

**DONNÉES HISTOPHYSIOLOGIQUES
SUR LES BIOACCUMULATIONS MINÉRALES
ET PURIQUES DE *NOTONECTA GLAUCA* L.
(INSECTE, HÉTÉROPTÈRE)**

par Denise LHONORÉ¹.*

Les techniques de l'histologie et de la microanalyse ont permis de localiser les accumulations minérales et puriques dans les tissus de *N. glauca*, et d'en préciser la composition élémentaire. Chez les larves, à partir du troisième stade, de l'urate de potassium est décelable dans l'épiderme des tergites abdominaux et dans l'œil ; de l'acide urique cristallisé y est mêlé dans l'épiderme tergal uniquement.

Les autres concrétions, localisées dans le tissu adipeux, dans le mésentéron, dans les tubes de Malpighi et dans l'épiderme pigmenté des larves et des adultes, sont dues à un dépôt de cations (Ca, K, Mg, Mn et Fe) dont une grande partie se présente sous forme de phosphates. Ces résultats sont comparés avec ceux obtenus sur d'autres ordres d'Insectes aquatiques (Odonates, Trichoptères et Coléoptères).

**Histophysiological data on mineral and purinic waste accumulations
of *Notonecta glauca* L. (Insecta, Heteroptera).**

The simultaneous use of cytochemical techniques and X-ray spectrography allows the localization and identification of mineral and purinic waste accumulations in the organs of *Notonecta glauca*. During the larval instars, the dorsal hypodermis contains potassium and calcium urates and crystals of uric acid ; in the eyes there is potassium urate as well as pigments. In the other organs, the adipose tissue, mid-gut, malpighian tubules and pigmented hypodermis, various cations (Ca, K, Mg, Mn and Fe) are detected, most of them are linked to phosphate concretions. The tissues of imagines contain only mineral accumulations. Our results are compared with data obtained on other aquatic insects (Odonata, Trichoptera, Coleoptera).

1. — INTRODUCTION

La présence de sphérules d'urate a été signalée par Poisson (1924, 1925), dans l'épiderme des tergites abdominaux, le tissu adipeux et les tubes de Malpighi de *Notonecta glauca*. Faute de méthode adaptée à l'identification simultanée et élective de nombreux cations, la composition chimique de ces concrétions n'est pas connue avec certitude ; la présence d'urates de sodium et

1. Laboratoire d'Histophysiologie des Insectes, E.R.A., n° 570 du C.N.R.S., Université Pierre-et-Marie-Curie, 12, rue Cuvier, 75005 Paris, France.

* Avec la collaboration technique de M^{me} H. Moysan.

d'ammonium (Poisson, 1925) reste à démontrer. Quant à leur signification physiologique, elle n'a été que partiellement envisagée à ce jour : les sels de l'acide urique seraient responsables de la coloration blanche du tégument. Des travaux récents (Martoja, 1971 ; D. Lhonoré, 1973 ; Bayon et Martoja, 1974) ont montré que les cellules pigmentées des yeux composés des larves d'Odonates contiennent des urates ; cependant, les concrétions puriques sont absentes des autres tissus d'insectes aquatiques holométaboles (*Phryganea varia* et *Agabus*) alors que des accumulations minérales abondantes y sont décelables. Il s'avérerait donc intéressant de préciser la composition des sphérules de *N. glauca* et de rechercher d'éventuelles accumulations minérales, grâce à l'application conjointe des techniques de l'histologie et de la microanalyse.

2. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des larves et des adultes de *N. glauca*, récoltés dans des mares de Corrèze et de la région parisienne, ont été inclus *in toto* dans la paraffine et débités en coupes de 7 microns d'épaisseur après fixation au liquide de Carnoy ou après lyophilisation par cryo-dessiccation.

Les colorations topographiques et les réactions histochimiques des glucides et des protéines ont été effectuées selon les indications du manuel de R. et M. Martoja (1967). Des coupes voisines ont été soumises aux réactions de détection des éléments minéraux et des déchets puriques, et à l'analyse par spectrographie des rayons X (microsonde Cameca MS 46) ; chacune de ces réactions et analyses a été contrôlée par des tests de solubilisation différentielle selon le procédé décrit par Ballan-Dufrançais et Martoja (1971). Les techniques utilisées ici n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de carbonates dans les divers organes étudiés.

Des fragments d'épiderme dorsal, prélevés *in vivo*, ont été dilacérés et desséchés en étuve ; certaines pièces ont été, ensuite, broyées et exposées aux rayons X selon la méthode utilisée par Ballan-Dufrançais et Fichelson (1974), tandis que d'autres étaient destinées à l'observation au microscope électronique à balayage.

1. Nous remercions M. Serge Fichelson (Laboratoire de Physique des Systèmes et des Structures Biologiques de l'Université de Paris VII) qui a effectué les analyses par radiocristallographie et nous a éclairé de ses conseils pour l'interprétation des diagrammes. Nos remerciements s'adressent également à M^{me} Guillaumain (Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés de l'Université de Paris VI) pour la microscopie électronique à balayage.

3. — RÉSULTATS

L'anatomie et l'histologie des yeux, de l'épiderme, du tissu adipeux, du mésentéron et des tubes de Malpighi ont été décrites par Poisson (1924). Ces mêmes organes ont été soumis à la micro-analyse et les résultats sont résumés dans le tableau 1.

TABLEAU I. — Teneurs ponctuelles en éléments minéraux et en déchets puriques des concrétions de divers organes de *Notonecta glauca* au cours du développement post-embryonnaire. Les valeurs sont exprimées en nombre de chocs par seconde par élément et par organe ; elles ne sont comparables que pour un même élément. Échantillons de référence (métaux ou sels) analysés dans les mêmes conditions techniques : Ca (os compact), 4 000 c/s ; Fe, 7 000 c/s ; Mg, 5 000 c/s ; Mn, 5 000 c/s. Ces valeurs sont données à titre purement indicatif ; les comparaisons entre les concentrations, en un même élément, d'un échantillon de référence et d'un même volume de tissu, devraient faire intervenir un facteur de correction tenant compte des phénomènes physiques liés à la pénétration des électrons dans l'échantillon, à l'émission des rayons X par la matière et aux interactions entre le rayonnement et la matière. Pour les déchets puriques (D.P.) : —, absents ; +, présents ; ++, abondants.

Organes	D.P.	Ca	K	Mg	Mn	Fe	P
<i>Jeunes larves</i>							
Cellules à pigments de l'œil	+	80	12	0	0	0	0
Épiderme pigmenté	—	30	0	0	0	0	0
Épiderme tergal abdominal	+	50	10	0	0	0	0
Adipocytes	—	75	0	0	0	0	50
Mésentéron	—	45	0	0	0	0	30
Tubes de Malpighi	—	60	0	0	0	0	80
<i>Larves au 4^e stade</i>							
Cellules à pigments de l'œil	+	250	40	0	0	0	0
Épiderme pigmenté	—	270	0	0	0	0	0
Épiderme tergal abdominal	+	1 800	25	0	0	0	0
Adipocytes	—	950	0	0	0	0	500
Mésentéron	—	130	0	70	0	70	80
Tubes de Malpighi	—	1 500	0	80	0	80	1 000
<i>Larves au 5^e stade</i>							
Cellules à pigments de l'œil	+	400	25	120	0	0	0
Épiderme pigmenté	—	150	0	0	0	0	0
Épiderme tergal abdominal	++	1 200	70	15	0	0	0
Adipocytes	—	300	20	20	0	80	600
Mésentéron	—	250	10	50	40	180	150
Tubes de Malpighi	—	950	12	100	15	40	1 000
<i>Adultes</i>							
Cellules à pigments de l'œil	—	100	40	0	0	0	50
Épiderme pigmenté	—	250	40	0	0	0	400
Adipocytes	—	180	0	0	0	0	150
Mésentéron	—	200	15	30	75	150	350
Tubes de Malpighi	—	700	12	80	25	0	800

L'œil de *N. glauca* contient, dans ses cellules à pigments, du calcium, du potassium et du magnésium dont les teneurs s'accroissent au cours de la vie larvaire (*fig. 1*). Ces éléments sont exempts de phosphore minéral ; ils se solubilisent sous l'effet d'un agent déminéralisant à l'exception du potassium. La solubilisation de ce dernier n'est obtenue qu'après un traitement à l'hydrate de pipérazine ; chez la larve, il semble donc que le potassium soit immobilisé avec des déchets puriques sous forme d'urate. A l'état imaginal, du phosphore minéral devient décelable, le calcium et le potassium persistent tandis que le magnésium semble disparaître. Les composés puriques ne peuvent plus être mis en évidence par cytochimie ; il est alors possible que le potassium participe avec le calcium et le phosphore à la minéralisation des pigments.

L'épiderme pigmenté des segments thoraciques et des sternites abdominaux des larves s'enrichit en calcium au cours des intermues sans que l'on puisse y déceler la présence de phosphore. *L'épiderme des tergites abdominaux*, normalement plat (5 à 7 microns), se dilate dès le quatrième stade pour atteindre 30 à 50 microns d'épaisseur au cinquième stade lorsque ces cellules, dépourvues de pigments, se chargent de sphérules biréfringentes (*fig. 2 et 3*). Ces concrétions ont 3 à 10 microns de diamètre et contiennent du calcium, du potassium et un peu de magnésium. Le potassium et une grande partie du calcium sont extraits par l'hydrate de pipérazine. Un peu de calcium et le magnésium disparaissent après déminéralisation. Il est probable que le potassium et qu'une part importante du calcium existent sous forme d'urate, tandis que d'autres sels de calcium et de magnésium coexistent en faible quantité. D'après les données de la radiocristallographie, cet épiderme contient, en outre, un composé cristallisé dont trois raies du diagramme de diffraction peuvent avoir pour origine l'acide urique, un dérivé de la guanine ou un oxalate acide de potassium. L'application des tests de solubilisation différentielle (Lison, 1960) permet d'écarter les deux dernières hypothèses. Le petit nombre de raies communes avec l'échantillon témoin montre que le composé cristallisé n'est pas parfaitement pur. Au stade imaginal, toutes les cellules épidermiques sont pigmentées, elles ne contiennent pas de déchets puriques, mais seulement des phosphates de calcium et de potassium.

Le tissu adipeux est constitué d'une catégorie cellulaire unique. Les adipocytes larvaires, très riches en inclusions protéiques, contiennent assez peu de glycogène (*fig. 4*). Dans la région antérieure de l'abdomen, les lobes profonds renferment des concrétions de phosphates de calcium dès les jeunes stades. A la fin de la

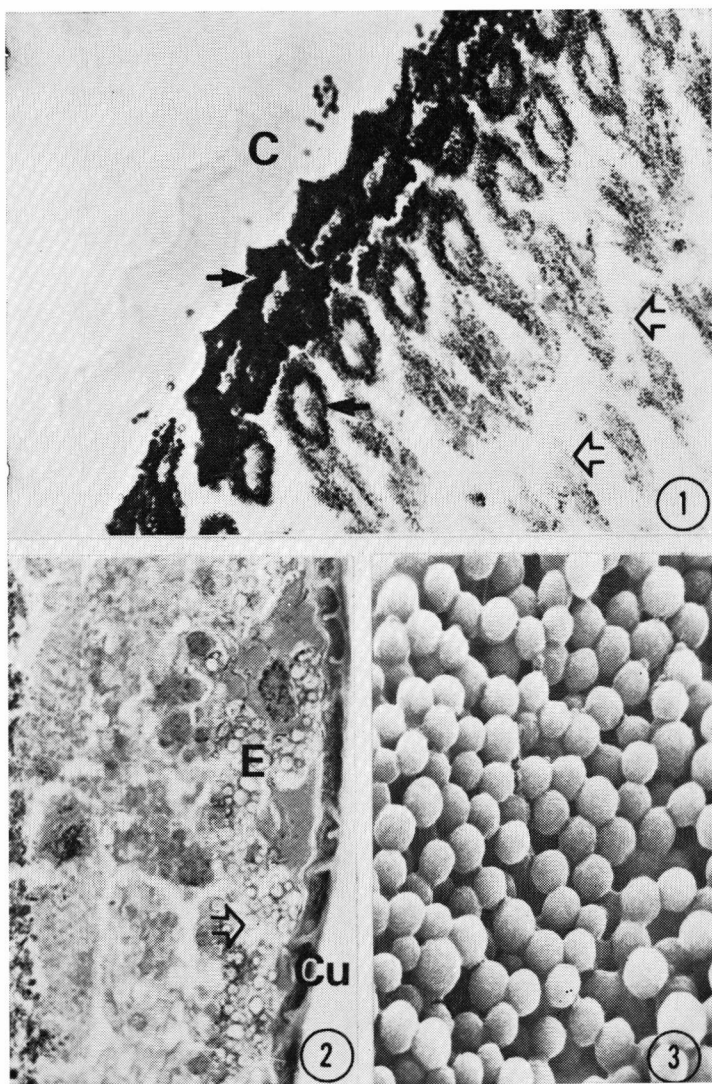


FIG. 1. — Coupe de l'œil d'une larve de cinquième stade. Sous la cornée (C), noter la présence de pigments et de concrétions minérales dans les cellules cornéagènes et les cellules de l'iris (flèche noire), tandis que les cellules à pigments de la rétine contiennent des concrétions purpures réfringentes (flèche blanche). Méthode de Von Kossa ($\times 1\,200$).

FIG. 2. — Tégument dans la région dorsale de l'abdomen d'une larve de cinquième stade. Sous la cuticule (Cu), remarquer l'épiderme dilaté (E) par les concrétions purpures réfringentes (flèche). Hémalum - Picro-indigo-carmin ($\times 1\,600$).

FIG. 3. — Concrétions purpures isolées après dilacération d'un épiderme frais d'une larve de cinquième stade. Microscopie électronique à balayage ($\times 8\,000$).

vie larvaire, la teneur en calcium diminue tandis que s'y adjoignent de nouveaux cations : potassium, magnésium et fer ferrique. Aucun déchet purique n'est décelable dans ce tissu. Des concrétions de phosphates de calcium, à l'exclusion de tout autre cation, sont contenues dans les adipocytes imaginaires, par ailleurs très riches en inclusions lipidiques.

Au niveau du *mésentéron*, ce sont les cellules cylindriques situées à l'apex des grandes villosités (*fig. 5*) et surtout les cellules plus basses du segment postérieur (*fig. 6*) qui contiennent des concrétions formées de phosphates de calcium, de magnésium et de fer ferrique dès les jeunes stades larvaires. Du potassium et du manganèse s'y ajoutent à la fin de la vie larvaire et chez l'imago, sans que l'on puisse révéler la présence de déchets puriques.

Les cellules de l'*épithélium malpighien* réagissent positivement aux réactions de caractérisation d'anions inorganiques à partir du troisième stade larvaire (*fig. 7*) ; le calcium, puis le magnésium et le fer ferrique y sont présents sous forme de phosphates. Peu de temps avant la cinquième mue, la teneur en ces sels augmente et il y a incorporation de nouveaux cations comme le potassium et le manganèse. Tous ces éléments précipitent sur un stroma de mucosubstances acides décelables dès la troisième intermue et en l'absence de composés puriques. Dans les tubes de Malpighi des adultes, ces accumulations minérales persistent et leur composition est également complexe. Quel que soit le stade, la lumière des tubes est toujours dépourvue de concrétions.

4. — DISCUSSION

Si la présence de sphérules dans les tissus de *N. glauca* est connue depuis les travaux de Poisson (1924, 1925), il semble que leur nature et leur composition soient plus variées et plus complexe que ne le laissait supposer cet auteur. Outre l'épiderme tergal de l'abdomen, le tissu adipeux et les tubes de Malpighi alors reconnus comme sites d'accumulation, il convient d'ajouter l'œil, l'épiderme pigmenté et l'épithélium du mésentéron.

La nature chimique de ces accumulations peut être rapportée à des urates de potassium et de calcium, mais aussi à de l'acide urique cristallisé et à des sels minéraux inorganiques. Les urates sont localisés uniquement dans l'œil, où ils sont distincts des granules de pigments, et dans l'épiderme des tergites abdominaux où ils sont, au contraire, situés dans des concrétions contenant en outre l'acide urique cristallisé et des sels minéraux. A la suite des travaux de Poisson (1924, 1925), Poisson et Razet (1953) ont

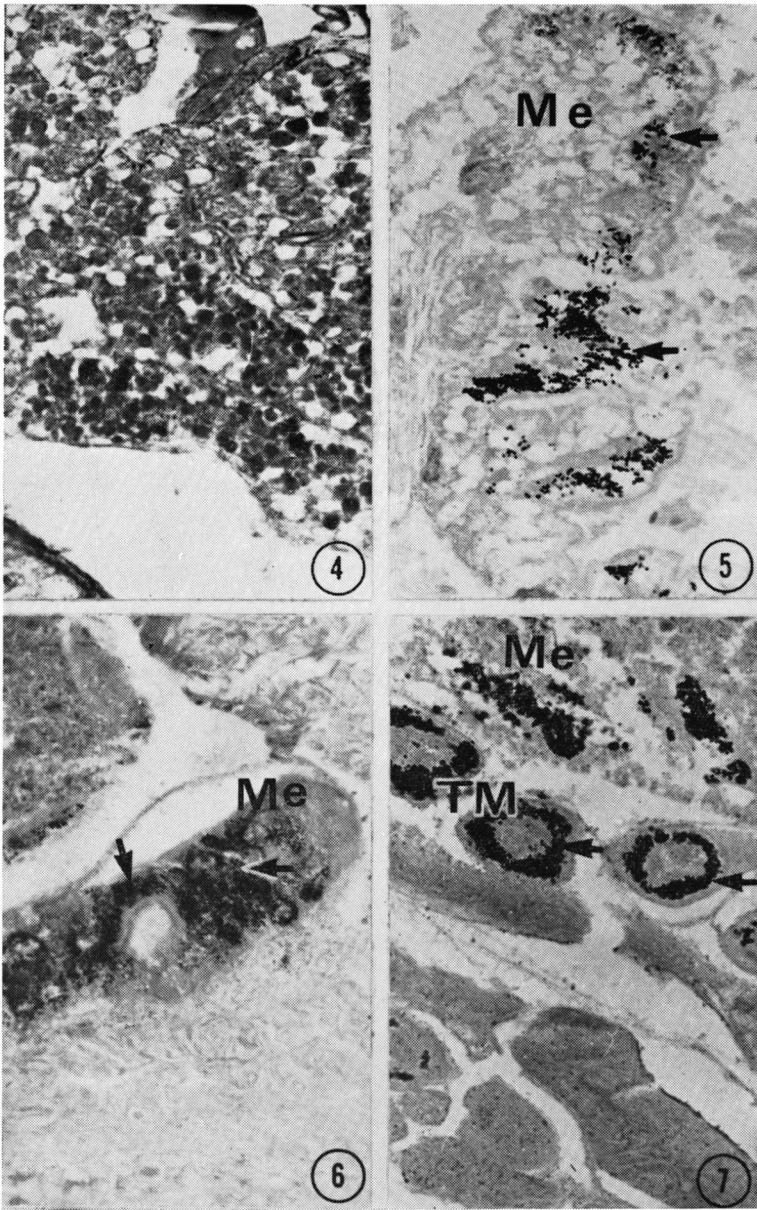


FIG. 4. — Lobes du tissu adipeux abdominal d'une larve de cinquième stade. Remarquer la présence de nombreuses inclusions protéiques et la faible quantité de vacuoles de dissolution des lipides. Tétrazoréaction de Danielli ($\times 625$).

FIG. 5. — Détail d'une grande villosité de la région antérieure du mésentéron (Me) montrant l'accumulation de nombreuses concrétions minérales (flèche). Larve de cinquième stade. Méthode de Von Kossa ($\times 625$).

FIG. 6. — Cellules de la région postérieure du mésentéron (Me) dont les concrétions sont très riches en fer ferrique (flèche). Larve de cinquième stade. Méthode au Bleu de Prusse (Perls) ($\times 750$).

FIG. 7. — Sections transversales de tubes de Malpighi (TM) montrant le dépôt des concrétions minérales dans les cellules (flèche). Larve de cinquième stade. Méthode de Von Kossa ($\times 550$).

démonstré la présence d'acide urique dans les tissus de *N. glauca* par les techniques de la chromatographie ; ils ont également recherché l'uricase, et la faible quantité alors retrouvée permettait à ces auteurs de douter de la destruction totale de l'acide urique chez cet insecte. Les concrétions des tissus des insectes étudiés par Ballan-Dufrançais et Fichelson (1974) contiennent des déchets puriques (urates) amorphes. Il est donc remarquable de constater que, dans l'épiderme de *N. glauca*, des urates de potassium et de calcium amorphes se trouvent mêlés à de l'acide urique à l'état cristallin. Comme le suggéraient Poisson et Razet (1953), l'uricolyse n'est pas totale chez *N. glauca*. Ces concrétions mixtes de l'épiderme dorsal contiennent également une très faible quantité de sels minéraux inorganiques, ce caractère les oppose aux cristaux mixtes de certains insectes terrestres (*Blatella*, Ballan-Dufrançais, 1970 ; *Gryllus*, Ballan-Dufrançais et Martoja, 1971 ; *Pieris*, J. Lhonoré, 1976) où la proportion de sels inorganiques est beaucoup plus importante. Les concrétions révélées dans les autres organes sont dépourvues de déchets puriques et sont dues exclusivement à la précipitation de sels minéraux principalement sous forme de phosphates. Les techniques utilisées ne permettant pas une détection des carbonates, la contribution de ces sels à l'élaboration des concrétions n'est pas à exclure.

Les cations qui participent à l'élaboration de ces dépôts sont : le calcium, le magnésium, le manganèse, le fer et le potassium ; contrairement à l'interprétation de Poisson, le sodium manque. Le calcium est l'élément le plus répandu dans les tissus de *N. glauca*, lorsque sa teneur augmente au cours de la vie larvaire, le magnésium, le manganèse et le fer l'accompagnent. Ce dernier cation a toujours été révélé sous forme ferrique dans les tissus des insectes aquatiques, étudiés par ces méthodes. Le potassium, généralement associé aux déchets puriques chez les insectes terrestres (*Blatella*, Ballan-Dufrançais, 1970 ; Orthoptères, Ballan-Dufrançais et Martoja, 1971 ; *Calliphora*, Martoja et Seureau, 1972 ; *Gryllotalpa*, J. Lhonoré, 1973 ; Coléoptères, Bayon et Martoja, 1973, 1974, 1975 ; Dictyoptères, Ballan-Dufrançais, 1974 ; *Pieris*, J. Lhonoré, 1976), est présent sous des formes extrêmement variables chez les insectes aquatiques. Non stocké dans les tissus de *P. varia* tout au long du cycle (D. Lhonoré, 1973), ce cation est largement répandu dans les tissus d'*Agabus* (Bayon et Martoja, 1974) mais en faible quantité et en l'absence de déchets puriques. En ce qui concerne *N. glauca*, le potassium est présent sous forme d'urate dans les yeux et l'épiderme tergal des larves, mais il participe aussi à l'élaboration des concrétions minérales du tissu adipeux, du mésentéron et des tubes de Malpighi des larves âgées et des adultes. Une distribution analogue de cation a été signalée

dans la larve de *Gomphus* (Martoja, 1971) sous forme d'urate dans l'œil, de phosphates dans le tissu adipeux et associé aux pigments de la corbeille branchiale. Ainsi selon les groupes d'insectes aquatiques étudiés, le dépôt de potassium semble donc être en rapport avec les modalités de l'excrétion azotée : élimination sous forme diffusible (*P. varia*) ou bien précipitation dans des concrétions minérales (*Agabus*). Chez les hétérométaboles *Gomphus* et *N. glauca*, les deux modalités sont représentées. Dans le cas de *N. glauca*, il apparaît même que les anions inorganiques supplantent les déchets puriques dans le piégeage de ce cation dès la fin de la vie larvaire et chez l'imago (*fig. 8*).

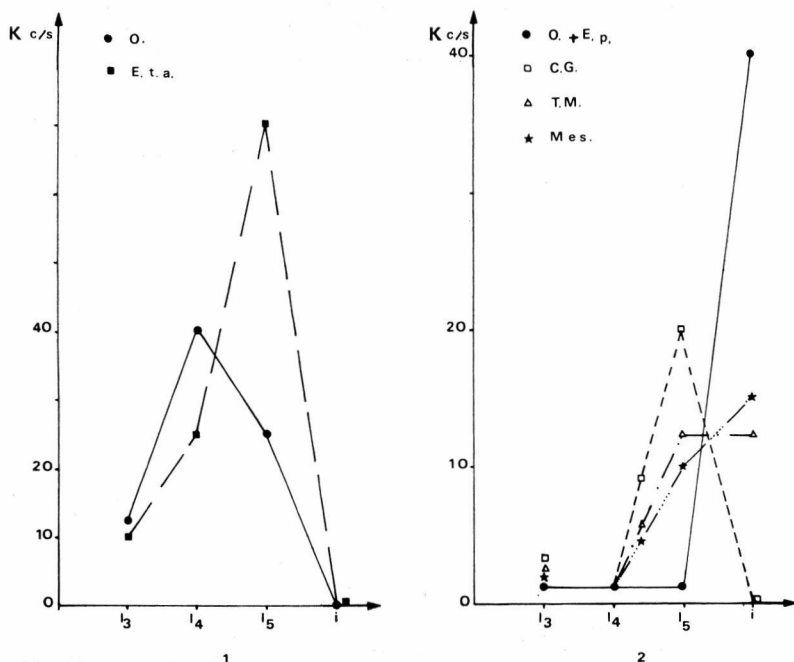


FIG. 8. — Évolution de la teneur ponctuelle en potassium dans les concrétions des divers organes au cours du développement post-embryonnaire.

1. dans les organes contenant des déchets puriques.

2. dans les organes contenant des concrétions minérales.

En ordonnées : nombre de chocs/seconde ; en abscisses : les divers stades. 1₃, 1₄, 1₅ : 3^e, 4^e, 5^e stades larvaires ; i : stade imaginal.

O : œil ; E. t. a : épiderme tergal de l'abdomen ; E. p. : épiderme pigmenté ; C. G. : corps gras ou tissu adipeux ; Mes. : mésentéron ; T. M. : tubes de Malpighi.

Les données de la biochimie (Poisson et Razet, 1953 ; Razet, 1961) avaient montré la présence d'acide urique et d'allantoïne dans les tissus de *N. glauca*, mais en teneurs moins importantes que chez les insectes terrestres. Si l'excrétion azotée s'effectue

surtout sous forme soluble chez les deux holométaboles *P. varia* et *Agabus*, il apparaît que dans le cas de *N. glauca*, cette excrétion sous forme soluble s'accompagne néanmoins d'une précipitation purique chez les larves.

L'absence de remaniements aussi importants que ceux subis par les tissus des insectes holométaboles au cours de la métamorphose, est soulignée ici par une augmentation régulière des teneurs en éléments minéraux et par un enrichissement qualitatif des concrétions tout au long de la vie de l'insecte. Par rapport à *P. varia* (D. Lhonoré, 1973), les concrétions apparaissent plus tôt dans les organes et il n'y a pas d'opposition aussi nette entre les accumulations des organes larvaires et celles des imagos. Lorsque les teneurs en certains éléments diminuent chez l'imago, il n'y a pas disparition complète des concrétions comme dans le tissu adipeux ou le mésentéron des Trichoptères. Toutefois, la progression des teneurs en éléments minéraux, dans les tubes de Malpighi et dans le mésentéron est plus lente chez les insectes aquatiques que chez les insectes terrestres.

Chez les insectes aquatiques, parmi les facteurs exogènes susceptibles d'influencer les bioaccumulations, l'alimentation ne semble pas exercer une influence directe sur la variété et la teneur des cations accumulés (Ca, K, Mg, Mn et Fe). On peut noter cependant que les espèces, dont les différentes écophases ont un régime alimentaire identique, présentent des accumulations variées, en particulier dans le mésentéron, tout au long du développement et de la vie imaginale. Ceci s'applique aux larves et aux adultes de *N. glauca* et d'*Agabus*, vivant dans un même milieu et ayant un régime carné. Le cas est fort différent pour *Phryganea varia*, dont le mésentéron est riche en concrétions minérales pendant la prénymphose en milieu aquatique, tandis qu'il en est dépourvu chez les nymphes et les imagos ; de plus dans ce cas précis, vient s'exercer l'influence du passage de l'insecte du milieu aquatique au milieu aérien. Malgré la disponibilité en eau, *N. glauca* accumule des sels minéraux et des déchets puriques, ces derniers pendant la vie larvaire uniquement ; l'influence du milieu paraît moins nette que chez *P. varia* et chez *Agabus*. Ces trois insectes stagnicoles représentent donc trois exemples différents d'excrétion en milieu aquatique, que ce soit par une accumulation définitive dans les tissus, ou par un stockage provisoire avant un rejet ou une redistribution des cations. Les particularités qui les distinguent, reposent sur l'absence totale ou partielle de déchets puriques selon les stades, sur les rapports entre la présence de potassium et celle des déchets puriques, et sur la redistribution des accumulations minérales dans les différents organes en relation avec l'importance des remaniements qui précèdent le passage à la

vie imaginale. Ainsi, d'après les résultats obtenus jusqu'ici, la disponibilité en eau semble donc exercer une influence variable sur le métabolisme hydrominéral et purique, selon les écophases et les groupes d'insectes aquatiques.

TRAVAUX CITÉS

- BALLAN-DUFRANÇAIS (C.). 1970. — Données cytophysiologiques sur un organe excréteur particulier d'un insecte, *Blatella germanica* L. (Dictyoptère). *Z. Zellforsch.*, 109 : 336-355.
- BALLAN-DUFRANÇAIS (C.). 1974. — Accumulations minérales et puriques chez trois espèces d'insectes Dictyoptères. *La Cellule*, 70 : 317-330.
- BALLAN-DUFRANÇAIS (C.) et MARTOJA (R.). 1971. — Analyse chimique d'inclusions minérales par spectrographie des rayons X et par cytochimie. *J. Micros.*, 11 : 219-248.
- BALLAN-DUFRANÇAIS (C.) et FICHELSON (S.). 1974. — Données préliminaires sur l'état physique des constituants de sphérocristaux situés dans les organes participant au catabolisme purique des Insectes. *C. R. Acad. Sc.*, 278 : 911-914.
- BAYON (C.) et MARTOJA (R.). 1973. — Données histophysiologiques sur les accumulations de métaux et de déchets puriques des Coléoptères. I. Phytophage terrestre : *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Arch. Zool. exp. gen.*, 114 : 173-185.
- BAYON (C.) et MARTOJA (R.). 1974. — Données histophysiologiques sur les accumulations de métaux et de déchets puriques des Coléoptères. II. Espèces à régime carné : *Ablattaria laevigata*, *Silpha obscura*, *Agabus bipustulatus*, *Adalia bipunctata*. *Arch. Zool. exp. gen.*, 115 : 621-639.
- BAYON (C.) et MARTOJA (R.). 1975. — Données histophysiologiques sur les accumulations de métaux et de déchets puriques des Coléoptères. III. Espèces xylophages : *Oryctes nasicornis*, *Cetonia aurata*, *Pissodes notatus*. *Arch. Zool. exp. gen.*, 116 : 469-480.
- LHONORÉ (J.). 1973. — Application conjointe des méthodes morphologiques, cytochimiques et d'analyse par spectrographie des rayons X, à l'étude de l'appareil excréteur de *Gryllotalpa gryllotalpa* Latr. (Orthoptère, Gryllotalpidae). *Arch. Zool. exp. gen.*, 114 : 439-474.
- LHONORÉ (J.). 1976. — Données morphologiques et histochimiques sur les tubes de Malpighi des imagos de *Pieris brassicae* L. (Lépidoptère). *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 18 : 275-293.
- LHONORÉ (D.). 1973. — Données histophysiologiques sur le développement post-embryonnaire d'un insecte Trichoptère (*Phryganea varia* Fab.). *Annls limnol.*, 9 : 157-176.
- LISON (L.). 1960. — *Histochimie et cytochimie animales*. Gauthier-Villars, Paris.
- MARTOJA (R.). 1971. — Données préliminaires sur les accumulations de sels minéraux et de déchets du catabolisme dans quelques organes d'Arthropodes. *C. R. Acad. Sc.*, 273 : 368-371.
- MARTOJA (R.) et MARTOJA (M.). 1967. — *Initiation aux techniques de l'histologie animale*. Masson, Paris.

- MARTOJA (R.) et SEUREAU (C.). 1972. — Répartition des accumulations de métaux et de déchets uriques chez *Calliphora erythrocephala* (Diptère, Brachycère). *C. R. Acad. Sc.*, 274 : 1534-1537.
- POISSON (R.). 1924. — Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques. *Bull. Biol. France Belgique*, 58 : 49-305.
- POISSON (R.). 1925. — Sur un processus particulier d'élimination des produits uriques chez certains Hémiptères. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 50 : 116-124.
- POISSON (R.) et RAZET (P.). 1953. — Recherches sur la dégradation de l'acide urique chez les Hémiptères aquatiques. *C. R. Acad. Sc.*, 237 : 1362-1363.
- RAZET (P.). 1961. — Recherches sur l'uricolyse chez les insectes. Thèse, Imprimeries Bretonnes, Rennes.