

Chapitre 6- Le système hormonal des insectes

Plan de travail

Introduction

1- Mise en évidence de l'hormone Cérébrale

1.1- Kopec (1917): Expérience du repas saturant sur *Lymantria dispar*

1.2- Wigglesworth (1937): Expérience du repas saturant sur *Rhodnius prolixus*

1.3- Wigglesworth (1937): Expériences de la décapitation sur *R. prolixus*

2- Mise en évidence de l'hormone de croissance et de mue

3- mise en évidence de l'hormone juvénile

4 - La Corpora Allata

4.1- Description

4.2-Role de la Corpora Allata

4.2.1-Contrôle de la pigmentation verte

4. 2.2-Contrôle de la pigmentation brune

4.2. 3- Control de la pigmentation jaune

4. 2.4- Rôle gonadotrope

5- présence en quantités inégales de HJ à tous les stades larvaires: Expérience de la parabiose

6- Mise en évidence de l'intervention des 2 hormones: HJ et HCM au cours du développement postembryonnaire de l'insecte

6.1- Cas d'un insecte à métamorphose incomplète: *R. prolixus*

6.2- Cas d'un insecte à métamorphose complète: *Hyalophora cecropia*

Résumé

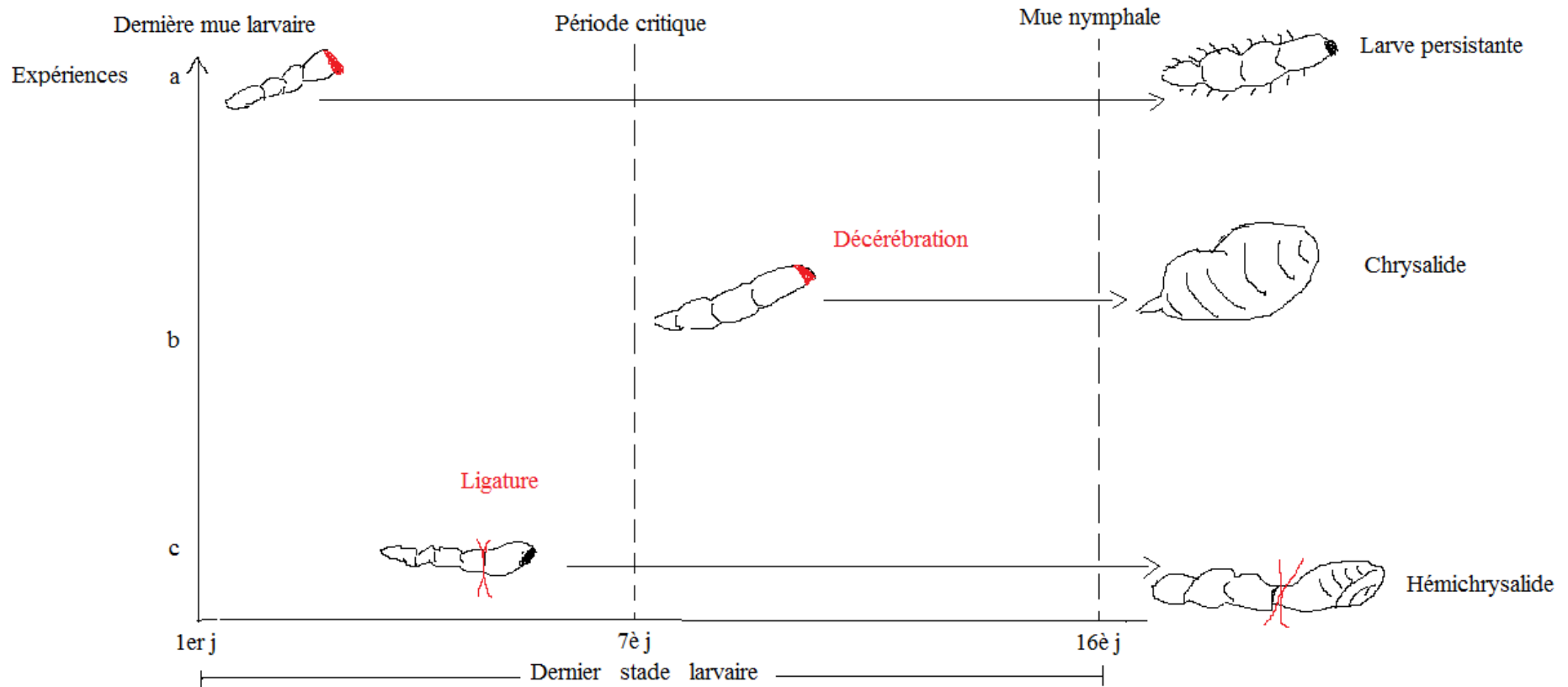
Introduction

- Le système nerveux des insectes est strictement lié aux glandes endocriniennes
- Celles-ci excrètent différents types d'hormones
- Il s'agit de l'hormone cérébrale (HC)
- L'hormone de croissance et de mue (HCM)
- L'hormone juvénile (HJ)
- Chacune de ces 3 hormones sera mise en évidence par une série d'expérimentations

1- Mise en évidence de l'hormone Cérébrale (HC)

1- Expérience de Kopec (1917)

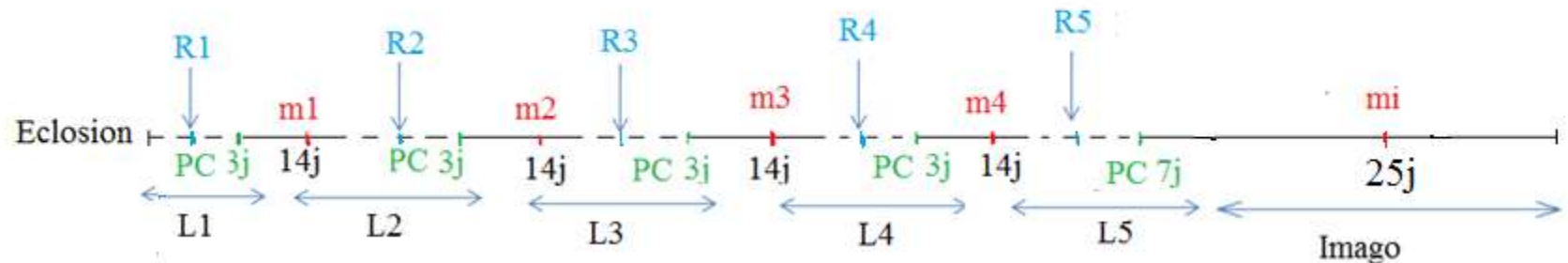
- C'est l'une des 1^{ère} mise en évidence des mécanismes intervenant dans la croissance des insectes
- Réalisée sur *Lymantria dispar*



- Interprétation:
- Expérience a: Lorsque la décérébration est précoce (avant la période critique PC), nous obtenons après le 16^e jour une **larve persistante**
- Expérience b: Quand la décérébration a eu lieu après la PC on obtient une **chrysalide** (après la mue nymphale)
- Expérience c: Si une ligature est placée à la mi-longueur du corps de la chenille avant la PC, on obtient une **semi chrysalide**
- Conclusion: Un facteur issu du cerveau et présent dans l'hémolymph est nécessaire à l'insecte pour effectuer la mue nymphale
- Question: est ce qu'il ya un mécanisme intermédiaire entre l'émission de ce facteur et l'effecteur (mue)?

2- Wigglesworth (1937)

- Réalisée sur la Réduve: *Rhodnius prolixus* (Heteroptera: Reduviidae)
- Expérience basée sur le phénomène du repas saturant
- Une fois le repas digéré, l'insecte subit la mue larvaire
- Il est alors de nouveau près à s'alimenter



L1, L2.....=larve de 1er, 2è..... stade larvaire
14j=durée d'un stade larvaire
25j= durée entre L5 et imago

PC=période critique au bout de 3 et 7jours

R1,2.....=1er, 2è.....repas saturant

m1.....= mue de 1er, 2è..... stade larvaire

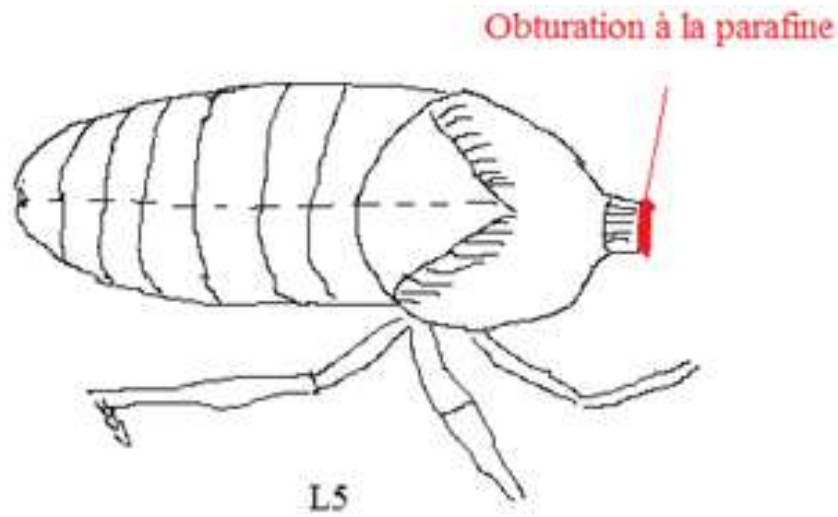
mi=mue imaginale

- L'insecte a besoin de prendre un repas saturant à chaque mue
- La période qui sépare la mue du repas saturant n'est pas précise
- Elle dépend uniquement des occasions qui s'offrent à l'insecte de piquer son hôte
- Au contraire, à partir du repas saturant, le phénomène de la mue intervient après un nombre de jours bien déterminé, 3 pour les mues larvaires et 7 pour la mue imaginale)

3- Wigglesworth (1937): expériences de la décapitation sur *R.prolixus* :

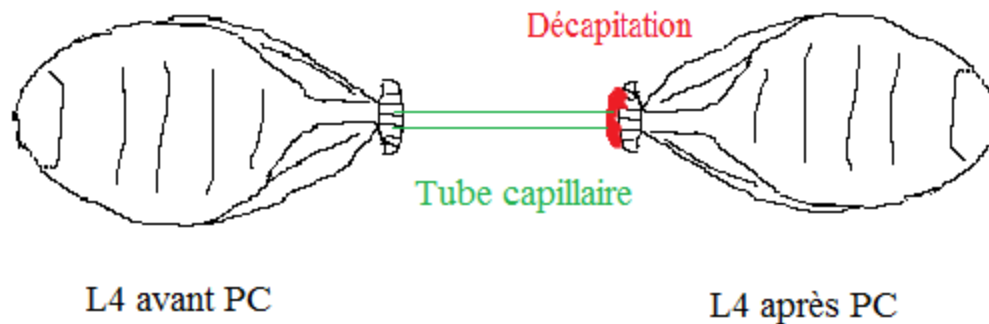
expérience a: obturation à la parafine

- Cette expérience confirme celle qui a été faite sur *Lymantria dispar*
- Une L5 a été obturé à l'aide de la paraffine
- Après le repas saturant, 2 cas se présentent:
 - Si la décapitation a lieu avant la Période Critique: pas de mue
 - Si elle a lieu après la PC: il y a mue
- Conclusion: un facteur d'origine céphalique libéré au moment de la PC semble être nécessaire pour la réalisation de la mue



Expérience b: la parabiose

- 2 insectes sont mis en connexion
- Elle a lieu entre 2 L4 de *R. prolixus* qui étaient décapités et mis en connexion grâce à un tube capillaire
- 2 tests sont réalisés sur la L4: l'un avant et l'autre après la PC



- Lorsque les 2 Larves sont mises en connexion, elles muent en même temps
- Un **facteur cérébral** est donc nécessaire au déclenchement de la mue, Il est présent dans le sang de la larve décapitée après PC
- Il est passé dans l'hémolymphe de la larve décapitée avant PC grâce au tube capillaire: C'est le phénomène de la **Parabiose**

Expérience c: implantation: rôle du cerveau

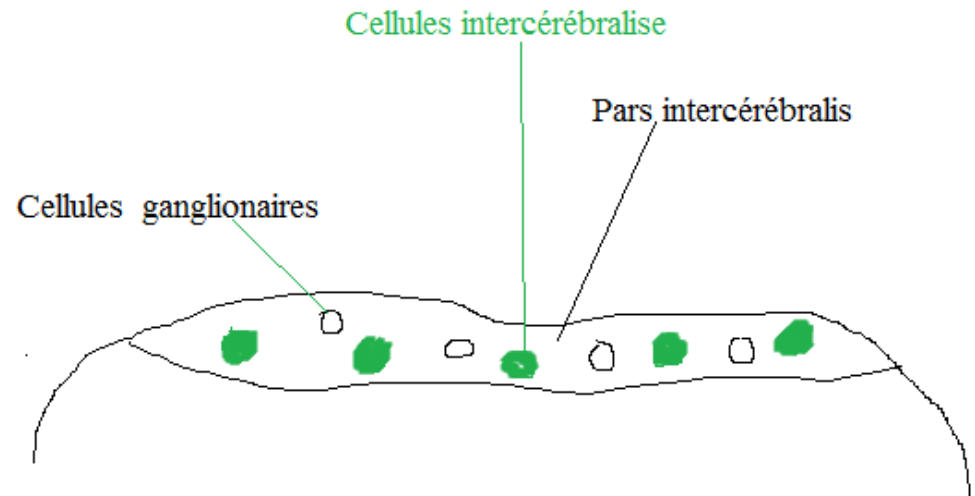
- Plusieurs parties du cerveau sont implantées dans la région s/cuticulaire avant la PC, grâce à une incision dans la partie dorsale ou ventrale de l'abdomen
 - Cas du Proto cérébron: résultat positif
 - Cas du Deuto et Trito cérébron: résultat négatif
 - Les insectes auxquels on a implanté le proto cérébron ont effectués normalement leur mue
 - Cas de la Pars inter cérébralis: mue effectuée

Conclusion: Ce sont donc les cellules neuro
sécrétrices qui secrètent ce facteur déclenchant la
mue

Expérience d: décapitation+ implantation

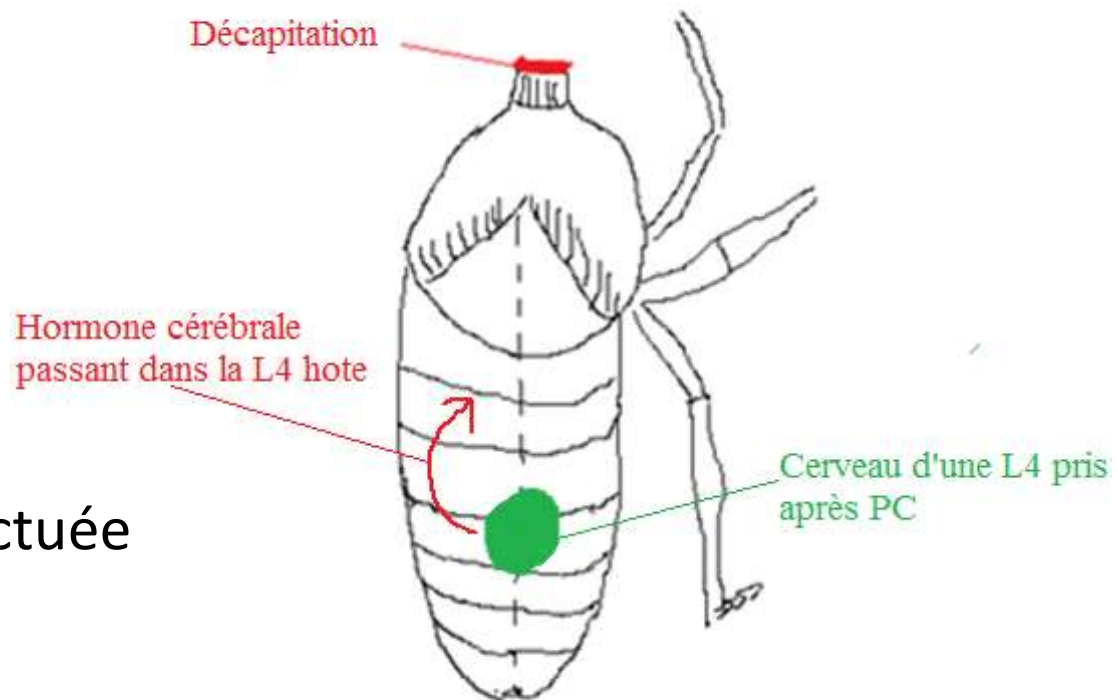
- L4 décapitée avant PC + pars intercérébralis = mue effectuée: elle est donc responsable de la sécrétion de **l'hormone de mue**

Conclusion: le facteur cérébral responsable du déclenchement de la mue est **l'hormone de mue sécrété par les cellules neuro sécrétrices de la pars intercérébralis**



2- Mise en évidence de l'hormone de croissance et de mue

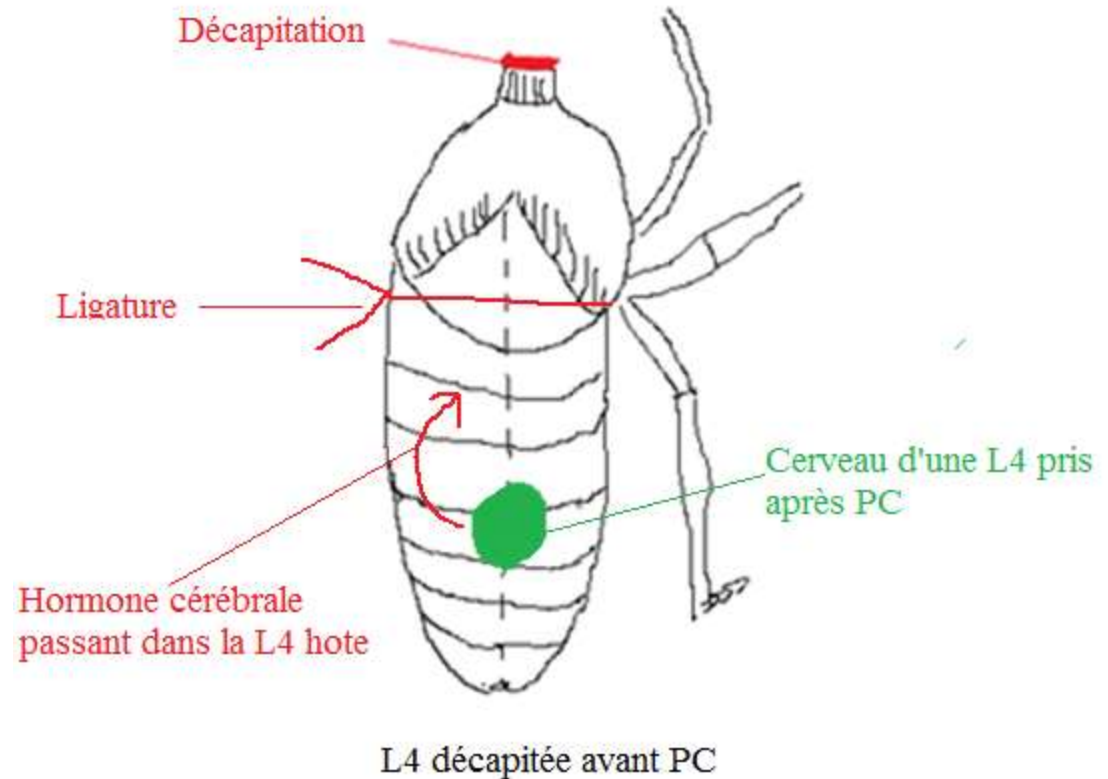
- Expérience réalisée par Wigglesworth (1937) sur *R. prolixus*
- Une L4 est décapitée **avant PC** à laquelle un cerveau (pris à partir d'une L4 **après PC**) est implanté après une incision dans l'abdomen



- Résultat: mue effectuée
→ L5

L4 décapitée avant PC

- L4 décapitée avant PC+ Ligature effectuée entre thorax et abdomen



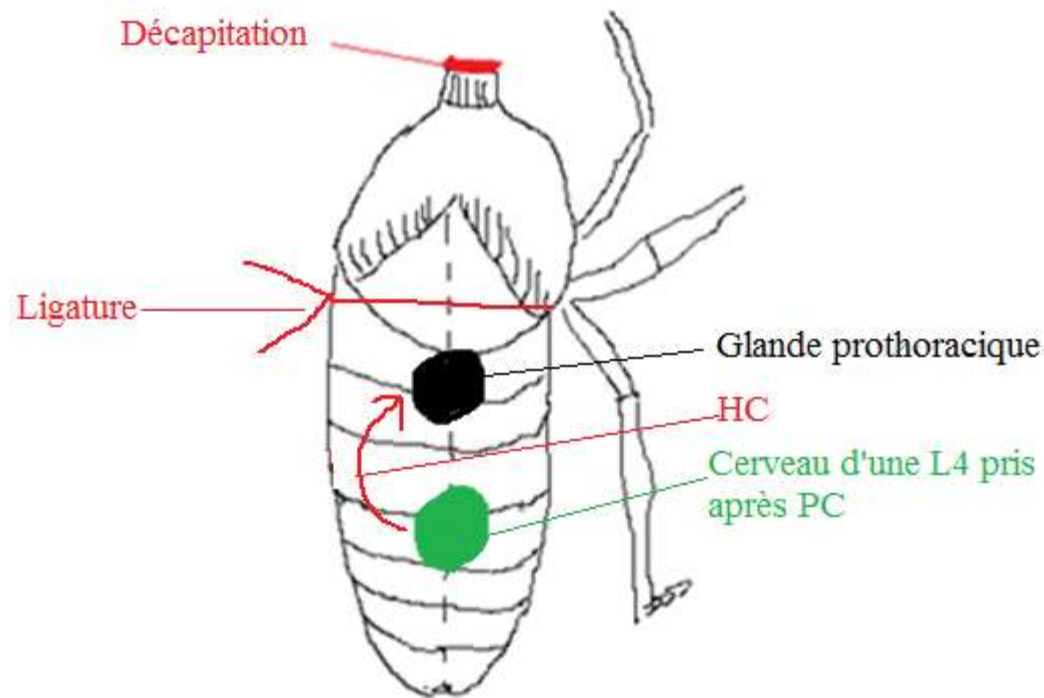
- Résultat: pas de mue, toujours une L4 mais de grande taille

- Cette hormone cérébrale devait passer par un milieu intermédiaire situé au niveau du thorax
- Le cerveau est nécessaire pour la mue mais pas suffisant
- La présence du thorax contenant une glande thoracique est donc nécessaire
- la même expérience a été refaite mais en implantant une glande prothoracique

• Résultat: mue effectuée

→ L5

• Conclusion: à l'intérieur de la glande thoracique, l'HC est transformée en **Hormone de Croissance et de Mue (HCM)**



L4 décapitée avant PC

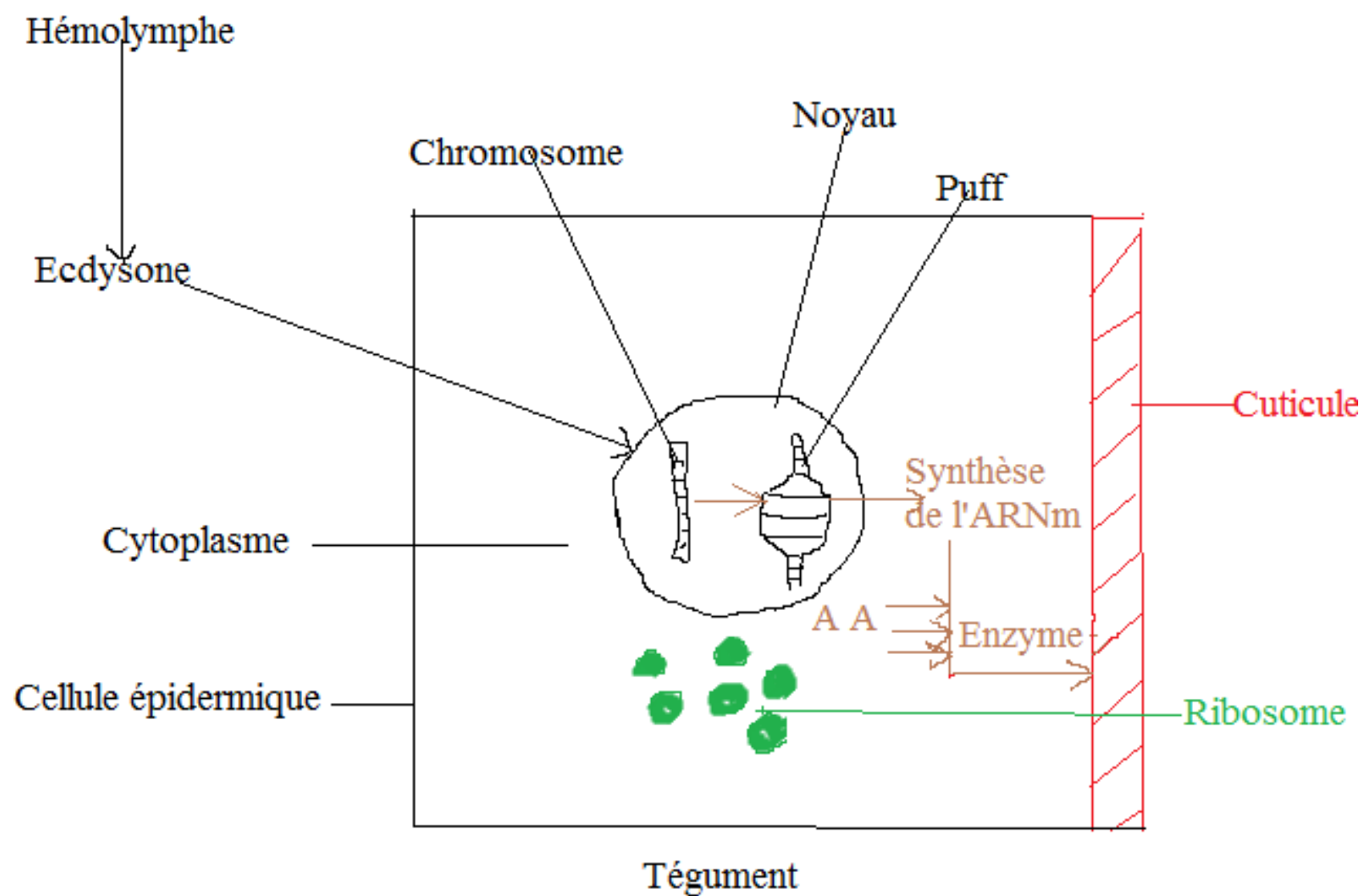
- Une coupe transversale est pratiquée au niveau du prothorax pour observer cette hormone appelée également **Ecdysone**



En résumé

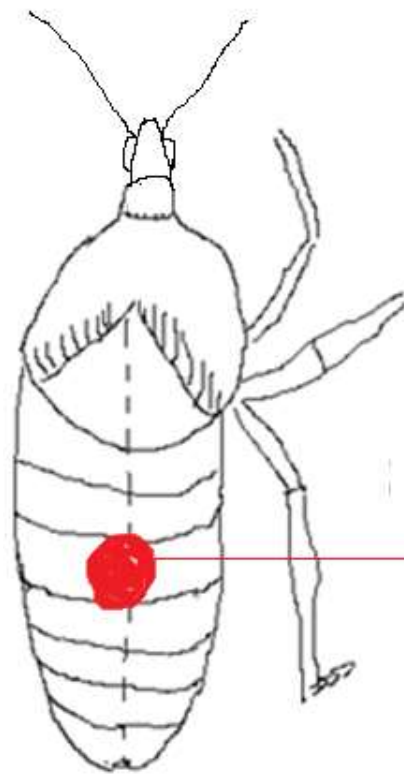
- C'est le repas saturant qui déclenche le phénomène de la mue chez les insectes et provoque une distension abdominale ayant pour effet la création d'un influx nerveux
- Celui-ci va suivre les fibres nerveuses sensibles
- Ces fibres vont conduire cet influx jusqu'aux cellules neurosécrétrices de la pars intercérébrale du protocérébron
- Une fois arrivées là-bas, ces cellules produiront l'HC
- Celle-ci passe vers un nerf cérébrocardiaque (s/forme de gouttelettes reliant le cerveau au corpora cardiaca où elle s'y accumule
- Une fois la dose complète, cette hormone se dirige vers la glande thoracique où elle se transforme en HCM ou Ecdysone
- Enfin cette hormone passe dans l'hémolymphe puis vers le tégument où elle déclenche la mue

- Il a été démontré que l'écdysone intervient sur le chromosome des cellules épidermiques du tégument on y pénétrant et en agrandissant le chromosome qui se transforme en puff
- Cela abouti finalement à la synthèse d'une des enzymes qui opère des transformations chimiques réalisant la mue
- La synthèse de l'ARNm grâce à la présence de l'acide aminé et du ribosome induit la formation de l'enzyme
- Le liquide exuvial contenant cette enzyme s'installe dans l'espace laissé par le décollement tégumentaire de la cuticule provoquant la digestion de l'ancienne cuticule puis l'élaboration de la nouvelle cuticule



3- mise en évidence de l'hormone juvénile (HJ)

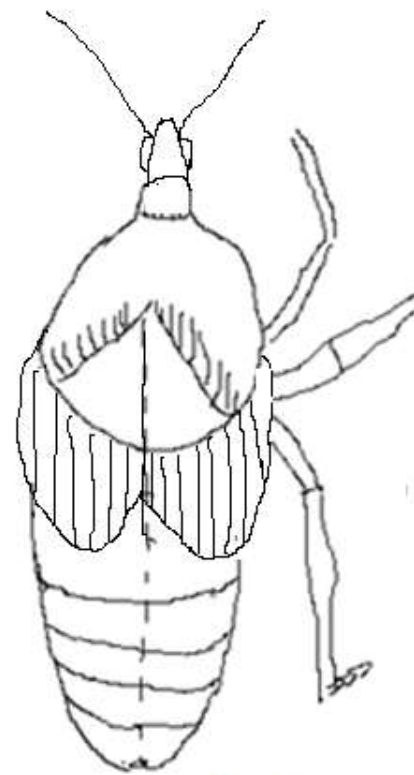
- Ce type d'hormone est actuellement utilisé comme inhibiteur de croissance en lutte biologique
- Capable de maintenir les caractères de l'insecte à l'état larvaire
- Expérience réalisée toujours par Wigglessworth sur *R. prolixus*
- Une Corpora Allata (CA) prélevé chez une L4 puis implanté dans l'abdomen d'une L5
- Résultat: après la mue, on a obtenu une **larve surnuméraire L6**
- Cela est expliqué par la présence de l'hormone juvénile sécrétée par la CA de la L4 et ayant assuré le maintien des caractères larvaires engendrant ainsi une L6 ayant la taille d'un imago et inconnue dans la nature



L5

Corpora allata
d'une L4

Mue larvaire surnuméraire



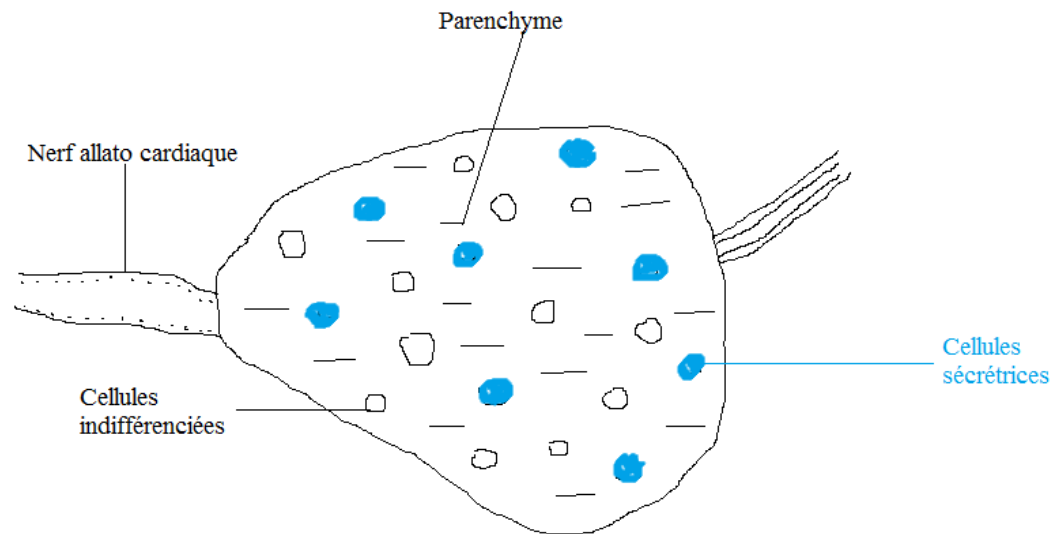
L6

Larve
surnuméraire

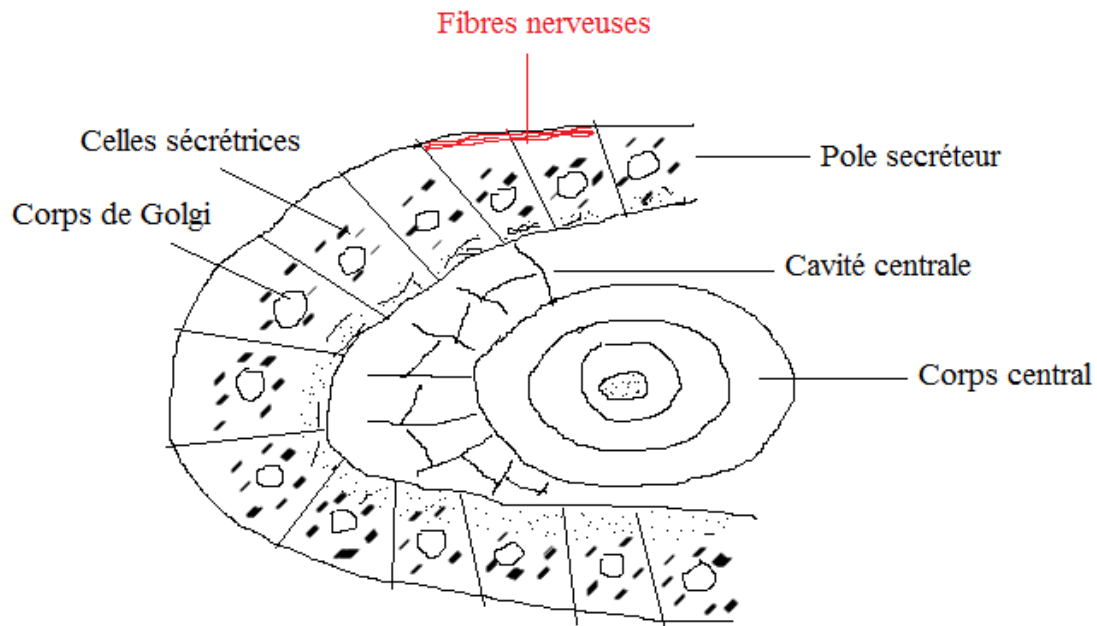
4- La Corpora Allata

4.1- Description

- Les CA sont de petites masses situées de part et d'autre du pharynx
- Leur structure histologique est celle d'un tissu glandulaire typique mais sans canal excréteur
- Il existe 2 types:
 - lymphoïde
 - vésiculeux
- Le type le plus connu est la CA lymphoïde, rencontrée surtout chez les Orthoptères, Hémiptères, Blattoptères et Coléoptères
- Le type vésiculeux est rencontré surtout chez les insectes inférieurs comme les Aptérygotes



Corpora allata type lymphoïde



Corpora allata type vésiculeux

4.2- Role de la Corpora Allata

- **4.2.1- Rôle chromatotrophe**
- C'est la sécrétion qui assure la couleur de l'insecte
- Certains auteurs admettent que en plus de l'HJ, la CA peut sécréter une hormone dite «chromatotrophe»
- Exp: chez *Locusta migratoria*, lors de la phase grégaire, les larves sont noires alors que les adultes sont bruns avec des taches noires
- Lors de la phase solitaire, les larves et adultes sont tous les 2 verts, cette dernière couleur ne se manifeste qu'en présence de verdure, de luminosité et d'humidité
- Actuellement, 3 mécanismes contrôlant la pigmentation sont étudiés: la pigmentation verte, noire et orange

4.2.1-Contrôle de la pigmentation verte

- C'est la plus anciennement connue
- Elle a été étudiée par Joly en 1960
- Elle était s/control de la CA au moment des mues
- En effet, si on prive un individu vert de *L. migratoria* de cette glande, son tégument secrète au bout de quelques jours une couleur brune orange
- Celle-ci va se substituer en pigment vert de l'insecte
- Inversement, si une paire de CA est implanté à une larve brune grégaire, à la mue suivante, l'épiderme secrète alors un pigment vert

4.2.2-Contrôle de la pigmentation brune

- Cette pigmentation est présente chez les différentes phases grégaires
- Elle a été étudiée par Girardie en 1965
- La destruction des cellules neurosécrétrices (CNC)de la pars intercérébralis diminue considérablement la production des pigments bruns et noirs → individus clairs définitivement
- Individus bruns grégaires (–) Corpora Cardiac →
Individus clairs momentanément
- Individus clairs+ CNC(ou Corpora Allata) → individus noirs

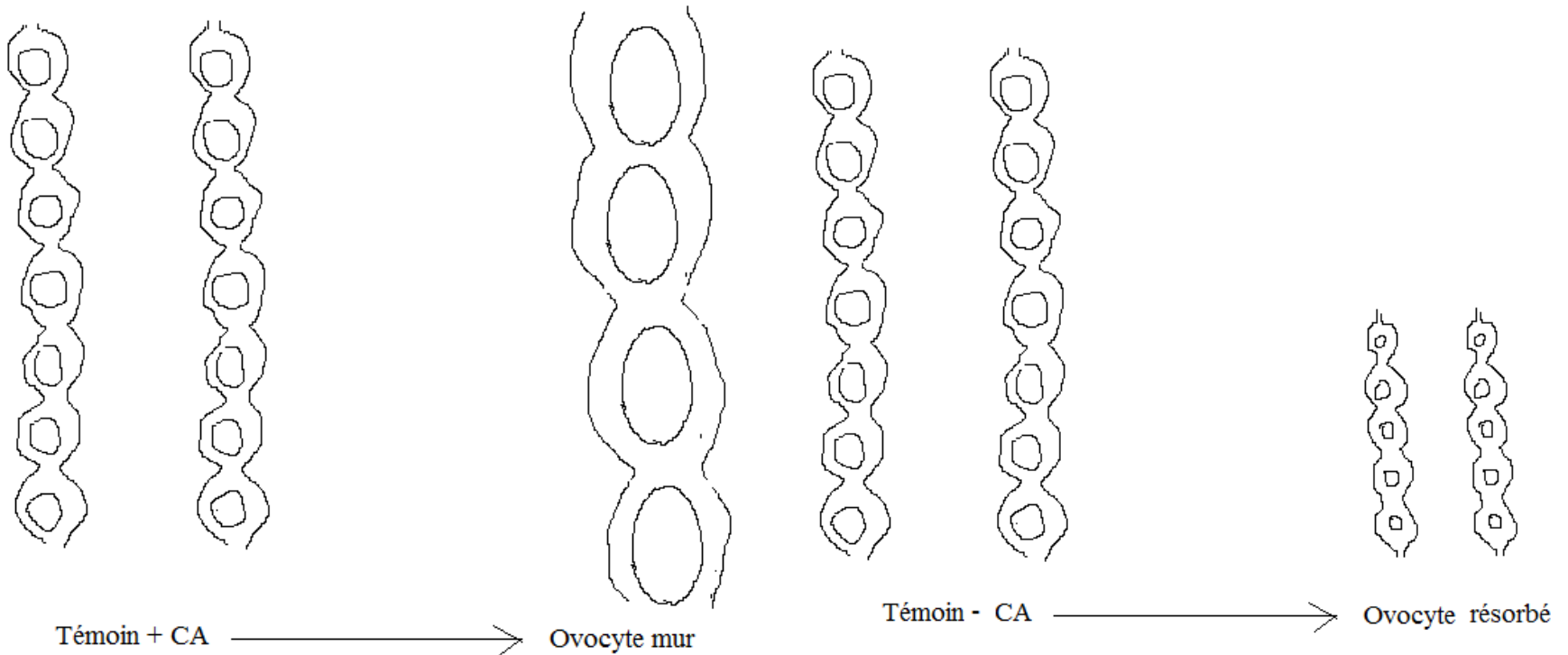
4.2.3- Control de la pigmentation jaune

- Expérience réalisée sur *Schistocerca gregaria*
- Individus jaune pendant la phase grégaire
- La production de cette coloration est toujours s/dépendance de la CA
- L5 male (-) CA  individus males sans coloration jaune à la fin de leur vie

4.2.4- Rôle gonadotrope

- Expérience réalisée par Wigglessworth en 1936 sur *R.prolixus*
- Les CA présentant un aspect inactif pendant le dernier stade larvaire reprennent leur activité chez les jeunes imagos
- Il existe donc une relation étroite entre l'aspect histologique et la maturation des pontes chez les femelles
- Femelle (avant PC) (-) cerveau (-) CA $\longrightarrow$ ponte(-)
- Femelle (avant PC) (-) cerveau $\longrightarrow$ ponte (+)
- Conclusion: la CA émet à la suite du repas, un facteur essentiel au développement de la gonade

Rôle de la Corpora Allata dans la maturation des ovocytes

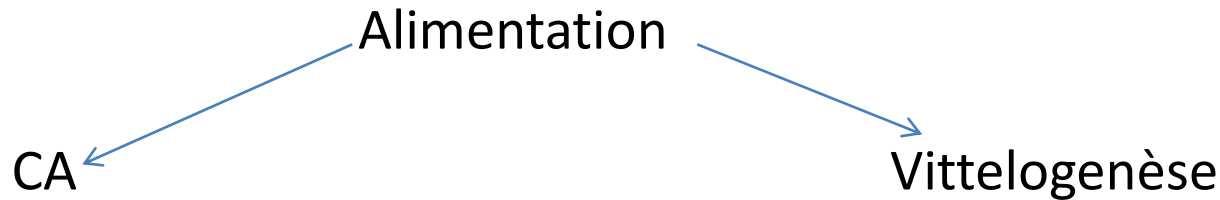


- Par ailleurs, selon Lender et Laverdure (1964), chez *Tenebrio monitor* (Coleoptera:Tenebrionidae), le volume et le nombre de cellules composant la CA change quand l’insecte passe du stade nymphal à l’adulte

Tableau: influence du stade de développement sur la CA chez *T. monitor*

Stade de Dvpt	Age	Volume moyen en μm^3	Nombre de cellules
Nymphe	1j	57825	507
	4j	429005	2878
	8j	229760	1698
Femelle nourrie	1j	235145	1515
	2j	581580	2595
	8j	755695	-
Femelle à jeun	1j	233350	1625
	8j	269250	1662

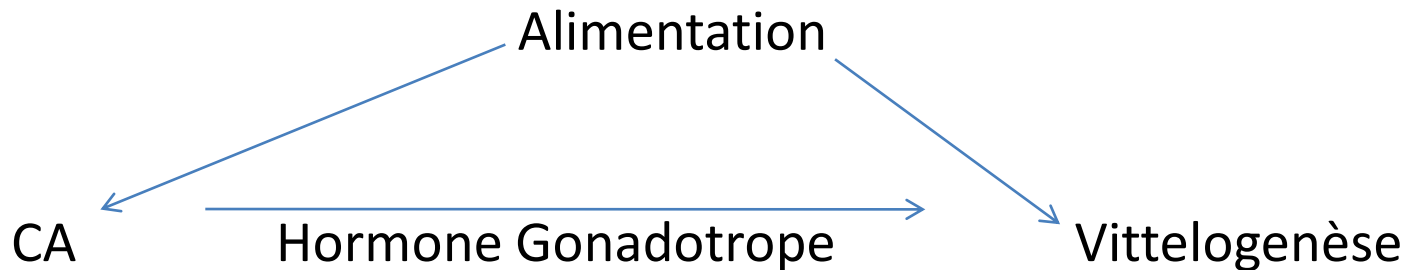
- Il existe une relation étroite entre l'alimentation de l'insecte, la CA et la vittelogenèse
- 3 hypothèses sont proposées:
- ✓ L'alimentation à une influence et sur la CA et sur la vittelogenèse



- ✓ L'alimentation à une influence sur la CA qui influe à son tour sur l'hormone gonadotrope ayant une influence sur la vittelogenèse

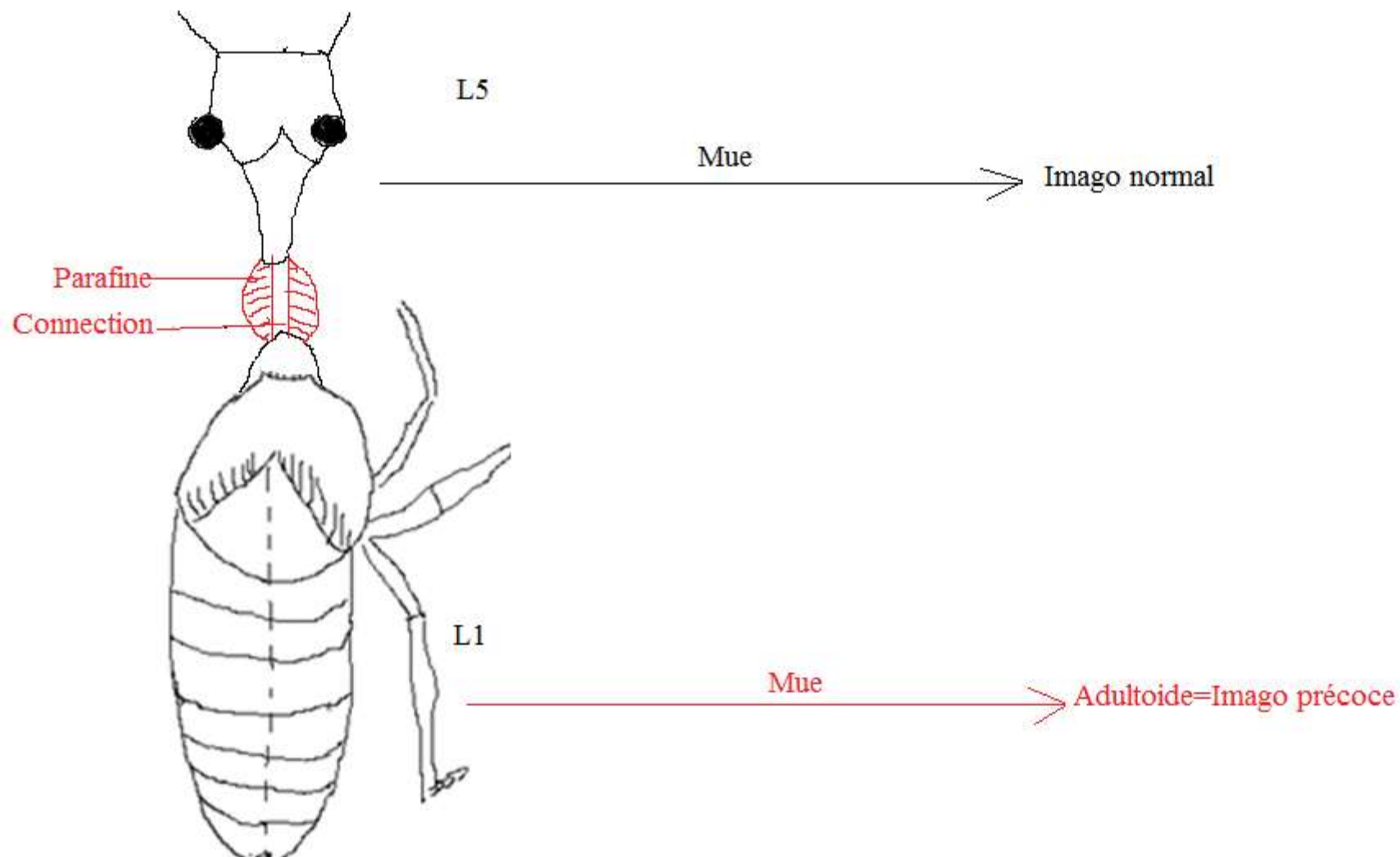


- ✓ L'alimentation à une influence en même temps sur la CA et la vittelogenèse, cette dernière étant influencé également par l'hormone gonadotrope



5- présence en quantités inégales de HJ à tous les stades larvaires: Expérience de la parabiose

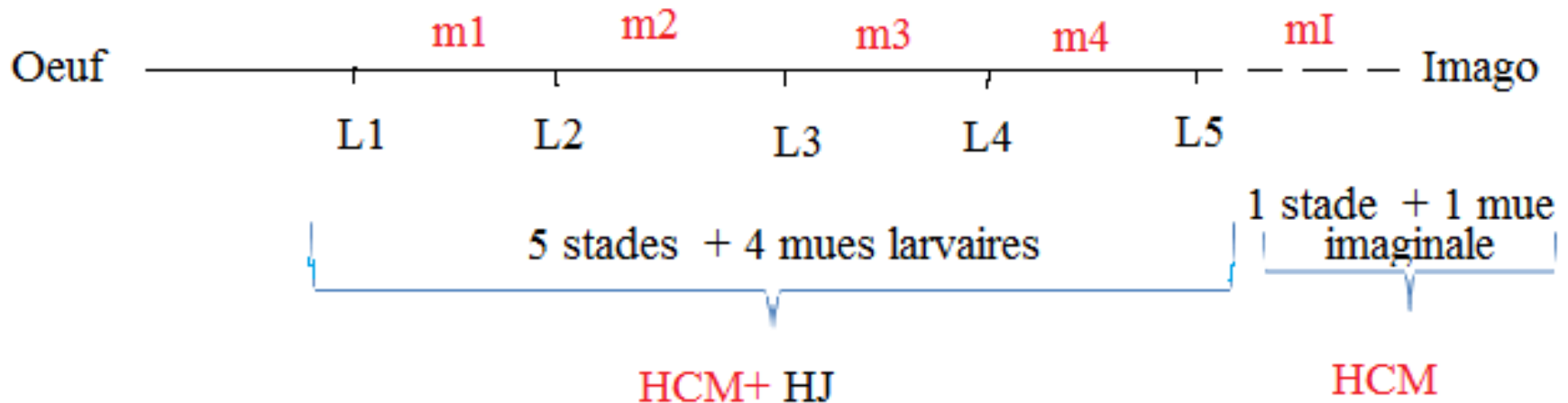
- Une L1 est mise en parabiose avec une L5
- La connexion est assurée par la mise en contact du protocérébron de la L1 et l'extrémité de la tête de la L5
- Résultat: la L1 a engendré un imago précoce ou **adultoide**
- Conclusion: L'HJ présente dans le sang de la L1 en grande quantité a été largement diluée dans le sang de la L5, tombant au dessous de son seuil d'efficacité
- L'HJ ne pouvant plus agir, c'est l'hormone de mue HM qui agit donc seule, d'où l'obtention d'un adultoide



6- Mise en évidence de l'intervention des 2 hormones: HJ et HCM au cours du développement postembryonnaire de l'insecte

- On a 2 types d'interventions:

6.1- Cas d'un insecte à métamorphose incomplete: *R. prolixus*

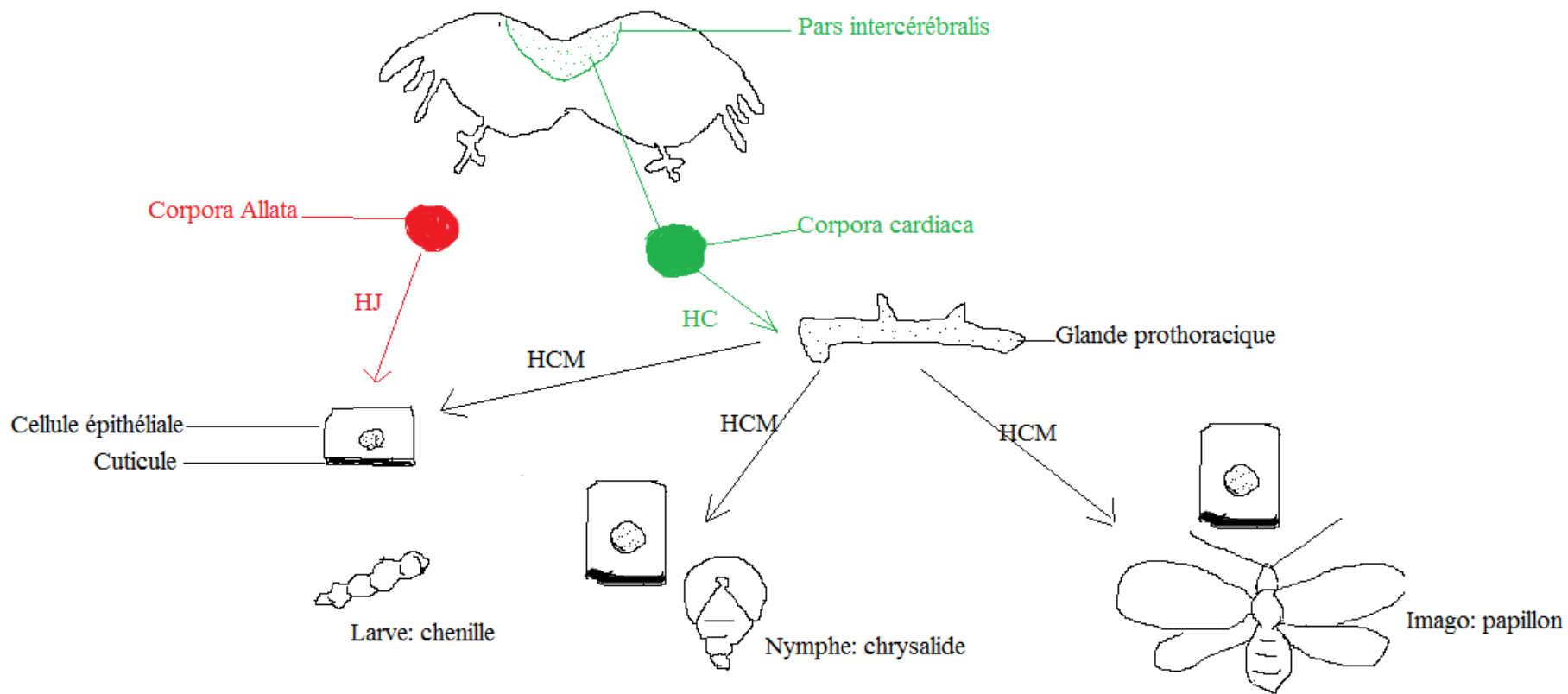


- Pour que la mue puisse avoir lieu, la présence de l'HCM et l'HJ est indispensable pour les stades larvaires
- Alors que pour le stade imaginal, la seule présence de l'HCM suffit
- Pour obtenir une mue

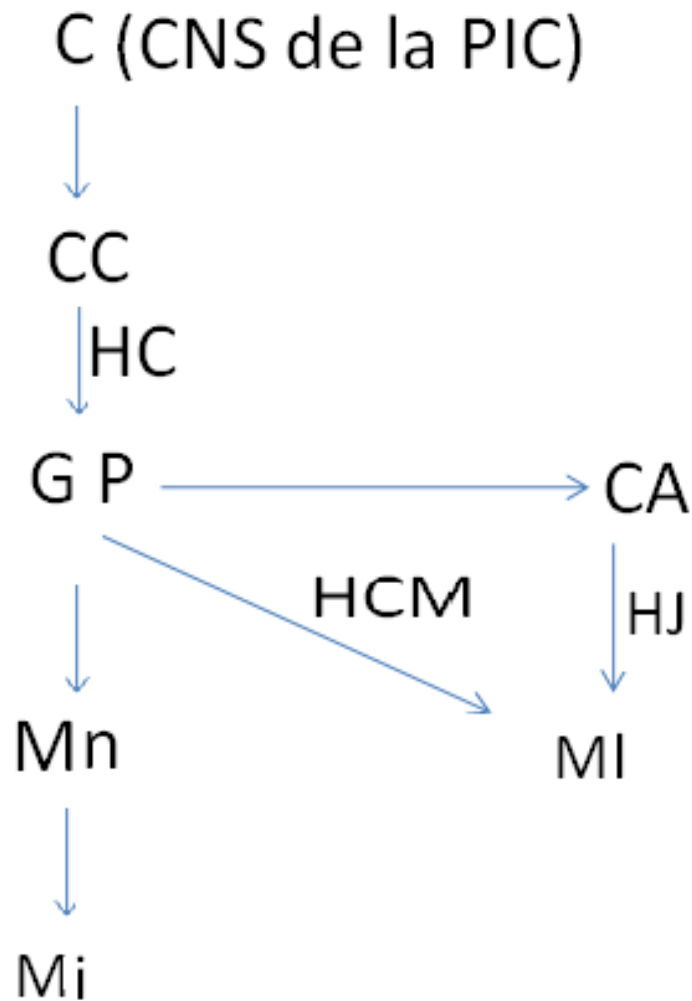
6.2- Cas d'un insecte à métamorphose complète:

Hyalophora cecropia (Lepidoptera: Saturniidae)

- L'HCM ou ecdysone dont l'élaboration par la glande prothoracique provoque l'exuviation du tégument quelque soit le stade auquel elle se produit
- En revanche, les caractères larvaires, nymphales ou imaginaires sont entièrement sous la dépendance de l'HJ sécrétée par la CA dont le taux élevé chez le larve, diminue chez le nymphe pour être nul chez l'imago



Résumé de la sécrétion hormonale chez les insectes



Légende:

C= cerveau

CNS= cellules neurosecrétrices

PIC= pars intercérébralis

CC=corpora cardiaca

HC= hormone cérébrale

GP= glande prothoracique

CA= corpora allata

HCM=hormone de croissance et de mue

HJ= hormone juvénile

MI= mue larvaire

Mn= mue nymphale

Mi= mue imaginale