

LA PAROLE EST À VOUS

Une approche simplifiée de la mue chez les insectes

par Jean-Noël DUPREZ

Rue du buisson n° 19, 4100 Seraing, BELGIQUE

Résumé – Après de brefs rappels anatomiques et physiologiques, cet article s'attache à étudier et décrire le phénomène de mue chez les insectes.

Mots-clés – Insectes, système nerveux et endocrinien, hormones, mue.

Abstract – **A simplified approach of the insects moult.** After a few anatomical and physiological elements of information, this article aims at studying and describing the moult phenomenon in insects.

Keywords – Insects, nervous and endocrinian system, hormones, moult.

Tous les amateurs d'insectes connaissent le phénomène de la mue. En effet, du fait de la présence d'un squelette externe non extensible (la cuticule), l'insecte ne peut grandir que de façon discontinue, pendant la période où il s'est débarrassé momentanément de sa cuticule, c'est-à-dire au moment d'une mue. Après de brefs rappels anatomiques et physiologiques, cet article a pour but de donner une explication simplifiée du contrôle de ce phénomène et de décrire rapidement les principales hormones entrant dans le processus.

I Rappels anatomiques

a) L'exosquelette

L'exosquelette des insectes (ou cuticule) est formé de trois couches qui sont : l'endocuticule, l'exocuticule et l'épicuticule.

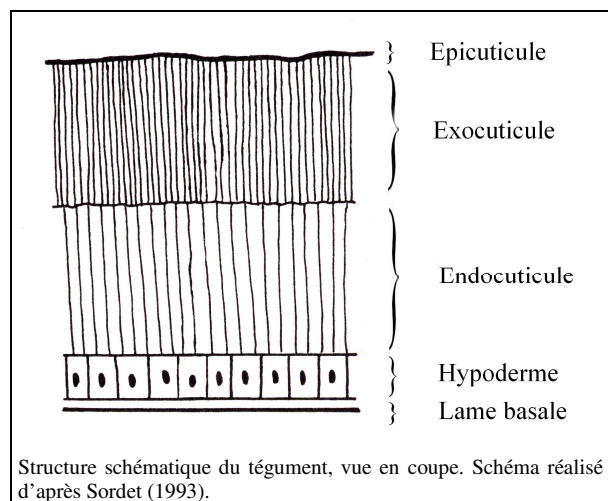
Le tégument est constitué de l'épiderme et de la cuticule.

L'épiderme contient une couche sécrétant de la chitine. La chitine est une substance transparente semblable à la corne, qui forme la cuticule des insectes.

La cuticule est le revêtement recouvrant les organes.

L'endocuticule est une couche interne incolore, lamellaire, flexible et molle de la cuticule, composée de chitine et de protéine ; c'est aussi couche la plus souple, la plus épaisse et la plus riche en chitine.

L'exocuticule est une couche chitineuse de la cuticule formée par le dépôt sclérotiné de l'endocuticule quand cette deuxième est présente. Elle est constituée d'une chitine plus fine, plus protéinique (arthropodines), tanée, mais aussi plus rigide, inextensible et surtout colorée.



L'épicuticule est un revêtement externe, dépourvu de chitine, membraneux, très mince, notamment recouverte de cires ou de céments, lui donnant son imperméabilité.

Il est composé par trois molécules principales : la chitine (polysaccharide azoté), l'arthropodine (protéine souple) et la sclérotine (polymère dur constitué de protéines).

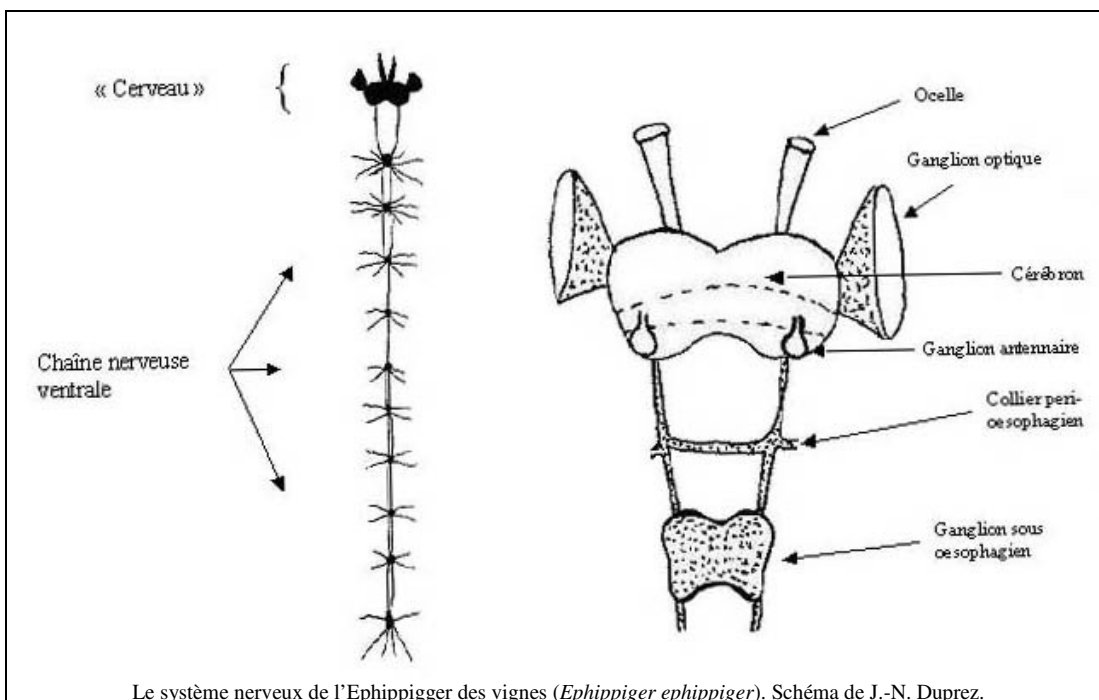
Les proportions de chaque molécule donnent ses caractéristiques (souplesse, imperméabilité) à chaque couche.

b) Systèmes nerveux et endocrinien

Le corps des insectes est parcouru par un réseau extrêmement dense de fibres nerveuses, reliées pour la plupart aux nombreux muscles.

Pour généraliser, voici la description du système nerveux :

Il est formé d'un **ensemble ganglionnaire cérébral** (ganglions fusionnés constitués du protocérébron, du deutocérébron et du tritocérébron) situé dans la partie supérieure de la tête ; de ce « cerveau » partent des nerfs dont certains sont particulièrement importants (nerfs optiques, nerfs antennaires, etc.) Deux nerfs latéraux passent de part et d'autre de l'œsophage (**collier péri-œsophagien**) et se rejoignent au niveau d'un **ganglion sous-œsophagien** ; ces deux nerfs courent jusqu'à l'extrémité de l'abdomen et sont réunis par les ganglions ventraux. Cette chaîne nerveuse ventrale présente des ganglions nerveux d'où partent différentes fibres qui innervent les organes et les muscles. Ce type de système nerveux localisé sous le tube digestif est nommé hyponeurien.



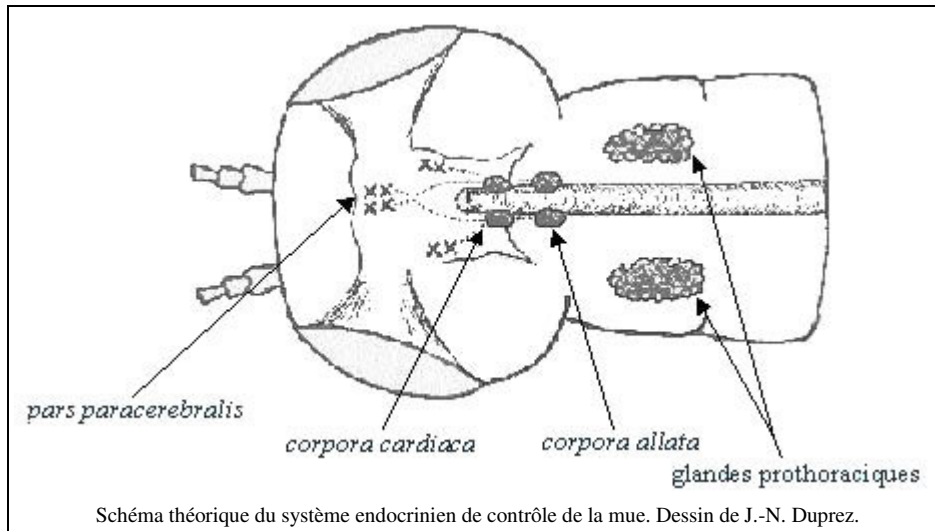
Le système nerveux de l'Ephippiger des vignes (*Ephippiger ephippiger*). Schéma de J.-N. Duprez.

Le système neuro-endocrinien des Insectes est complexe. Certaines glandes jouent un rôle important dans leur développement des insectes. Elles sont au nombre de trois :

- deux **corps cardiaques** (*corpora cardiaca*) situés entre le cerveau et l'œsophage ;
- deux **corps allates** (*corpora allata*) placés sur le côté de l'œsophage ;
- des **glandes prothoraciques** situées sous l'œsophage, dans le prothorax.

Il faut également ajouter des zones diffuses du cerveau (*pars intercerebralis*).

Il est intéressant de noter que les corps allates et les corps cardiaques sont reliés entre eux de même qu'au cerveau par un réseau de fibres nerveuses.



II Le phénomène de la mue

Au cours de chaque mue, l'insecte après avoir sécrété une nouvelle cuticule de plus grande taille, s'extirpe de l'ancienne qui prend alors le nom d'exuvie. Il faut noter que l'exuvie est fine, car elle n'est formée que de l'exocuticule et de l'épicuticule, l'endocuticule ayant subi une lyse enzymatique au fur et à mesure de la formation de la nouvelle cuticule (récupération des molécules).

Cette dernière est d'abord plissée et se tend lorsque l'insecte se gonfle d'air, au moment où il sort de l'exuvie. Notons que seule la croissance en taille est discontinue, la croissance en poids étant, elle, continue.

Il faut ensuite un certain temps pour que la nouvelle cuticule durcisse et se pigmente. Pendant cette période, l'insecte est très vulnérable car il est sans protection contre les prédateurs et la déshydratation. Par ailleurs, il est dans l'incapacité temporaire de se nourrir puisque les pièces buccales et les parties antérieures et postérieures du tube digestif sont également renouvelées lors de l'exuvie.

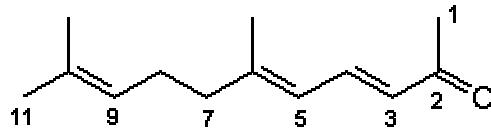
Le nombre des mues qui jalonnent la vie d'un insecte, entre le moment où il sort de l'œuf et le moment où il devient adulte, est une caractéristique de l'espèce et parfois du sexe à laquelle il appartient (il est, par exemple, de cinq chez le criquet migrateur).

L'insecte parvenu à l'état adulte, c'est-à-dire qui est apte à se reproduire, ne mue généralement plus (à l'inverse de ce qui se passe chez les crustacés ou les arachnides).

III Les hormones impliquées

a) l'hormone d'activation de la glande prothoracique ou Pseudoionone (HAGP)

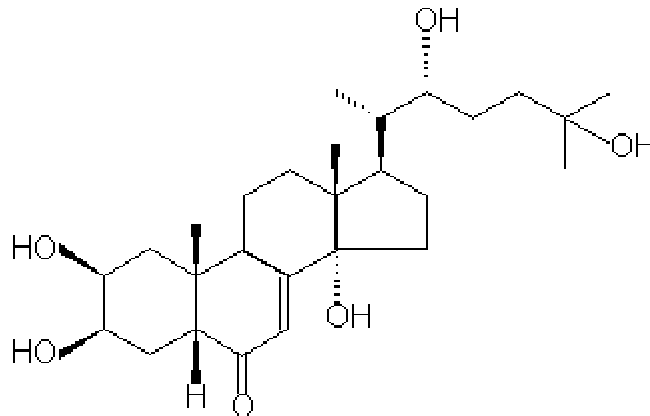
L'hormone d'activation de la glande prothoracique est une cétone à longue chaîne carbonée (6,10-Diméthyl-3,5,9-undécatrien-2-on). Cette molécule est synthétisée par le cerveau (*pars intercerebralis*) et est stockée dans les corps cardiaques.



En fait, cette molécule peut apparaître sous deux formes (α - pseudoionone et β -pseudoionone). Comme l'indique son nom, cette molécule lorsqu'elle est présente dans l'hémolymphe en quantité suffisante, active la glande prothoracique et induit la production de l'hormone de mue.

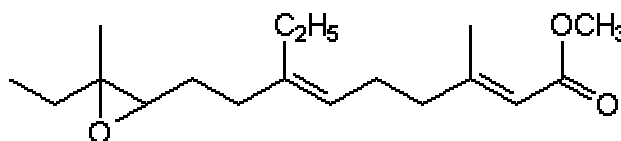
b) L'hormone de mue ou Ecdysone (Ecd)

Il s'agit en fait d'une famille d'hormones stéroïdes. Par souci de simplicité, nous en parlerons comme d'une seule molécule. L'ecdysone est synthétisée par la glande prothoracique. Cette hormone est celle qui provoque la mue (l'ecdysis) proprement dite.



c) L'hormone juvénile ou Néotonine (HJ)

L'hormone juvénile (ou plutôt les hormones juvéniles car on en distingue 3 formes) est une molécule cétonique. Elle est principalement synthétisée par les corps allates à l'état juvénile (elle est également produite chez l'adulte, par les ovaires et les testicules). Cette molécule inhibe ou ralentit la maturation des organes de l'adulte (système génital, développement des ailes, etc.). Elle est synthétisée de manière décroissante de l'éclosion à l'âge adulte (dégénérescence des corps allates) puis sa production reprend par la suite.



IV Approche simplifiée du contrôle hormonal de la mue

Le phénomène de la mue est donc une histoire d'équilibre entre les différentes hormones.

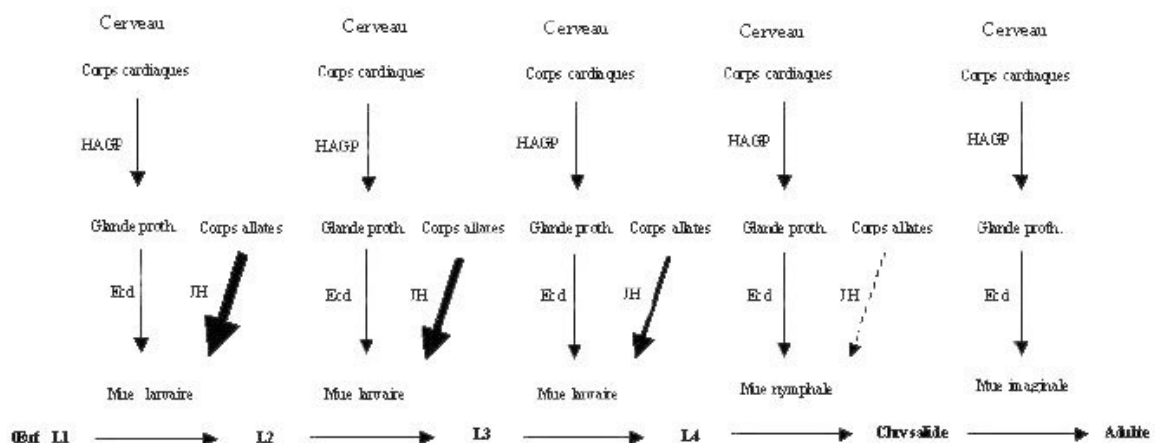
Prenons l'exemple d'un papillon :

Sous l'effet de plusieurs stimuli externes (température, luminosité) ou internes (tension des viscères, de la peau, etc) centralisés au niveau du cerveau, il y a libération de l'hormone pseudoionone (HAGP). La libération de cette molécule provoque l'activation de la glande prothoracique. Cette dernière produit alors une quantité importante d'ecdysone (Ecd) qui provoque la mue de l'insecte.

Si au même moment, il y a présence d'une quantité suffisante d'hormone juvénile (JH), la mue sera du type larvaire, c'est-à-dire que la chenille restera sous forme de chenille.

Si la concentration en néotonine (HJ) n'est pas suffisante il y aura une mue nymphale (la chenille se transforme en chrysalide) ou imaginale (la chrysalide se transforme en adulte).

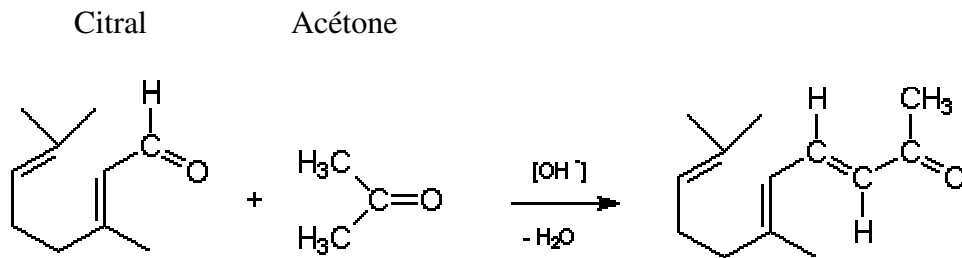
Le schéma suivant illustre ce phénomène :



V Compléments

- En théorie, il serait donc possible de prolonger les états larvaires par injection d'hormone juvénile pour, par exemple, obtenir des spécimens géants, ou au contraire de provoquer la formation d'adultes précoces et miniatures, par inhibition ou excision des glandes prothoraciques. Différentes expériences ont été réalisées dans ce sens pour comprendre les phénomènes de mue.
- L'ecdysone a été synthétisée et commercialisée. De plus on peut extraire cette hormone de plusieurs plantes. La molécule de synthèse a été utilisée avec succès pour lever la diapause de chrysalides « perpétuelles » et donc provoquer leur naissance par différents éleveurs. On utilise fréquemment cette hormone de synthèse dans les essais d'hybridations qui provoquent souvent des dérèglements hormonaux.

- L'hormone d'activation de la glande prothoracique peut également être synthétisée par action de l'acétone sur le Citral (composé terpénique à 8 carbones) en milieu alcalin (réaction de Tiemann) :



- Comme on l'a vu, la néotonine permet le maintien de l'état larvaire. Cependant, après transformation en adulte, il a été observé que la production de cette hormone reprenait au niveau des ovaires et des testicules. Les recherches ont récemment prouvé qu'elle permet alors une bonne maturation des œufs chez la femelle et qu'elle augmente le taux de fertilité chez le mâle. Elle permet donc une meilleure reproduction.
- On peut également penser que l'imprégnation des œufs par la néotonine permet la naissance de larves et non d'adultes miniatures.

Remerciements

Je suis particulièrement reconnaissant au Docteur Jean-Jacques Pérès sans qui cet article ne serait pas. En effet, il a été le premier à m'avoir intéressé au phénomène de la mue et le premier à m'avoir fait observer les *corpora allata* de dectique (*Decticus albifrons*) lorsque j'avais 12 ans. Je lui suis redevable pour la relecture « scientifique » de cet article et pour tout ce qu'il m'a appris et m'apprendra. Je voudrais également remercier Bénédicte Mousset pour son aide grammaticale et orthographique.

Les formules développées des hormones et la réaction de synthèse de la pseudoionone sont tirées des sites suivants :

-<http://www.chemikalienlexikon.de/aroinfo/pseudoio.htm>

-<http://www.ib.komisc.ru/biochem/nbc/ecdysone.html>

Pour les personnes que le phénomène de la mue intéresse, je vous signale la publication prochaine aux Elsevier Science Ltd de la thèse de Pérès intitulée « *Comparaison des systèmes neuro-endocriniens des plus importants ordres d'insectes* » (déjà parue dans « The Journal of Insect Physiology »).

Références

-SEGUY E., 1967. – *Dictionnaire des termes techniques d'entomologie élémentaires*. – Editions Paul Lechevalier.

-SORDET F., 1993. – Mécanisme de mue chez les Phasmes. – *Le Monde des Phasmes*, 24 (GEP) : 21-23.