

CHAPITRE V

LE SYSTÈME ENDOCRINE

Le système endocrine des insectes comprend des cellules neurosécrétrices au sein du système nerveux central, organes neurohémaux (Corpora cardiaca, organes périsympathiques), des glandes endocrines épithéliales : corpora allata et glande de mue et certains tissus comme le tissu prothoracique (fig. 17).

I/ Cellules neurosécrétrices et les neurohormones

I- A. Cellules neurosécrétrices cérébrales et corpora cardiaca :

Les cellules neurosécrétrices sont des neurones unipolaires qui présentent en outre des caractères cytologiques de cellules glandulaires. Elles peuvent être reconnues grâce à certaines techniques histologiques (coloration) et au niveau ultra structural par la présence de granules neurosécréteurs qui apparaissent comme des vésicules de 1000 à 3000 Å de diamètre. Les neurosécrétions sont élaborées dans le péricaryone au niveau du réticulum endoplasmique granulaire et sont ensuite condensés en granules par l'appareil de Golgi. Ceux-ci sont transportés le long de l'axone, s'accumulent aux extrémités renflées des nombreuses ramifications axonales (fig. 18). Les axones traversent le cerveau et une partie d'entre eux s'entrecroisent et constituent les nerfs cardiaques qui traversent les corpora cardiaca pour se terminer dans le corpora allata. Les corpora cardiaca représentent un lieu de stockage, et ils renferment aussi les terminaisons des axones neurosécréteurs provenant du cerveau.

I-B. Cellules neurosécrétrices de la chaîne nerveuse ventrale et organes périsympathiques :

Des cellules neurosécrétrices se répartissent tout le long de la chaîne nerveuse ventrale. Le ganglion sous œsophagien contient d'assez nombreux neurones sécréteurs, les ganglions thoraciques et abdominaux ont également leurs propres cellules neurosécrétrices dont la localisation a été précisée pour certaines espèces. Les axones des cellules neurosécrétrices cheminent le long des nerfs sympathiques (médian et transverse) pour se terminer dans de petits organes neurohémaux ou organes périsympathiques qui apparaissent comme de légers épaississements sur le trajet des nerfs médians ou transverses issus des différents ganglions,

les organes péricardiques peuvent s'associer étroitement aux nerfs somatiques afin de permettre une libération efficace des neurohormones dans l'hémolymphe, les axones neurosécréteurs se ramifient abondamment dans l'organe neurohémal (fig. 19).

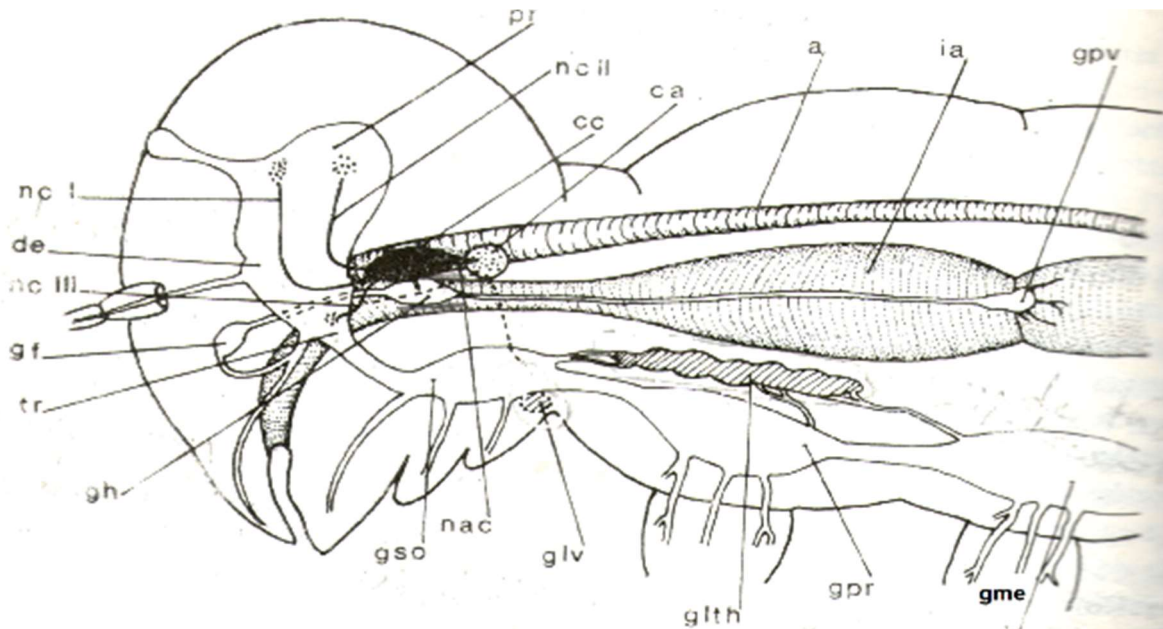


Figure 17 : Système endocrin chez les insectes .(innervation secondaire du corpora allata et indiquée en pointillé . a : aorte, cc : corpora cardiaca , de : deutocérébron, gf : ganglion frontal, gh : ganglion hypocérébral, glth : glande thoracique (glande de mue de divers Hétérométaboles et Holométaboles), glv : glande ventrale (glande de mue des Aptérygotes et de certains Hétérométaboles), gme : ganglion mésothoracique, gpr : ganglion prothoracique, gpv :ganglion proventriculaire, gso : ganglion sous –oesophagien, ia : intestin antérieur, nac : nerf- allatocardiaque, ncI, ncII, ncIII : nerfs cardiaques I, II, III, pr : protocérébron, tr : tritocérébron

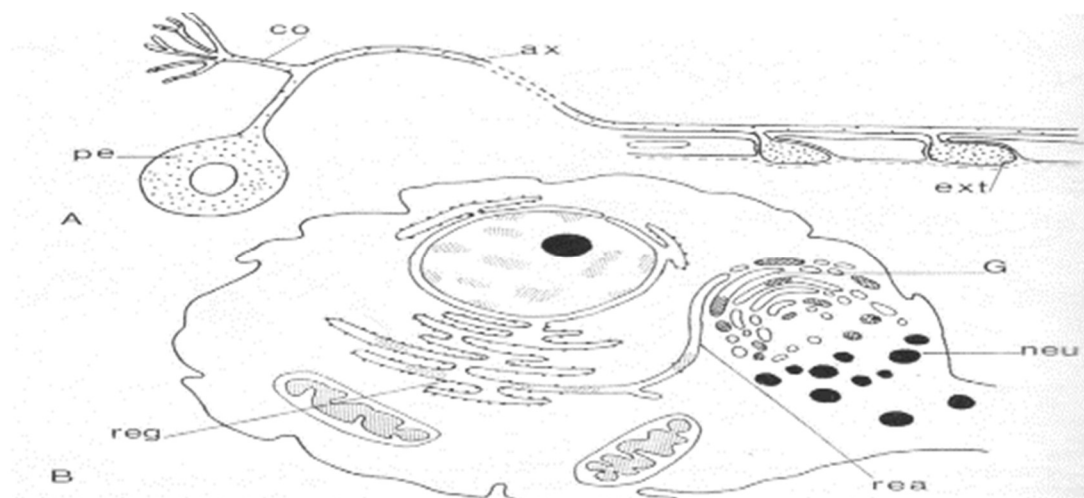


Figure 18 : A/ Cellule neurosécrétrice, B : formation du matériel de nerusécrétion dans le réticulum endoplasmique et dans l'appareil de Golgi, ax : axone, co : collateral, ext : extrémité axonale, G : appareil de Golgi, neu : granule de neurosécrétion, pe : péricaryone, rea : reticulum endoplasmique granulaire.

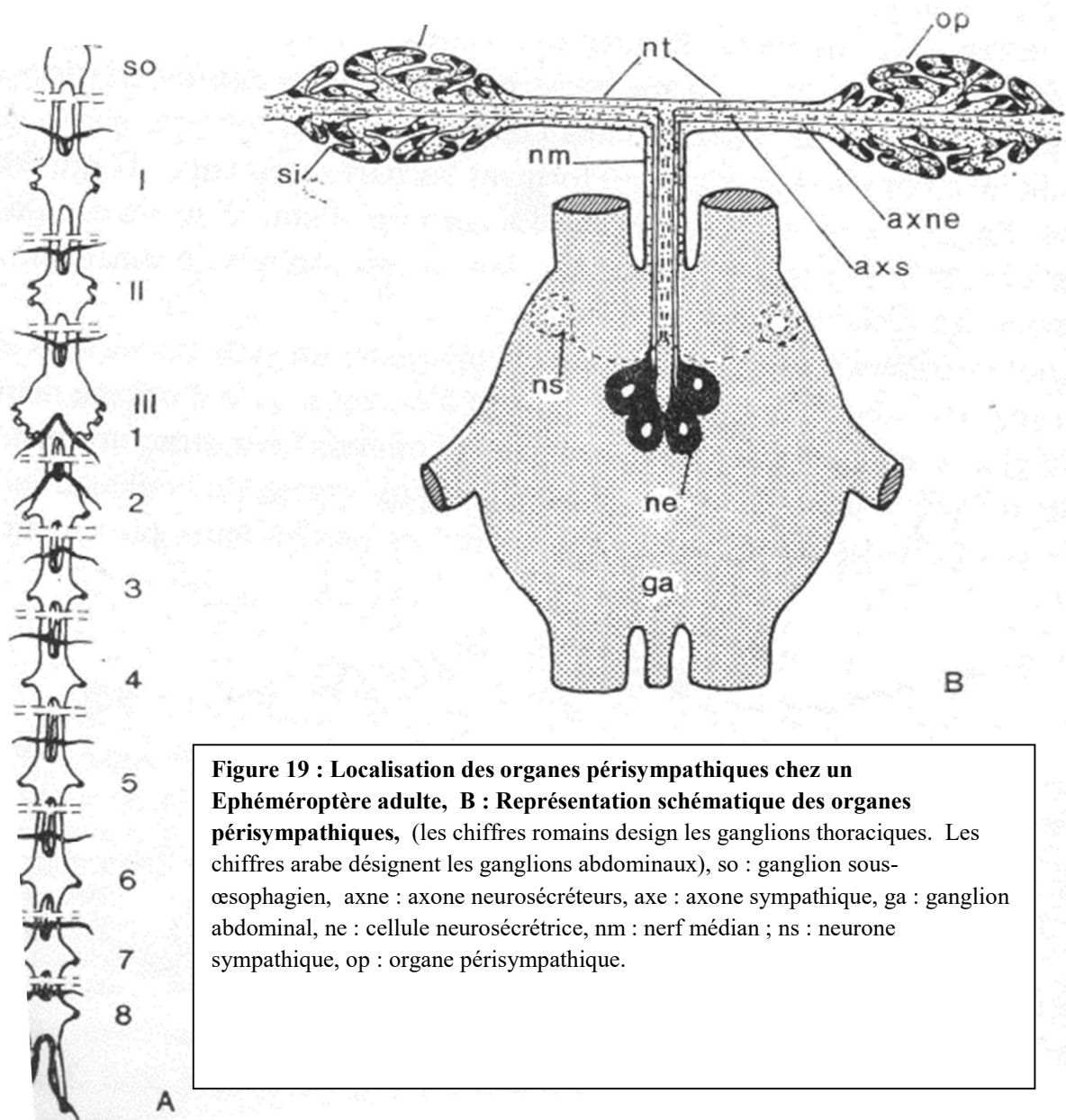


Figure 19 : Localisation des organes périsympathiques chez un Epheméroptère adulte, B : Représentation schématique des organes périsympathiques, (les chiffres romains design les ganglions thoraciques. Les chiffres arabe désignent les ganglions abdominaux), so : ganglion sous-oesophagien, axne : axone neurosécréteurs, axe : axone sympathique, ga : ganglion abdominal, ne : cellule neurosécrétrice, nm : nerf médian ; ns : neurone sympathique, op : organe périsympathique.

II- Principales neurohormones:

Les neurohormones sont de nature peptidique. La majorité des neurohormones connues affecte la perméabilité membranaire, elles peuvent agir sur le matériel génétique, influençant les synthèses d'ARN ; elles interviennent alors dans les activations enzymatiques qui, à leur tour induisent les activités métaboliques

- **L'hormone thoracotrope:** Sécrété par les cellules neurosécrétrices protocérébrales est stockée dans le corpora cardiaca cet hormone stimule l'arrêt de la diapause est par conséquent entre l'insecte dans une période d'activité.
- **L'hormone de diapause de *Bombyx mori* :** Qui stimule la diapause embryonnaire et présent dans le ganglion sous -œsophagien.
- **Le bursicon ou facteur de tannage :** Sécrété par les cellules neurosécrétrices de la pars intercérébralis et par les ganglions thoraciques contrôle le tannage du puparium chez les Muscides. Mais ils existent également chez les Blattes, *Tenebrio*.
- **Diverses neurohormones diurétiques et antidiurétiques:** Sont connues chez les insectes; elles agissent sur les cellules des tubes de Malpighi, du rectum et des glandes rectales. L'hormone diurétique de *Locusta migratoria* est produite par un groupe des cellules neurosécrétrices protocérébrales et elle est stockée dans le corpora cardiaca .
- **Les Hormones hyperglycémiques :** Les Hormones hyperglycémiques des Blattes et des Criquets sont de nature peptidique. Chez les Criquets deux facteurs ont été mis en évidence: celui qui est le moins actif est synthétisé au niveau de la pars intercerebralis et stocké dans le corpora cardiaca, le facteur le plus puissant a été extrait des parties glandulaires des corpora cardiaca, leur action est analogue à celle du glucagon chez les Vertébrés. Le facteur tréhalose provoque une augmentation de la concentration des tréhaloses dans l'hémolymphe par scission du glycogène en glucose -1- phosphate.

III. Glande de mue et ecdysones

III- 1. Glande de mue: Les glandes de mues exercent un contrôle sur le déroulement de la mue. Les glandes de mue se reconnaissent par leurs caractères cytologiques, les cellules

faiblement liées entre elles, ont un cytoplasme fortement basophile. Leur activité sécrétrice se déroule selon un cycle synchrone de celui de la mue

III-2. Ecdysone: L'hormone de mue des arthropodes et plus spécialement celle des insectes, les ecdysones sont des stéroïdes particuliers, puisque contrairement aux hormones stéroïdes des vertébrés, ils conservent le squelette carboné complet du cholestérol.

III-2-3. Mode d'action d'ecdysone

- Les ecdysones sont impliquées dans le contrôle de la mue, qu'elle soit larvaire, nymphale ou imaginaire;
- L'ecdysone stimule la synthèse des protéines au moment de la mue (stimule la synthèse d'ARN dans l'épiderme, les disques imaginaires, les glandes salivaires)
- La synthèse de l'un des enzymes indispensables à la sclérotinisation de la cuticule lors de la formation du puparium chez les Diptères (la dopa- décarboxylase est induite par l'ecdysone).

IV. Corpora allata et hormone juvénile

A- Les Corpora allata:

Chez la plupart des insectes les corpora allata acquièrent l'aspect d'un massif compact de cellules semblables, entouré par une fine enveloppe conjonctive (fig.20). Des ramifications trachéennes et nerveuses pénètrent à l'intérieur. Les corpora allata reçoivent une innervation venant du cerveau par l'intermédiaire des corpora cardiaca, ainsi qu'une innervation issue du ganglion sous-œsophagien.

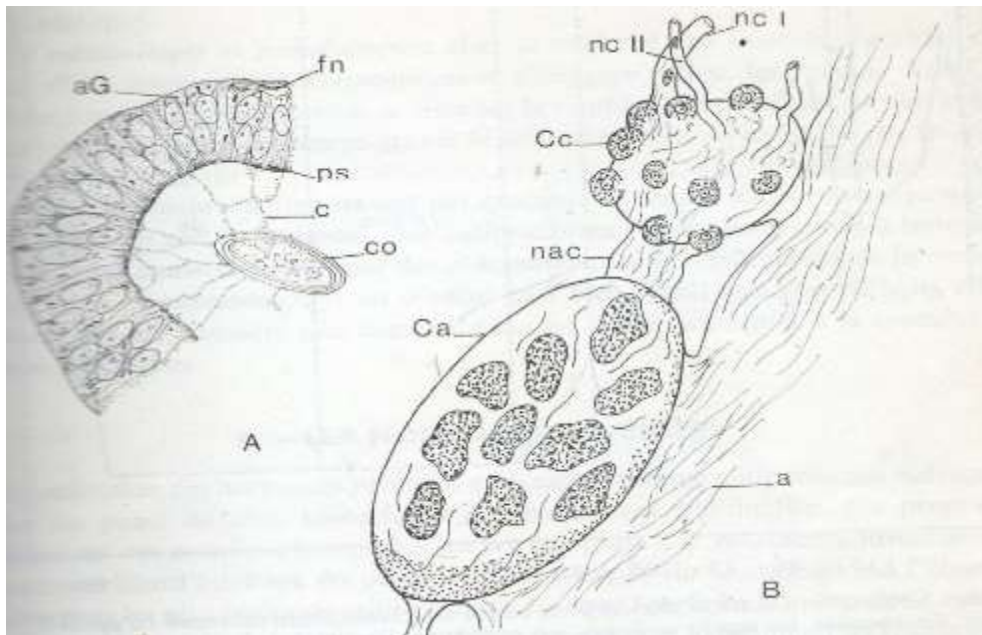


Figure 20 : Corpora allata de *Carausius morosus*, B : corpora allata et copora cardiaca de *Pieris cardica*. a : aorte, aG : appareil de Golgi, c : cavité centrale, Ca : corpus allatum, CC : corpus cardiacum, co : corps central, fn : fibre nerveuse, nac : nerf allato –cardiaque, ps : pôle sécréteur.

B -Hormone juvéniles

Les effets des hormones juvéniles sont de trois sortes :

1/ Effets morphogénétiques:

L'un des rôles essentiels des hormones juvéniles est le maintien des caractères larvaires (fig. 21).

2/ Effets thoracotrope: le maintien des glandes de mue est comme celui des autres tissus larvaires sous la dépendance de l'hormone juvénile. Il exerce une légère activation sur la glande de mue qui se traduit par une stimulation de la synthèse d'ARN.

3/ Effet métabolique et gonadotrope: Chez la majorité des insectes, l'activité des corpora allata augmente la consommation d'oxygène. Chez les imagos femelles, l'hormone a pour fonction de stimuler la synthèse des protéines en particulier celle du vitellogénines par le corps gras et le prélèvement de ces dernières par les ovocytes.

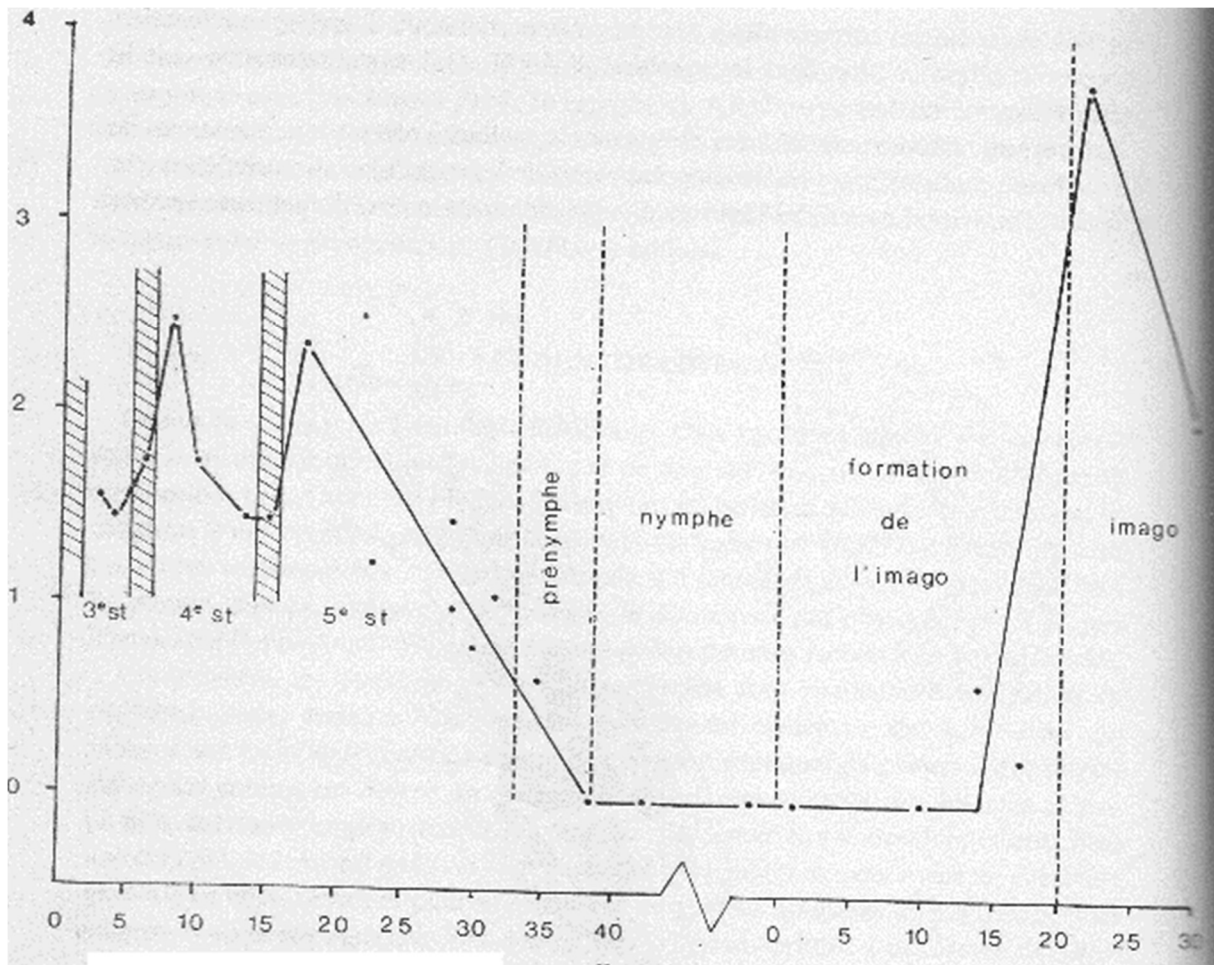


Figure 21 : Courbe d'activité des corpora allata de *Hylophora cecropia* . En abscisse, les temps en jours ; en ordonnée, l'activité des corpora allata en unités arbitraires .

V. La mue

Les insectes sont caractérisés par un squelette externe (exosquelette) inextensible, la cuticule ou carapace. La mue permet à ces animaux, en changeant périodiquement leur cuticule, de grandir en taille (mue de croissance) ou d'acquérir de nouveaux organes, voire de changer de forme (mue de métamorphose). Ainsi, chez beaucoup d'insectes, une ou deux mues particulières permettent la métamorphose des stades larvaires au stade adulte. Le renouvellement de la cuticule est assuré par l'épiderme dont l'activité est alors remarquable .tout un ensemble de processus se déroule selon une programmation précise, sur une durée assez longue ; en effet, l'élaboration de la nouvelle cuticule débute bien avant le rejet de l'ancienne.

V- A. Changements au niveau de l'épiderme :

Une croissance est souvent associée à la mue. Chez les Hétérométaboles et certains Holométaboles, elle est réalisée par une augmentation du nombre de cellules. La mue débute donc par une intense activité mitotique.

V-B. Déroulement de la mue :

La cuticule, d'une épaisseur de 0,06 mm chez les insectes, est composée de 3 couches de chitine, l'épicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule, qui reposent sur les cellules de l'épiderme. L'épiderme et la cuticule forment le tégument. La chitine est sécrétée par des cellules épidermiques. Le processus de la mue (ou ecdysie) se décompose en plusieurs étapes (Fig. 22).

1. Séparation des cellules de l'épiderme de l'endocuticule, formation d'un espace sous-cuticulaire (apolyse)
2. Sécrétion d'un fluide (gel) dans l'espace sous-cuticulaire, constitué d'enzymes digestives, qui favorise la sécrétion de la nouvelle cuticule par les cellules épidermiques et qui digère l'ancienne endocuticule, libérant ainsi la place pour la nouvelle cuticule
3. Absorption des produits de la digestion par les cellules épidermiques (recyclage des composants de la cuticule), la nouvelle cuticule n'est pas encore différenciée, elle est appelée procuticule (exo- et endocuticule)
4. Formation de lignes en forme de Y sur l'ancienne cuticule au niveau de la tête et du thorax correspondant à la zone de sortie de l'insecte, zones de moindre résistance et de rupture (lignes ecdysiales)
5. Augmentation de la pression interne du corps de l'insecte par l'absorption d'air ou/et d'eau et par le pompage de l'hémolymphe (liquide circulatoire chez les invertébrés dont le rôle est similaire à celui du sang chez les vertébrés), ce qui permet l'ouverture de la cuticule
6. Libération de l'insecte de son ancienne cuticule par des mouvements musculaires spécifiques et stéréotypés, l'ancienne cuticule est appelée exuvie
7. Sclérotinisation de la nouvelle cuticule ; l'insecte maintient sa pression interne élevée pour permettre à la nouvelle épicuticule de prendre sa nouvelle taille, sécrétion de l'exo et de l'endocuticule et durcissement de l'ensemble de la nouvelle cuticule (mise

en place de liaisons chitine/protéines qui aboutie au tannage des protéines), puis mise en place de l'endocuticule.

Entre chaque mue, l'accroissement de taille est d'un facteur 1,25 et la masse double. L'espace temporel entre chaque mue, la durée d'accomplissement de la mue et le nombre de mues sont fortement variables entre les espèces et dépendent également des conditions alimentaires et climatiques. Une abondance de nourriture et des conditions environnementales favorables (température par exemple) peuvent accélérer le développement de l'insecte. La période de mue (**exuviation**) est critique pour les insectes, immobilisés et avec un tégument mou, il ne peut faire face à la prédation. Durant cette période, de plusieurs minutes à plusieurs heures, les insectes adoptent un comportement craintif et recherchent un lieu sûr pour se cacher.

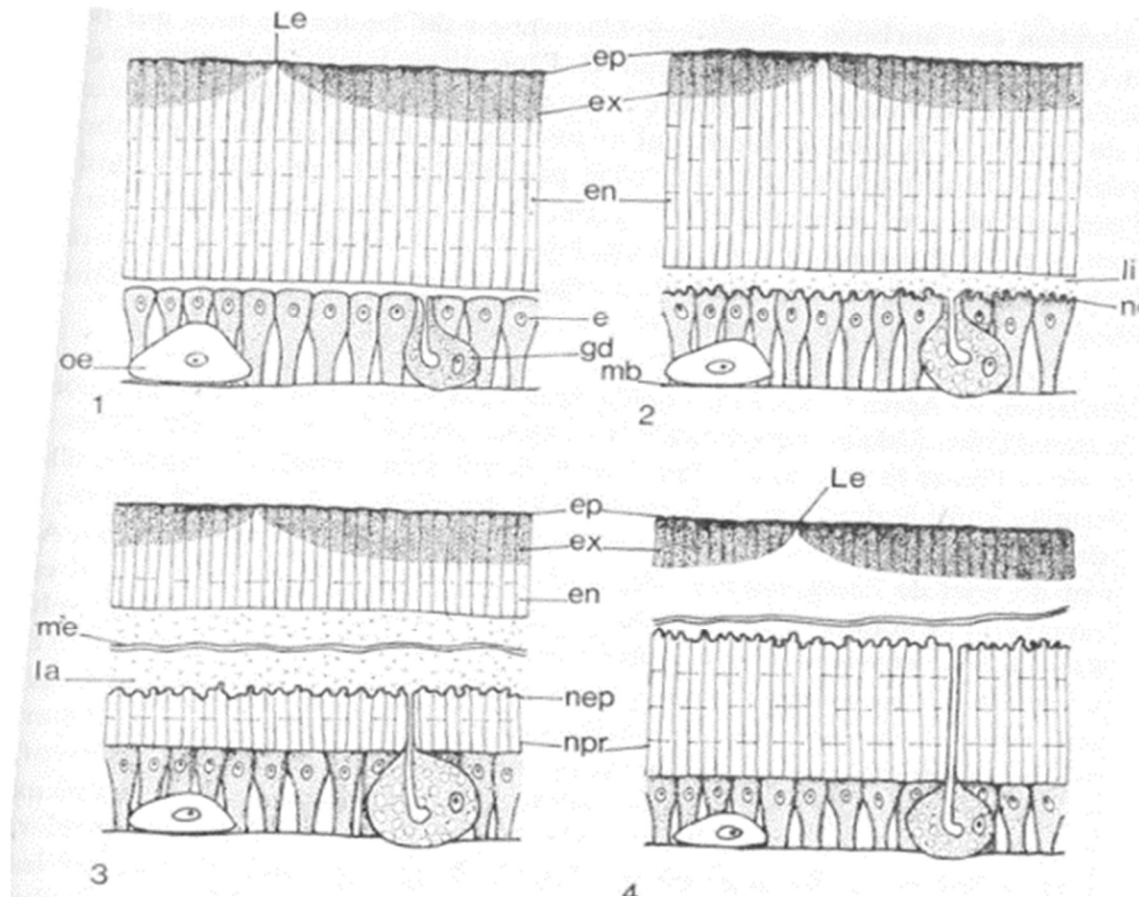


Figure 21 : La mue chez les insectes ; 1 : apolyse, 2 : sécrétion de la cuticuline, 3 : sécrétion de la procuticule et digestion de l'ancienne endocuticule, 4 : réabsorption du liquide de mue , e : épiderme, en, ep, ex : anciennes endocuticule, épicuticule et exocuticule, gd : glande dermique, le : ligne d'exuviation ; la, li : liquide de mue actif ou inactif, mb : membrane basale, me : membrane ecdysiale, nep, npr : nouvelle épicuticule et procuticule , oe : oenocyte

V-C. Contrôle et régulation de la mue :

La mue est un processus physiologique contrôlé et régulé par des hormones (Ecdystéroïdes) telle que la Prothoracicotropic Hormone (**PTTH**), l'Ecdysone et l'Hormone Juvénile (**HJ**) (fig. 22). Le déclenchement de la mue est provoqué par la synthèse de la PTTH par le cerveau. Cette hormone est transférée par voie nerveuse à une zone spécifique du système nerveux appelée *Corpora cardiaca* où elle sera stockée. Suite à des stimulations internes et externes comme : la température, la quantité de réserves en lipides, ou lorsque la larve atteint une taille critique ou encore lorsque la pression à l'intérieur de l'exosquelette atteint un seuil, la PTTH agit sur les glandes prothoraciques (d'où son nom) qui synthétisent à leur tour une seconde hormone : l'Ecdysone. Le rôle de l'Ecdysone est de favoriser la prolifération et la différenciation des cellules à l'origine des futures modifications du prochain stade larvaire. L'ecdysone est à l'origine d'une autre hormone nommée **Hormone de mue** (HM).

L'Hormone Juvénile est synthétisée dans la *Corpora allata* (zone spécifique du cerveau) et se diffuse dans l'organisme tout au long du développement de la larve. A l'approche du dernier stade larvaire, et de la métamorphose, la sécrétion de cette hormone diminue, tandis que la concentration en Ecdysone augmente. Ce qui détermine la mise en place d'une mue ou de la métamorphose est la concentration plus ou moins élevée en Hormone Juvénile dans l'organisme. Lors de la phase de métamorphose, les concentrations en HJ et HM sont quasiment nulles.

Une fois la mue réalisée, le processus s'inverse, les concentrations de PTTH et de l'Ecdysone diminuent et celles de HJ et HM augmentent.

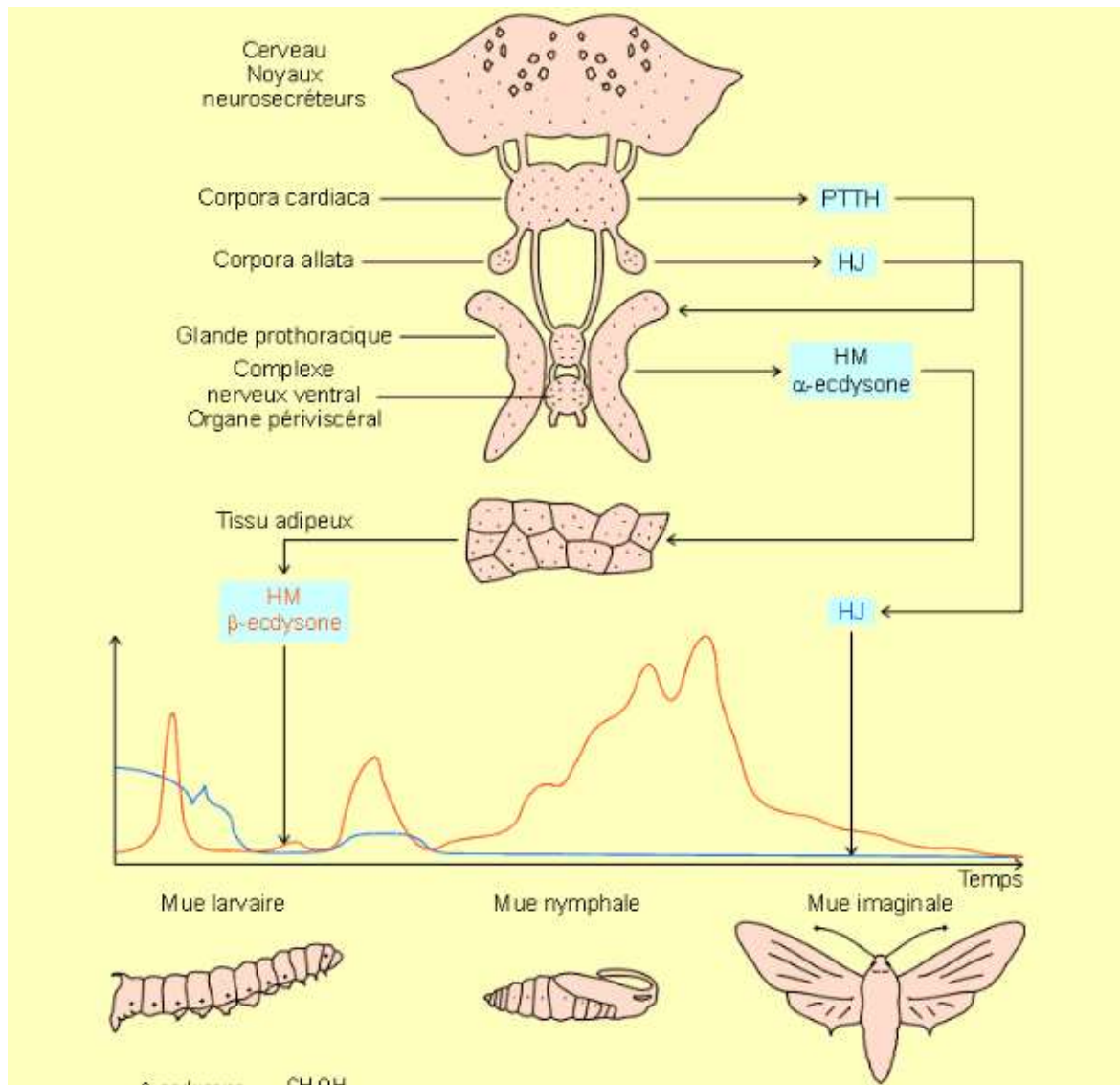


Figure 22 : Contrôle et régulation de la mue