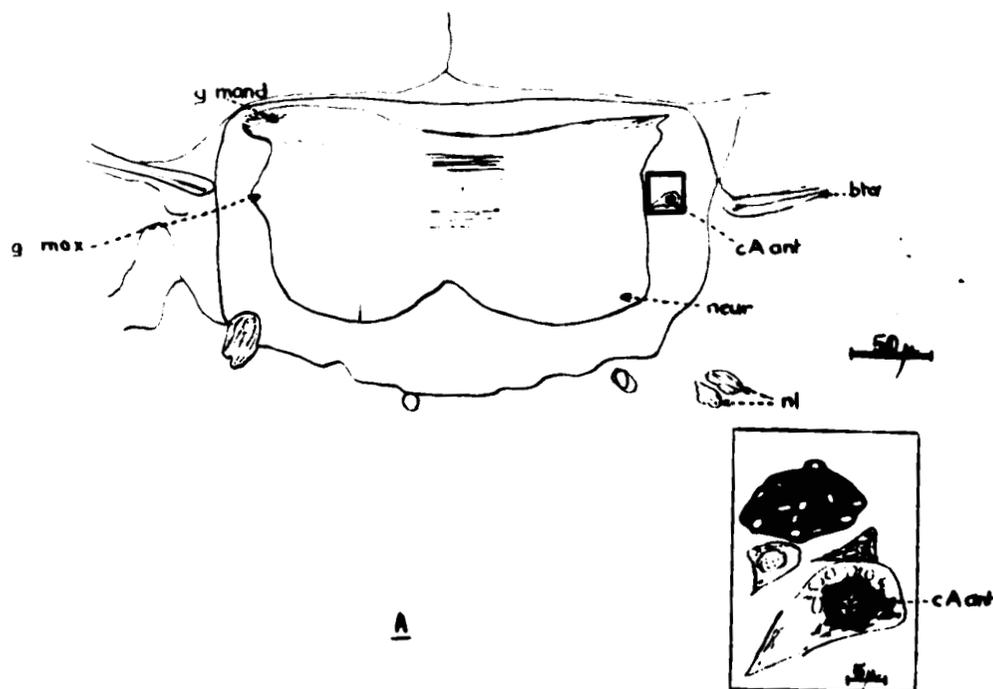


Fig. 20 - Coupe transversale du ganglion sous-oesophagien de l'Imago d'Aeschna cyanea

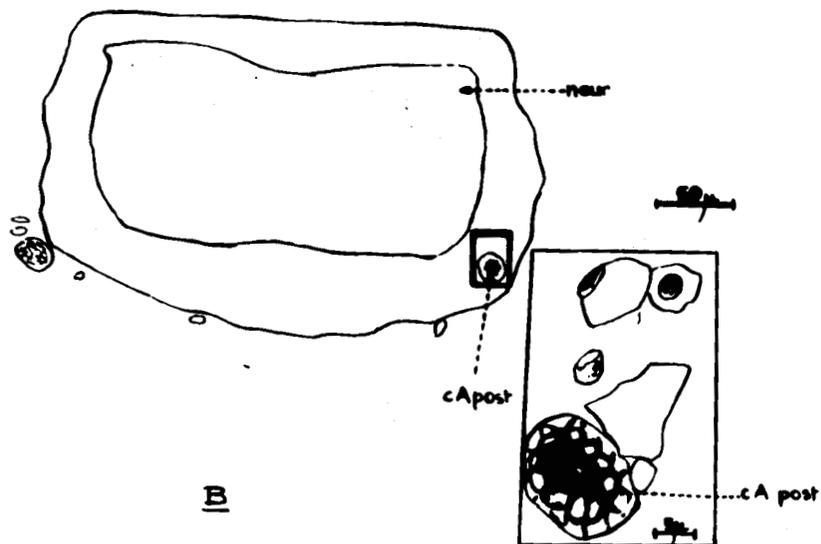


Fig. 21 - Coupe transversale du ganglion sous-oesophagien de l'Imago d'Aeschna cyanea





Fig. 22 -



Fig. 23

Coupes transversales du ganglion sous-oesophagien d'Imago d'*Aeschna cyanea*. Gr x 550



Fig. 24 - c A post. g



Fig. 25 - c A post d

Cellules A postérieures de l'Imago d'*Aeschna cyanea*. Gr x 1400

A l'avant du ganglion, entre les racines des nerfs issus des ganglions mandibulaires et maxillaires, les coupes transversales mon-

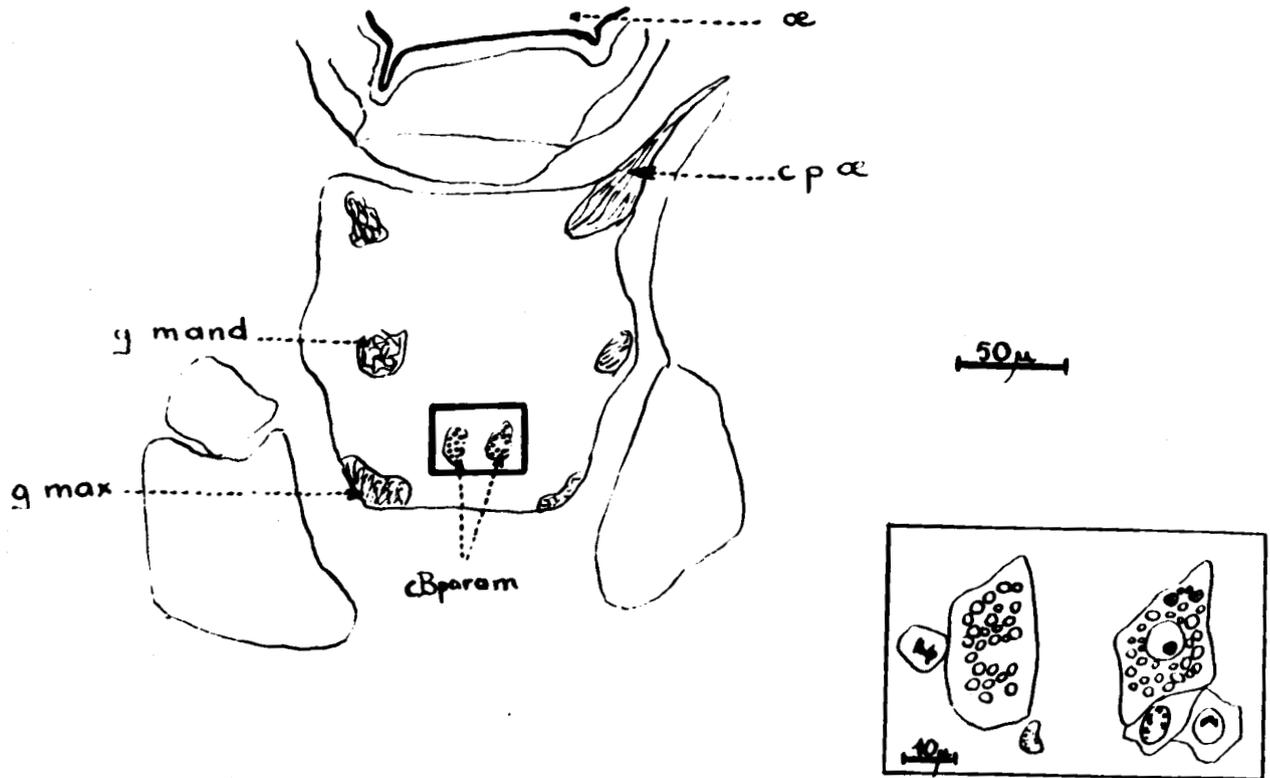


Fig. 26 - Coupe transversale du ganglion sous-oesophagien d'*Aeschna cyanea* à l'antépénultième stade.



Fig. 27 - Cellules B paramédianes
Gr x 1400



fig. 28 - Cellule B paramédiane
droite Gr x 2100

BU
LILLE

trent une paire de cellules en position interne, ventrale, de part et d'autre de la ligne médiane (fig. 26) ; leur localisation a permis de les nommer cellules B paramédianes (c B param.). Leur localisation et leur colorabilité ne sont pas sans rappeler les cellules du type A₃ décrites par DELPHIN dans le ganglion sous-oesophagien de *Schistocerca gregarina*. Une reconstitution dans l'espace de ces cellules a été rendue possible par la même méthode que celle utilisée pour les cellules A (fig. 29).

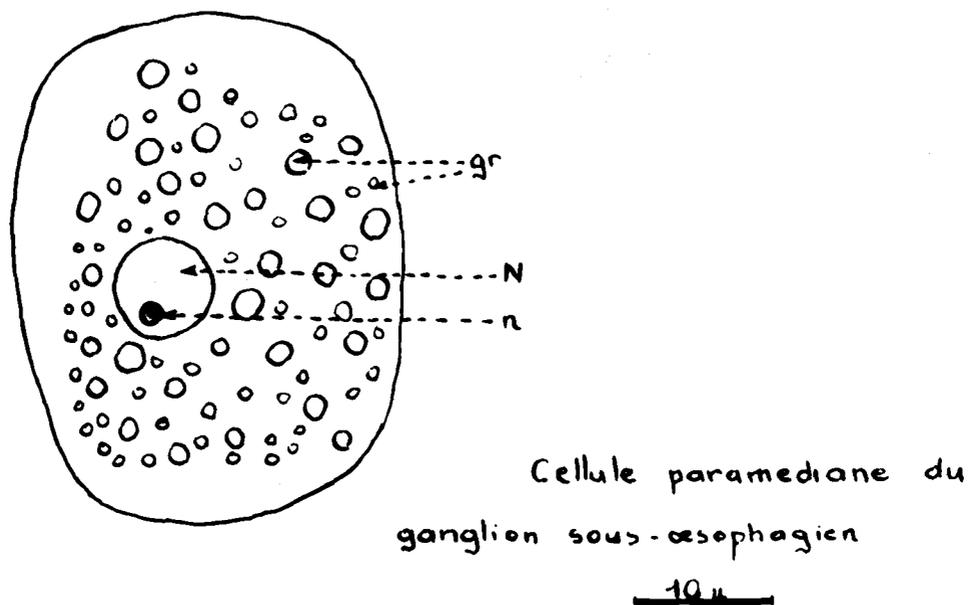


Fig. 29 - Reconstitution de la cellule paramédiane droite

Là encore le neurone, pourvu d'un noyau presque central, (fig. 26, 27, 28, 29) a la forme d'un ellipsoïde de grand axe atteignant 35 à 40 . Les granulations arrondies, de teinte rouge dans la technique de Gomori ou bleue dans celle à la fuchsine paraldéhyde de Gabe, sont de grande taille comparée à celle des cellules A ; leur diamètre est variable et elles sont peu denses ; elles sont réparties

dans tout le cytoplasme uniformément ; certains granules atteignent un diamètre de 2,5 μ et ont l'aspect et la teinte du nucléole (fig. 28). Chez toutes les larves étudiées, ces cellules conservent une remarquable constance dans leur forme et dans la taille des granulations les plus grosses.

Une deuxième cellule du type B a été mise en évidence dorsalement (fig. 31 A), elle est impaire et occupe une position superficielle sur la ligne médiane juste en dessous de la commissure tritocérébrale (fig. 1 B et 30) ; elle peut être appelée cellule sous-commissurale (c B sc).



Fig. 30 - Cellule B sous-commissurale d'*Aeschna cyanea* à l'avant dernier stade (Gr x 1400)

Elle a un aspect cylindrique de hauteur inférieure à 25 μ . Les granulations sont parfois très grosses et peuvent atteindre 3 μ (fig. 32 et 33). Un cycle sécrétoire peut être mis en évidence dans ce type de cellule ; les granules trouvés chez des individus de l'avant

dernier stade (fig. 31) ont une taille nettement inférieure à ceux trouvés chez un individu de même espèce mais sacrifié à l'antépénultième stade (fig. 32 et 33).

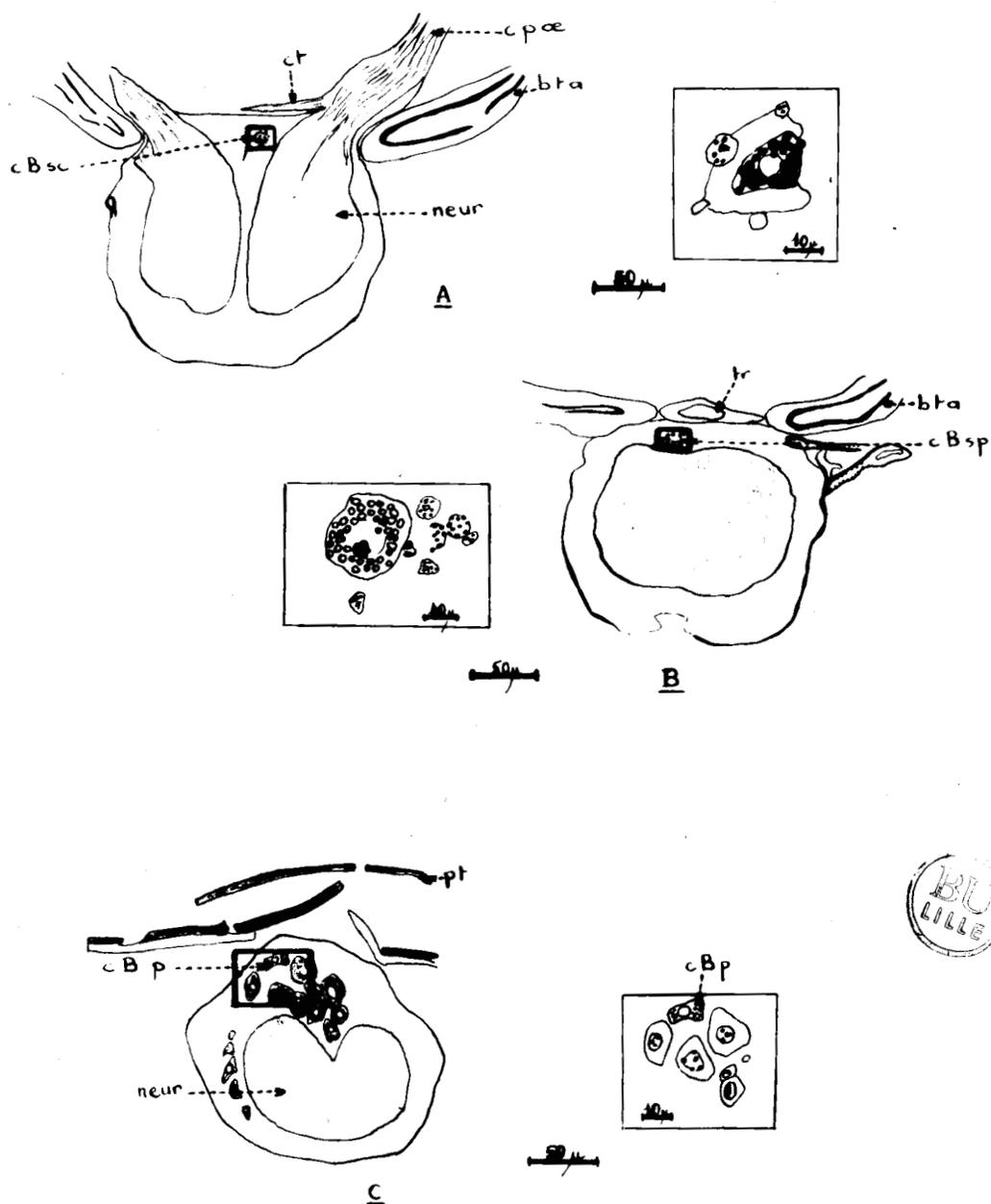


Fig. 31 - Coupes transversales dans le ganglion sous-oesophagien d'une larve d'*Aeschna cyanea* à l'antépénultième stade.



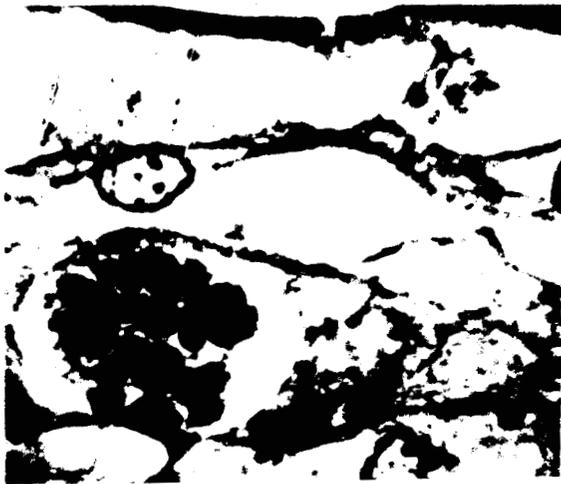


Fig. 32 - Cellule B sous-commissurale chez *Aeschna cyanea* à l'antépénultième stade (Gabe) Gr x 1400

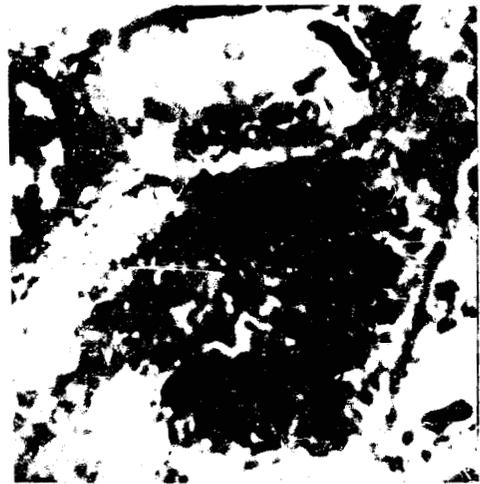


Fig. 33 - Cellule B sous-commissurale chez *Aeschna cyanea* à l'antépénultième stade Gr x 2100

Une troisième cellule du même type se rencontre dorsalement (fig. 1 A et 31 B) également en position superficielle juste sous la partie antérieure du pont tentorial (fig. 34).



Fig. 34 - Cellule B supéro-postérieure d'une larve à l'avant dernier stade d'*Aeschna cyanea*. Gr x 1400

La localisation n'est pas stricte car parfois on la trouve sous la trachée, située juste en avant du pont tentorial (fig. 35), aussi l'appellation plus générale de supéro-postérieure (c B sp) est préférable à celle de cellule B sous tentoriale.



Fig. 35 - Cellule B supéro-postérieure chez *Aeschna cyanea* à l'antépénultième stade. Gr x 1400

La forme est éllipsoïdale et les dimensions sont légèrement supérieures à celles de la cellule sous-commissurale : 30 pour le grand axe et 25 pour le petit axe. Par contre, comparées à celles de la cellule sous-commissurale, les granulations sont de dimensions légèrement inférieures : elles ne dépassent pas 2 . On peut encore constater que ces granulations sont plus volumineuses chez un individu

de l'antépénultième stade (fig. 35) que chez un autre individu de même espèce sacrifié à l'avant dernier stade.

Une dernière cellule du type B a été trouvée dans le ganglion sous-oesophagien (fig. 31 C) mais elle n'a été retrouvée que dans une série de coupes colorées à la fuchsine paraldéhyde de Gabe et provenant d'une larve de l'avant-dernier stade d'*Aeschna cyanea*. Ses dimensions sont plus réduites que celle des précédentes : elle mesure 15 dans son plus grand diamètre. On la retrouve à la région dorsale postérieure au niveau où le neuropile commence à être divisé en deux masses symétriques ; cette cellule B postérieure (c B p) n'est pas entièrement comparable aux précédentes car les granules de neurosécrétion en sont beaucoup plus petits et en nombre très réduit.

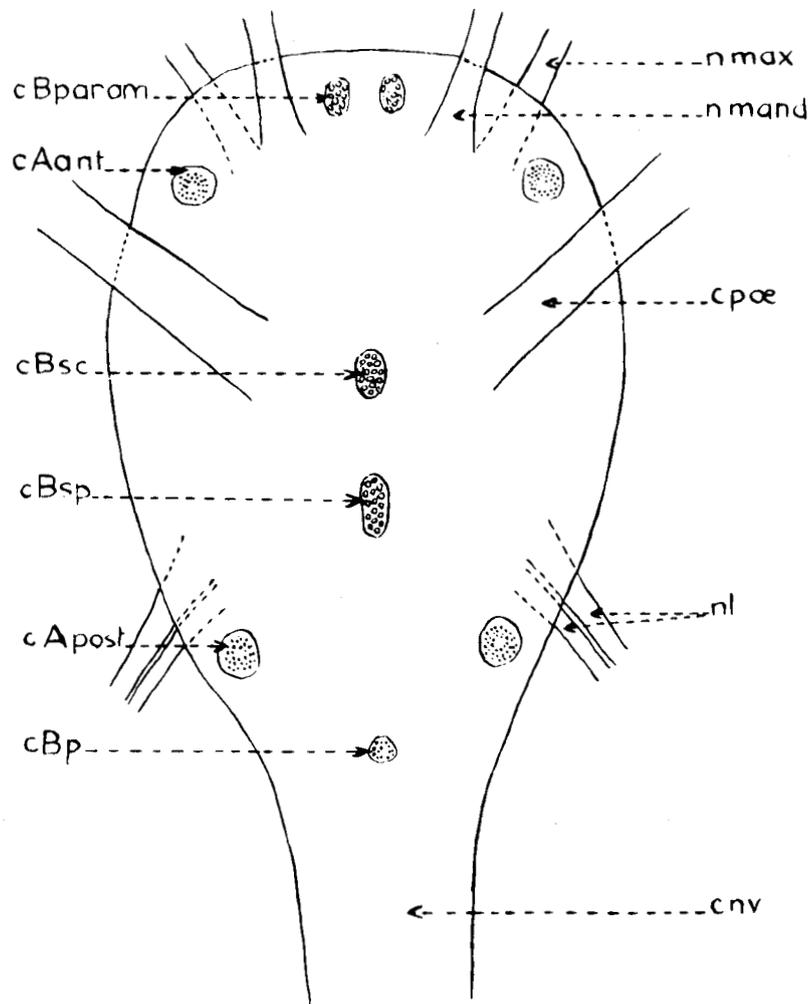


Fig. 36 - Cellules A et B du ganglion sous-oesophagien.

2°- GANGLIONS THORACIQUES

Dans le ganglion prothoracique d'une larve de l'avant-dernier stade d'*Aeschna cyanea*, une paire de cellules du type B a été mise en évidence : ce sont les cellules B prothoraciques (c B t₁). Ces cellules sont situées latéralement (fig. 37) juste sous les fibres émergentes du neuropile qui donnent naissance au premier nerf crural.

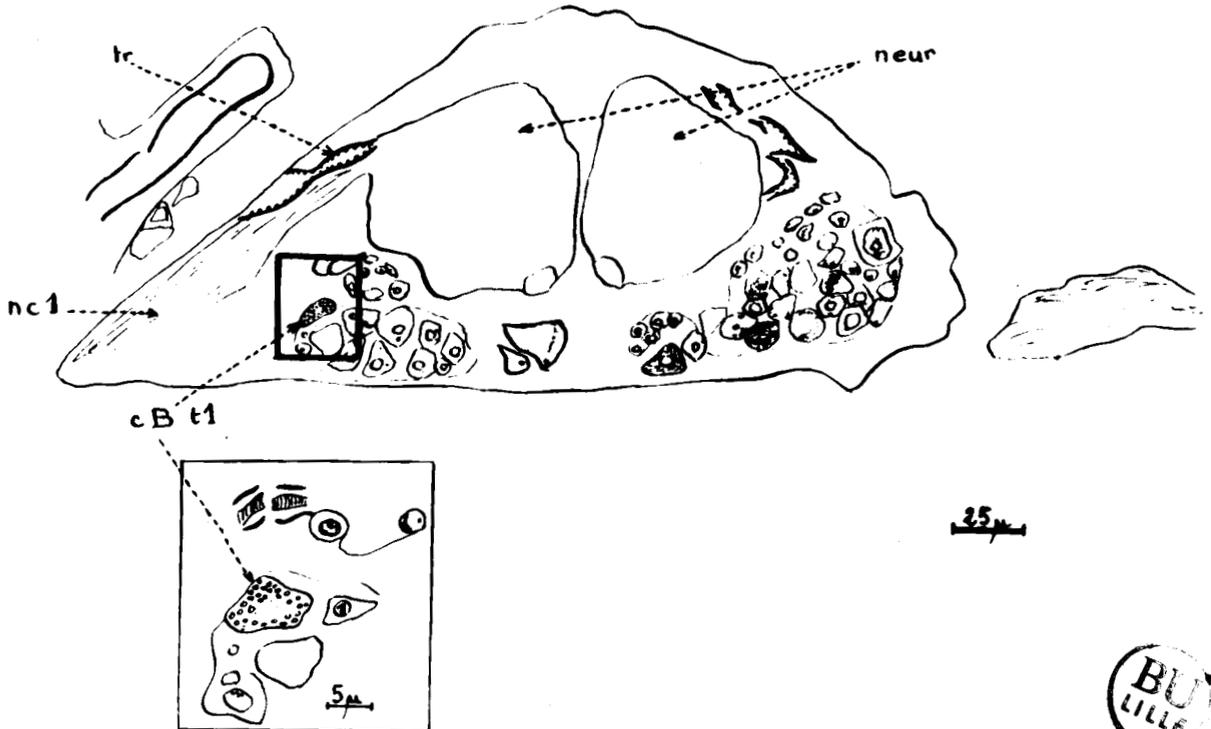
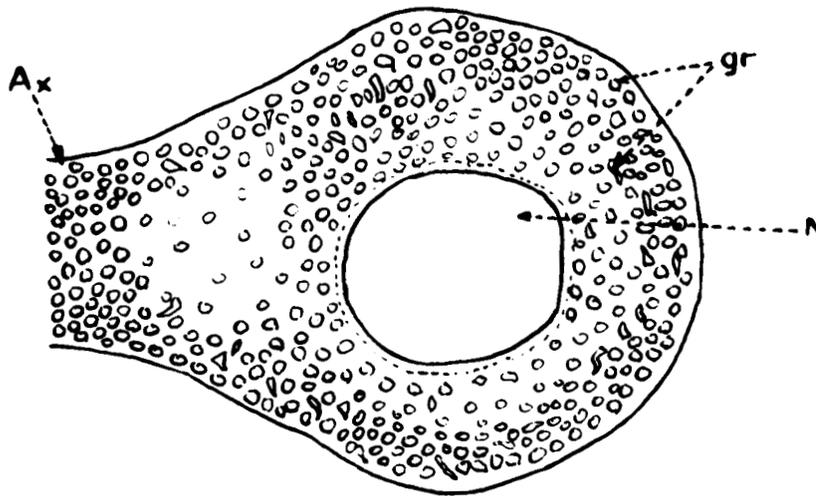


Fig. 37 - Coupe transversale du ganglion prothoracique d'une larve à l'avant-dernier stade d'*Aeschna cyanea*.

Une reconstitution dans l'espace (fig. 30) a pu montrer le départ du trajet axonal qui est bourré de granules de neurosécrétion ; il se dirige vers l'intérieur du ganglion en direction du neuropile. Il n'a pas été possible de suivre dans le neuropile un trajet comparable au trajet intracérébral des nerfs cardiaques.



Cellule B prothoracique

10 μ

Fig. 38 - Reconstitution de la cellule B prothoracique gauche

La reconstitution montre qu'il s'agit d'une cellule à corps pratiquement sphérique de 35 de diamètre à gros noyau central bordé par une zone claire dépourvue de neurosécrétion. Le neurone est bourré de granules de petite taille de 0,5 à 1 de diamètre (fig. 39), en grand nombre et de quelques gros granules comparables aux granules des cellules B du ganglion sous-oesophagien ; les gros granules semblent refoulés dans l'axone (fig. 40) où on trouve cette fois une plus faible densité en petites granulations.



Fig. 39 - Cellule B prothoracique chez *Aeschna cyanea* à l'avant-dernier stade. Gr x 1400



Fig. 40 - Axone bourré de neurosécrétion de la cellule B prothoracique. Gr x 1400

3° - GANGLIONS ABDOMINAUX

Le quatrième ganglion abdominal d'une larve de *Brachytron* hafniense du dernier stade renferme une cellule qui a pu être mise en évidence par la coloration à l'azan.

Elle est située dans la partie antérieure de ce ganglion (fig. 41) avant la fusion des deux masses neuropilaires des connectifs antérieurs. La cellule, unique sur la coupe, est en position paramédiane ; sa correspondante n'a pu être observée en raison d'une lacune dans la série de coupes. Les granulations très fines apparaissent en rouge orangé vif, elles sont donc à affinité acidophile : on la nommera cellule acidophile antérieure (c Ac ant).

La cellule est d'allure sphérique ; elle mesure 40 de diamètre. Une reconstitution (fig. 42) dans l'espace montre un noyau totalement excentrique bordé d'une zone claire dépourvue de granules. La neurosécrétion présente une zone de très forte densité au pôle opposé à celui du noyau, alors que le reste du cytoplasme ne renferme que des granulations peu abondantes.

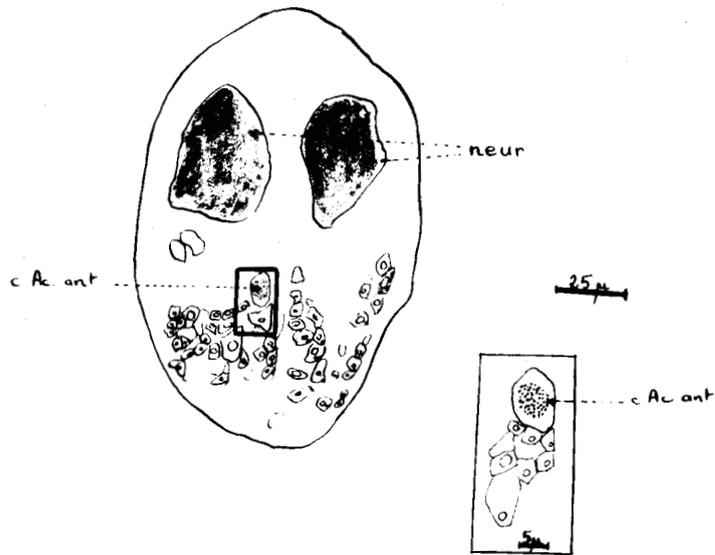


Fig. 41 - Coupe transversale du 4^e ganglion abdominal de Brachytron du dernier stade.

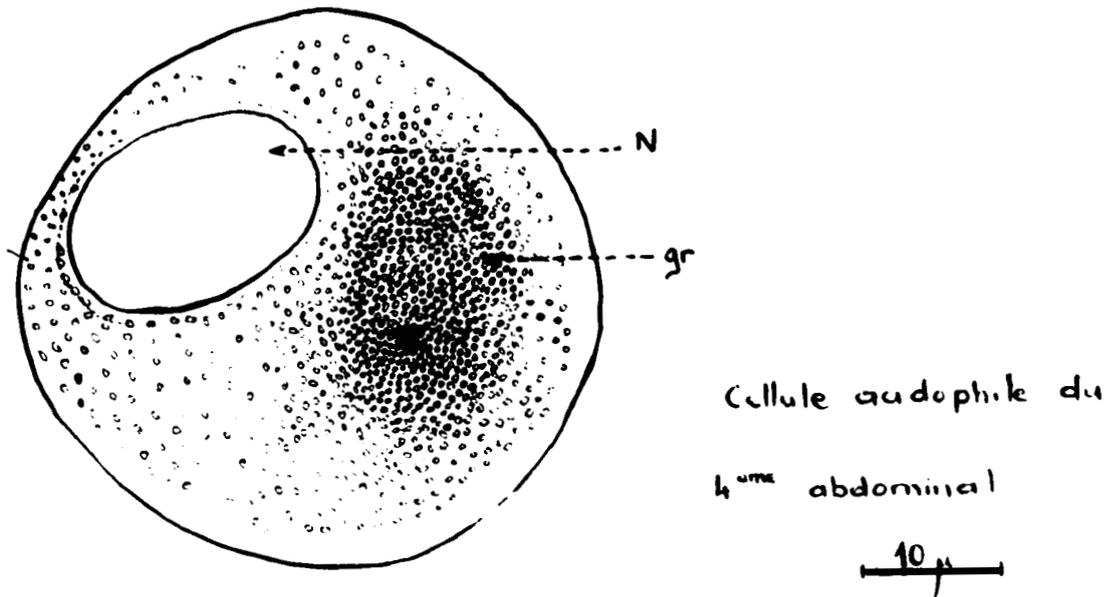


Fig. 42 - Reconstitution de la cellule acidophile gauche.

Une cellule neurosécrétrice a été observée dans le septième ganglion abdominal d'une larve de *Brachytron* au dernier stade ; elle est de nature acidophile et est difficilement discernable car les granulations sont très fines et assez peu denses.

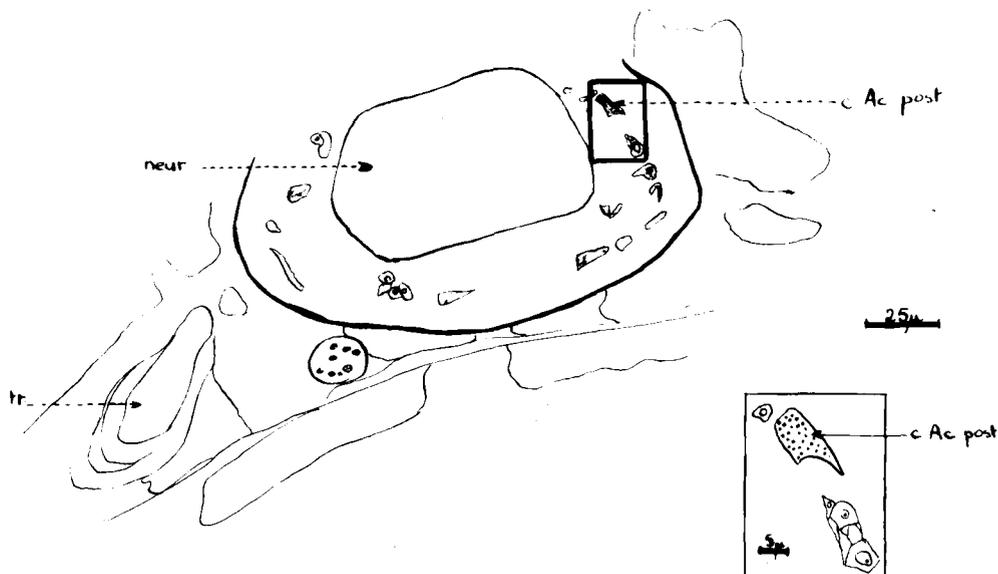


Fig. 43 - Coupe transversale du 7ème ganglion abdominal d'une larve de *Brachytron* du dernier stade.

La cellule est de petite taille : dans sa plus grande longueur, elle mesure environ 8μ . On la trouve dans la région postérieure du ganglion (fig. 43) en position latéro-dorsale par rapport au neuropile, à égale distance entre le départ de la dernière paire de nerfs et le niveau où le neuropile se divise pour donner naissance aux deux connectifs postérieurs. Sa position, son affinité chimique, et ses caractères voisins de ceux de la cellule acidophile du quatrième ganglion abdominal justifient sa dénomination de cellule acidophile postérieure (c Ac post).

D'autre part, sa situation très latérale laisse supposer qu'il existe une cellule symétrique mais celle-ci n'a pu être retrouvée.

DISCUSSION DES RESULTATS

1° - CELLULES A

Les cellules A existent toujours par paires. Leur localisation précise par rapport à l'émergence des nerfs permet de distinguer une paire antérieure en position latéro-dorsale et une paire postérieure ventrale.

Leur grande taille et l'abondance des produits de neurosécrétion acidophile qu'elles renferment les rend très caractéristiques et facilement reconnaissables après coloration par la technique de Gomori ; aussi est-il étonnant que ARVY et GABE (1952-1953) n'en fassent pas mention d'une façon précise. Ces auteurs signalent "dans l'amas cellulaire ventral, un certain nombre de neurones" dont le cytoplasme "contient un nombre variable de granulations douées d'affinité pour l'hématoxyline chromique dans les conditions techniques de la méthode de Gomori".

Par ailleurs, ils indiquent que "d'autres cellules dotées des mêmes particularités, existent à la surface dorsale du ganglion sous-oesophagien près du point d'émergence des nerfs des glandes ventrales". Il semble peu probable au vu de cette description que ces cellules puissent être homologuées avec les deux paires de cellules A antérieure et postérieure. Il est regrettable que dans leurs deux publications relatives aux Odonates, ARVY et GABE ne donnent aucune microphotographie du ganglion sous-oesophagien.

C'est donc à MEUNIER (1963) que revient le mérite d'avoir signalé les deux paires de cellules A à la restriction près que les cellules sont isolées et non pas groupées par deux.

L'existence de ces cellules Gomori positives semble être très générale chez les Insectes. En effet, DART (1963) les décrit chez un Aptérygote *Petrobius maritimus* dans une situation exactement semblable à celle reconnue chez les Odonates, ce qui n'est pas sans rappeler le caractère très primitif de cet ordre d'Insectes.

B. SCHARNER (1941, 1955) note également la présence de quatre cellules A : une paire latérale et une paire ventrolatérale chez la Blatte : *Leucophaea maderae*.

Enfin, il est important de noter que ces quatre cellules A sont vides de neurosécrétion et fortement vacuolisées chez la libellule adulte.

Ce fait amène la discussion du rôle de ces cellules. Dans son étude sur *Petrobius maritimus*, BART note des modifications cycliques plus ou moins régulières dans la présence des granules de sécrétion des cellules A. Alors qu'ils sont abondants peu avant et au moment de la mue, ils ont pratiquement disparu pendant l'intermue. Le cycle sécrétoire des cellules A semble donc lié au cycle des mues. La relation entre cette sécrétion et l'exuviation ne paraît pourtant pas évidente car celle-ci est déterminée ou même accomplie au moment où les cellules présentent leur charge maximum.

Chez les diverses espèces d'Odonates étudiées (*Aeschna cyanea*, *Anax imperator*) on peut noter la présence abondante de granules de sécrétion durant la vie larvaire. Seules les larves des antépénultième, avant-dernier et dernier stades ont été étudiées. Elles ont été sacrifiées soit en hiver, au moment de la diapause, période d'arrêt de croissance, soit pendant la belle saison lorsque le rythme des mues est relativement rapide. Chez l'adulte, par contre les granules de neurosécrétion disparaissent peu après la mue imaginale et les cellules se vacuolisent. Il est donc tentant de penser que ces cellules interviennent dans le déterminisme des mues, d'autant plus que les glandes ventrales responsables de la mue sont innervées par le ganglion sous-oesophagien. Il n'a pourtant pas été possible, comme le font également remarquer ARVY et GABE (1952) de suivre les axones des cellules A, ni d'observer des images de transport axonal de neurosécrétion.

2° - CELLULES B

Elles se présentent sous un aspect très différent des cellules A non seulement en raison de leurs affinités tinctoriales différentes mais aussi à cause de la taille importante de leurs granules qui atteint couramment 3 .

Il faut noter qu'elles n'ont pas été observées chez l'Imago.

Alors qu'il n'a pas été possible de trouver des cellules A en dehors du ganglion sous-oesophagien, on constate la présence de cellules B également dans le ganglion prothoracique.

Il convient de distinguer parmi ces cellules de type B' celles qui sont paires et celles qui restent toujours isolées.

Parmi les premières, il faut citer la paire de cellules paramédianes du ganglion sous-oesophagien ; celles-ci occupent une position assez constante, peut-être pas aussi précise que pour les cellules A, mais toujours de part et d'autre du raphé médian. Les granules sont soit colorés en rouge par la phloxine, soit en bleu-vert par le picroindigo carmin dans la coloration à la fuchsine paraldéhyde de Gabe. Leur présence chez la larve est moins constante que celles des cellules A, chez l'imago par contre elles n'ont pas été observées.

Une autre paire a été rencontrée dans le ganglion prothoracique ; ces deux cellules ne sont pas trouvées symétriquement ; comme l'a signalé BART (1963) à propos du dernier ganglion abdominal ; la symétrie dans la chaîne nerveuse ventrale n'est pas toujours parfaite. Elles sont rencontrées au voisinage du départ des nerfs des pattes. Les granules en sont également de grande taille et abondants surtout dans le prolongement axonal du corps cellulaire. Il faut signaler que BART a trouvé au même emplacement une paire de cellules Gomori positives.

Les cellules B impaires, dont trois représentants ont été décrits, occupent toutes une situation dorsale et superficielle dans le ganglion sous-oesophagien.



Leurs granules assez gros sont pourtant de taille variable selon les individus étudiés (fig. 30, 32, 33). On pourrait invoquer ici des variations d'un cycle sécrétoire ; les granules de grande taille pouvant résulter de la fusion de granules élémentaires plus petits.

Le fait que ces cellules ne se rencontrent pas par paires peut paraître assez troublant car la dualité de structure des ganglions nerveux est de règle. Il se pourrait que la cellule sous-commissurale et la cellule supéro-postérieure ne forment qu'une paire dont les deux membres ont été largement séparés l'un de l'autre, tout en conservant leur position superficielle. La taille voisine des granules de chacune des cellules chez un même individu (fig 33,35-30,34) en serait la preuve.

La teinte des granules est soit rouge après action de la phloxine, soit bleu vif après coloration par le picroindigo carmin. Mais il convient de remarquer que même sans oxydation permanganique préalable, les granules se colorent en rose par l'éosine après simple coloration à l'hémalun-éosine.

Les affinités tinctoriales variées de ces granules et leur taille relativement importante appelle une discussion sur la nature même des cellules B rencontrées dans la chaîne nerveuse ventrale des larves d'Odonates. En effet, les auteurs qui décrivent les cellules neurosécrétrices B dans d'autres ordres insistent sur la très petite taille de leurs granules (BART, GELDIAY) ; souvent même le cytoplasme est uniformément coloré en rouge sans qu'il soit possible d'y distinguer des granulations.

Les cellules B un peu particulières des Odonates avaient déjà été observées par BALDUS qui notait la présence régulière au voisinage des connectifs périoesophagiens et au départ de la chaîne nerveuse , de cellules remarquables par la présence de granules fortement colorables à l'hémalun, de l'aspect du nucléole et qui sont dispersés dans tout le cytoplasme.

On trouve dans la littérature quelques indications concernant des cellules analogues. Ainsi GELDIAY décrit dans la chaîne nerveuse ventrale de *Blaberus cranifer* un type de cellules neurosécrétrices qu'il dénomme III.

Celles-ci se présentent à raison d'une paire dans la partie latéroventrale de chaque ganglion ; leur cytoplasme renferme de grosses gouttelettes se colorant en orangé par la méthode à la fuchsine aldéhyde de Gomori (1950) modifiée par HALMI (1952) et DAWSON (1953). Ces gouttelettes mesurent entre 3 et 11 μ . GELDIAY n'observe pas de cycle de sécrétion pour ces gros granules ; d'après cet auteur, ils n'apparaissent qu'après fixation au Helly et seraient dissous par le liquide de Bouin. Pourtant les cellules observées proviennent de larves fixées au Bouin-Hollande ou même au Bouin alcoolique.

E. SCHARRER (1954) de son côté décrit des cellules neurosécrétrices remplies de "gouttelettes colloïdes" dans le noyau préoptique de l'hypothalamus de *Bufo americanus* et de *Fundulus heteroditus*. Les microphotographies de ces cellules données par cet auteur frappent par leur ressemblance avec les cellules B des larves d'Odonates.

3°- CELLULES ACIDOPHILES ABDOMINALES

La présence de cellules neurosécrétrices dont les granules se colorent en rouge orangé vif après traitement à l'azan ont été rencontrées dans le quatrième et le septième ganglion abdominal mais non dans les ganglions thoraciques, ni dans les ganglions sous-oesophagiens. Ce fait est à rapprocher de la description par DELPHIN de cellules appelées A_2 dont les granules sont de grosses gouttelettes colorées en rouge vif par l'azocarmin dans la technique à l'azan. Or ces cellules existent chez *Schistocerca* précisément à raison d'une paire par ganglion abdominal à l'exception du dernier ; s'il y en a trois paires dans le troisième ganglion thoracique, c'est que celles-ci correspondent aux trois premiers ganglions abdominaux fusionnés avec le ganglion du segment métathoracique.

C O N C L U S I O N

Les données relatives aux cellules neurosécrétrices de la chaîne nerveuse ventrale viennent s'ajouter à nos connaissances de la neurosécrétion du cerveau des Odonates.

Le ganglion sous-oesophagien offre à ce point de vue un tableau d'une remarquable régularité.

La présence constante de deux paires de cellules de type A à granules Gomori-positifs, reconnue à la fois chez les Aptérygotes et chez les Ptérygotes inférieurs (Paléoptères et Dictyoptères) souligne l'existence d'affinités phylogénétiques entre ces groupes d'Insectes.

L'abondance de granules de neurosécrétion chez la larve et leur disparition après la mue imaginale semblent liées au déterminisme des mues.

Les cellules neurosécrétrices de type B à gros granules acidophiles en forme de gouttelettes méritent une attention particulière ; leur présence constitue un fait rarement signalé chez les Insectes. La taille de ces granules variable selon les individus d'un même stade, milite en faveur d'un cycle sécrétoire. L'absence de ce type de cellules chez l'imago semble indiquer un rôle durant la vie larvaire.

La remarquable régularité observée dans le ganglion sous-oesophagien n'a pas été retrouvée dans les autres ganglions pour lesquels les données restent assez fragmentaires. On est loin de pouvoir donner un schéma cohérent de la neurosécrétion dans les ganglions thoraciques et abdominaux comme l'a fait par exemple DELPHIN pour les Orthoptères.

Des auteurs tel HIDAKA (1961) accordent un rôle prépondérant au ganglion prothoracique dans l'adaptation chromatique de certains Lépidoptères ; la nature humorale ayant été prouvée ; il est possible que la paire de cellules B observées chez les Odonates intervienne dans ce sens.

Les cellules acidophiles décrites dans les ganglions abdominaux peuvent être homologuées aux cellules A_2 décrites par DELPHIN chez *Schistocerca gregaria* où elles existent à raison d'une paire par ganglion abdominal et il leur attribue un rôle de régulation dans le métabolisme de l'eau.

L'étude systématique de la neurosécrétion dans la chaîne nerveuse ventrale des Odonates pourrait servir de base à une étude expérimentale des fonctions humorales régies par cette portion du système nerveux.

- ARVY L. et GABE M. - 1952 - Données histo-physiologiques sur les formations endocrines rétro-cérébrales de quelques Odonates. (Ann. Sci. nat. Zool., ser. 11, 14, p. 345-374)
- ARVY L. et GABE M. - 1953 - Données histophysiologiques sur la neurosécrétion chez les Paléoptères (Ephemeroptères et Odonates). (Z. Zellforsch., 38, p. 591-610)
- BALDUS K. - 1924 - Untersuchungen über Bau und Funktion des Gehirnes der Larve und Imago von Libellen. (Z. Wiss. Zool., 121, N° 4, 557-620)
- BART A. - 1963 - Données histologiques et expérimentales sur le système neurosécréteur de l'Insecte Aptérygote *Petrobius maritimus* Leach. (Gen. Comp. End., 3, p. 398-411)
- BINET A. - 1894 - Contribution à l'étude du système nerveux sous-intestinal des Insectes. (J. de l'Anat. et de la Physiol., 3, n° 1)
- DAY M.F. - 1940 - Neurosecretory cells in the Ganglia of Lepidoptera. (Nature, 145, p. 264)
- DELPHIN F. - 1963 - Histology and possible functions of neurosecretory cells in the ventral ganglia of *Schistocerca gregaria* Forsk. (Nature, vol. 200, n° 4909, p. 913-915)
- FRASER A. - 1959 - Neurosecretory cells in the abdominal ganglia of larvae of *Lucilia carson* (Diptera). (Quart. J. micr. Sc., 100, n° 3, 395-399)
- GELDIAY S. - 1959 - Neurosecretory cells in ganglia of the orach *Blaberus craniifer*. (Biol. Bull., 117, n° 2, p. 267-274)

- HIDAKA - 1961 - Mise en évidence de l'activité sécrétoire du ganglion prothoracique dans l'adaptation chromatique dans la nymphe du *Papilio xuthus* L. (C. R. Soc. Biol., 154, n° 8, p. 1682-1685)
- HIGHMAN K.C. - 1961 - The histology of the neurosecretory system of the adult female desert locust, *Schistocerca gregaria*. (Quart. J. Micr. Sc., 102, p. 27-58)
- KOPF - 1957 - Uber Neurosekretion bei *Drosophila*. I. Zur Topographie und Morphologie neurosekretorischer Zentren bei der Imago von *Drosophila*. (Biol. Z. Bl., 76, p. 28-42)
- MEUNIER J. - 1963 - Etude histologique du complexe endocrine céphalique et de la croissance oculaire chez la larve d'*Aeschna cyanea* (Insecte Odonate). (D. E. S. Lille).
- NAYAR K.K. - 1955 - Studies on the neurosecretory system of *Iphita limbata* Stal. I. Distribution and structure of the neurosecretory cells of the nerve rings. (Biol. Bull., 108, p. 296-307)
- PANOV A.A. - 1962 - En russe : Répartition des cellules neurosécrétrices de la chaîne nerveuse des Orthoptères. (Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., 145, n° 6, 1409-1412)
- SCHARRER B. - 1941 - Neurosecretion. II Neurosecretory cells in the central nervous system of cockroaches. (J. Comp. Neurol., 74, p. 93-108)
- SCHARRER B. - 1955 - "Castration cell" in the central nervous system of an insect (*Leucophaea maderae*, Blattaria). (Trans. of the N.Y. Acad. of Sc., Ser. II, vol. 17, n° 7, p. 520-525)

- SCHARRER E. - 1954 - Hormones produced by Neurosecretory cells. Recent progress in hormone research. The proceeding of the Laurentian Hormone Conference. (Acad. Press N.Y., vol. X, p. 183-240)
- TILLYARD R.J. - 1917 - The biology of Dragonflies (Odonata or Paraneuroptera). (Cambridge Zool. Ser., p. 120-136)
- WEYER F. - 1935 - Über drüsenartige Nervenzellen im Gehirn der Honigbiene, *Apis mellifera*. (Zool. Anz., 112, p. 137-141)
- ZAWARZIN A. - 1924 - Zur Morphologie der Nervenzentren Das bauchmark der Insekten. Ein Beitrag zur vergleichenden Histologie (Histologische Studien über Insecte VI). (Z. f. Wiss. Zool., 122, n° 1, p. 323-424).
-

