

Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft =
Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss
Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 44 (1971)

Heft: 3-4

Artikel: Études sur l'hémolymphe de l'abeille (*Apis mellifica* L.)

Autor: Vecchi, M.A. / Wille, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-401652>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Etudes sur l'hémolymphe de l'abeille (*Apis mellifica* L.)

Deuxième partie :
les éléments cellulaires observés dans les coupes histologiques

par

M. A. VECCHI et H. WILLE

1. INTRODUCTION

Dans une note précédente (WILLE et VECCHI, 1966) relative à l'examen des éléments cellulaires de l'hémolymphe des abeilles adultes d'été, selon la méthode des frottis, nous avons signalé que nous nous étions trouvés en présence de problèmes et d'observations qui imposaient l'application d'autres techniques pour pouvoir être discutés plus à fond.

Pour les recherches dont nous parlerons ici, nous avons, avant tout, eu recours à l'étude de l'hémolymphe in situ à l'aide de coupes histologiques, en nous réservant la possibilité d'approfondir ultérieurement la matière en appliquant d'autres méthodes.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans des colonies satisfaisantes d'*Apis ligustica*, jugées sur la base de leur développement durant les saisons précédentes, de l'aspect et de la disposition du couvain ainsi que de l'abondance des provisions naturelles en pollen et en miel, on a prélevé en automne et au printemps 1965/66, 66/67, 67/68, des portions de rayons contenant du couvain en train d'éclore.

Les jeunes abeilles, amenées à éclosion dans une étuve, ont été utilisées tout de suite ou marquées sur le thorax au moyen de couleurs différentes selon le jour de leur éclosion, puis transférées dans de petites ruches expérimentales du type Liebfeld et nourries avec du pollen, du miel et de l'eau.

Les prélèvements pour les inclusions ont été effectués au moment de l'éclosion, du 1^{er} au 7-8^e jour et, quelques fois, du 14^e au 17^e jour de vie de l'abeille adulte.

Nous avons été contraints à chercher à améliorer les méthodes de préparation durant ces années de recherches afin d'obtenir de meilleurs résultats dans la conservation des hémocytes et du plasma. A côté des techniques les plus usuelles nous avons appliqué différents procédés avant la pré-fixation ou au cours de la pré-fixation même : congélation plus ou moins prolongée, traitement « sous vide », séjour dans des vapeurs de formol *. Pour la fixation « in toto » des abeilles nous avons utilisé : l'alcool et les mélanges de Bouin, Carnoy, Duboscq-Brazil, Susa et van Leeuwen ; nous avons eu recours ensuite à l'inclusion mixte dans la celloïdine et la paraffine en utilisant la méthode d'Apathy (ROMEIS, 1948) ou des solutions à concentrations graduelles de celloïdine-benzoate de méthyle. Dans l'ensemble, les résultats les meilleurs ont été obtenus par la fixation au Carnoy, au Duboscq-Brazil et au van Leeuwen. La fixation des objets (de 6 à 18 h selon qu'il s'agit de fragments d'abeilles ou d'abeilles entières) était, en général, précédée par une pré-fixation dans l'alcool ou dans le fixateur même à la température ambiante ou à chaud (45°C) et par l'exécution d'incisions superficielles dans le tégument des trois parties du corps. Après les phases usuelles de déshydratation dans les alcools, les solutions et les temps utilisés pour l'inclusion mixte étaient les suivants :

2.1 Inclusion mixte à la celloïdine-alcool-éther et à la paraffine

Les objets, déshydratés par l'alcool absolu et imprégnés pendant 6-10 h, par le mélange alcool absolu-éther, (1 : 1) étaient plongés dans une solution de celloïdine à 2 % dans le mélange alcool-éther (1 : 1) où ils restaient pendant 14 jours au moins. On les transférait ensuite dans une solution de celloïdine à 4 % pour 8-10 jours, puis de celloïdine à 8 % pour plusieurs mois. Après ce laps de temps, on plaçait les objets dans une nouvelle solution de celloïdine à 8 % que l'on concentrait jusqu'à la moitié de son volume. Ce processus d'épaississement, conduit selon les prescriptions de la méthode classique (ROMEIS, 1948, § 450) se déroulait très lentement, durant 12 jours au minimum. Lorsque la celloïdine très épaisse formait une couche de 2-3 mm au-dessus des objets, on déposait le récipient d'inclusion dans une cuvette fermée dont le fond était recouvert de quelques mm de chloroforme. Après 3-4 h les blocs ainsi obtenus étaient plongés pour 12-24 h dans du chloroforme renouvelé.

Pour les phases suivantes de l'inclusion on suivait fidèlement les prescriptions d'Apathy (ROMEIS, 1948, § 460). Après le passage au benzol on transférait les pièces une seule fois dans un bain de benzol-

* Par ces traitements, en particulier ceux dans lesquels on a recours à la congélation, on pouvait souvent reconnaître des régions assez importantes du plasma dans l'hémocèle, mais la structure des hémocytes n'apparaissait pas clairement.

paraffine (1 : 1) à 40°C pendant 6-12 h avant de les soumettre aux différents bains de paraffine pure.

2.2 Inclusion mixte à la celloïdine-benzoate de méthyle et à la paraffine

Cette méthode a donné des résultats analogues et a provoqué quelquefois une contraction plus faible des organes. Les objets déshydratés par l'alcool absolu étaient plongés dans des solutions à concentration croissante (1 %, 4 %, 10 %) de celloïdine dissoute dans du benzoate de méthyle. Dans la première solution le séjour était en général de 8-10 jours au minimum. On plaçait ensuite les objets dans les deux bains suivants pendant plusieurs semaines. Après ces bains, les objets qui avaient atteint une fermeté appréciable étaient plongés dans le chloroforme jusqu'au moment où ils tombaient au fond du récipient. On passait ensuite à l'inclusion dans la paraffine, selon les méthodes usuelles.

Les coupes, obtenues par le microtome normal, ont été colorées avec l'hématoxyline-éosine, l'Azan, le Feulgen et le phényl-fluorone (PEARSE, 1960). Souvent, dans le but de conserver et d'affermir la consistance de la celloïdine dans les objets, les coupes étaient plongées avant la coloration pendant quelques minutes dans le chloroforme.

Nous tenons à déclarer tout d'abord que nous n'avons pu obtenir une conservation complète « in situ » de l'hémolymph (éléments cellulaires et plasma) ni par une méthode ni par l'autre. Ceci se rapporte tout spécialement aux abeilles adultes qui avaient dépassé les premiers jours d'existence. Pendant les manipulations histologiques longues et complexes, un fort pourcentage d'hémocytes et de plasma a été éliminé surtout dans les zones les plus profondes du corps et dans celles qui étaient recouvertes d'un tégument épais, zones atteintes lentement par le fixateur et dans lesquelles la fixation et la condensation même de la celloïdine peuvent facilement être insuffisantes.

Souvent on a constaté aussi une coagulation irrégulière du plasma et par conséquent son accumulation dans certaines régions au détriment d'autres. Les manipulations histologiques ont produit sur plusieurs types d'éléments cellulaires de l'hémolymph (excepté les formes apparentées aux leucocytes) une altération morphologique et cytologique variable. Par le rétrécissement du noyau et la disparition plus ou moins marquée des composants du cytoplasme, les hémocytes sont ici plus petits que sur les frottis, et les altérations rendent les aspects cytologiques des éléments cellulaires si schématiques qu'une comparaison complète des formes d'hémocytes observées dans ces deux méthodes devient souvent problématique et même impossible.

Malgré ces déceptions, l'analyse histologique des hémocytes qui ont pu être retrouvés dans bien des parties du corps des insectes fixés relativement jeunes in toto, a permis plusieurs remarques et observations

que nous pensons utile de réunir et sur lesquelles nous voulons faire le point.

3. LES ÉLÉMENTS CELLULAIRES DU SANG RETROUVÉS IN SITU, COMPARÉS A CEUX DES FROTTIS

3.1 Leucocytes

Les leucocytes sont très facilement reconnaissables et se comportent comme ceux des frottis pour ce qui est des changements peu marqués de la structure et de la colorabilité de la cellule (fig. 1). La chromatine représente ici de nouveau l'élément le plus important pour déterminer le type de la cellule. Elle se compose de petits bâtonnets ou de sortes de polyèdres plus ou moins indépendants les uns des autres. Dans les formes les plus fréquentes la structure du cytoplasme dans les coupes est généralement homogène ou faiblement réticulée ; il ne prend que faiblement la couleur. La longueur varie de 2,9 à 5 μ et la largeur de 1,6 à 2,9 μ , le noyau de 2 à 2,6 μ sur 1,4 à 1,6 μ (ces cellules sont donc nettement plus petites dans les coupes que dans les frottis). Comparés aux leucocytes des frottis, ceux des coupes accusent au point de vue de leurs formes certaines particularités. Si dans les frottis les leucocytes de forme ovale ou elliptique prédominent, dans les coupes ceux de forme plutôt arrondie sont les plus fréquents. Dans les frottis les leucocytes typiquement fusiformes sont plutôt rares, par contre dans les coupes ils sont bien plus nombreux. Nous signalerons que ces leucocytes fusiformes se trouvent souvent ammassés dans certains organes ou parties du corps de l'abeille, par ex. dans les environs du scutellum, dans le vaisseau dorsal, etc. Malgré cette prédominance de leucocytes ronds et fusiformes nous trouvons dans les coupes toutes les variantes et les formes de transition décrites dans notre première communication (WILLE et VECCHI, 1966, p. 75). Les leucocytes ou les formations se transformant rapidement en leucocytes représentent les éléments les plus nombreux chez l'abeille adulte, ils s'observent déjà en nombre important chez les abeilles pas encore écloses. Dans les coupes, plus encore que sur les frottis, ces éléments semblent représenter des phases de cycles évolutifs souvent recommencés. A l'examen des coupes d'abeilles fixées « in toto » il semble que la plus ou moins grande netteté du contour des leucocytes ne dépende pas seulement de l'âge de l'insecte. En plus elle est en relation d'une part avec l'âge des leucocytes eux-mêmes (c'est-à-dire avec leur phase fonctionnelle), d'autre part avec les différentes zones de l'hémocœle où ceux-ci sont transportés par l'hémolymphe et appelés à déployer leur activité.

Nous examinerons plus tard la signification des diverses formes de leucocytes figurant dans les amas d'hémocytes des différentes zones du corps. Nous discuterons également les hypothèses concernant les origines possibles et la différenciation de ces cellules.

3.2 Pycnonucléocytes

Comme nous en avons fait la remarque plus haut, les manipulations histologiques ont altéré plusieurs catégories d'hémocytes à tel point que les aspects cytologiques des différents éléments sont devenus trop souvent schématiques. Par conséquent, il était très difficile de distinguer les pycnonucléocytes des œnocytoïdes. Pour déterminer les premiers et pouvoir les comparer aux formes observées dans les frottis, nous avons pris en considération la grandeur de la cellule (variant de 4,4 à 5,6 μ de largeur sur 7,3 μ de longueur), sa forme, la remarquable colorabilité du noyau et du cytoplasme (souvent fortement basophile), la présence dans le cytoplasme de vacuoles bien visibles de différentes grandeurs, avec ou sans contenu apparent, et la présence d'inclusions souvent éosinophiles. De même, nous avons utilisé comme critère les caractères morphologiques du noyau (2,9 \times 1,6 μ environ), qui est en général très irrégulier, parfois plutôt polyédrique, en position excentrique. Le noyau, même dans les coupes, se détache nettement du cytoplasme ; il peut prendre une couleur intense bleu foncé violet et semble dans plusieurs cas être poussé par les vacuoles vers la périphérie de la cellule (fig. 2).

L'examen histologique semble confirmer l'analogie, déjà supposée, existant entre ces formes et les sphérulocytes du III^e et du IV^e stade et les plasmacytes du V^e stade décrits par SHISHKIN (1957-59) les « eruptives cells » (classe IX) de YEAGER (1945) et les formes que GUPTA (1969) définit comme « cystocytes ».

D'après l'examen des coupes on peut admettre que les significations et les valeurs sur lesquelles YEAGER (1945) et LIEBMANN (1946) ont disserté respectivement à propos des « sphéroïdocytes » et des « tréphocytes » s'appliquent à nos pycnonucléocytes. LIEBMANN met la dégénération du noyau en relation avec l'apport de substances essentielles pour la formation de matières protéiniques. YEAGER parle aussi d'un transport nucléo-cytoplasmique. En effet, dans les coupes encore plus que sur les frottis, il semble évident que les pycnonucléocytes sont responsables de fonctions métaboliques intenses et complexes, pourvoyant, par exemple, au transport des substances nutritives qui peuvent être déchargées directement dans le sang ou transportées au lieu de leur utilisation. Ces cellules semblent jouer ce rôle hautement spécialisé déjà très tôt au cours de leur cycle évolutif qu'il s'agisse de pycnonucléocytes isolés, ou de pycnonucléocytes regroupés en agglomérations plus ou moins importantes et, qu'ils en soient les seuls composants ou non. Dans les deux cas, les formations du type pycnonucléocytes présentent souvent différents stades physiologiques : certaines ont encore leur structure complexe intacte, d'autres présentent un noyau plus contracté, anguleux et un cytoplasme sur le point de se désintégrer et duquel se libèrent des inclusions plus ou moins considérables, mais encore bien caractérisées.

Nous ne pouvons pas établir de façon certaine si, après le déchargement des matières dans le sang, le noyau de tous les pycnonucléocytes se décompose aussi ou si leur cytoplasme se reforme. L'observation de différents tableaux sanguins permet, à notre avis, d'admettre que les deux possibilités peuvent se présenter, selon la nature et l'intensité des réactions métaboliques des différents éléments. A côté de pycnonucléocytes en dissolution évidente et irréversible, il y en a d'autres dont la masse nucléaire présente une structure relativement « jeune » et intacte.

3.3 **Enocytoïdes**

Pour les évaluer sur coupe histologique, nous avons utilisé des critères analogues à ceux que nous avons appliqués pour les pycnonucléocytes. Nous avons, en outre, comparé la grandeur du noyau et sa position par rapport au cytoplasme avec celles observées dans les frottis. Dans les coupes, la cellule plus ou moins ronde, (7,3 μ sur 4,4 à 5,8 μ environ) semble être entourée d'une membrane perceptible même si une partie du cytoplasme « s'effrite » parfois vers l'extérieur (fig. 3). Le cytoplasme neutrophile présente une structure uniforme ou finement granulaire dans laquelle on remarque la présence de petites vacuoles de contenu le plus souvent basophile. Le noyau, bien distinct du cytoplasme, parfois au centre, parfois vers le bord de la cellule, mesure 3,4 μ sur 2,3 à 2,9 μ et peut contenir des particules de chromatine encore distinctes bien que plus rares et plus grossières que celles des noyaux de leucocytes. On rencontre chez les abeilles pas encore écloses des cellules analogues à ce type en nombre assez élevé à côté de leucocytes et de formations plus grandes, au cytoplasme bleu et souvent rétifforme. Il est donc possible que ces cellules (comme les leucocytes) se trouvent déjà dans la puppe et se maintiennent chez l'abeille adulte.

3.4 **Noyaux libres d'hémocytes**

Au sujet de ces formations trouvées dans les différentes séries d'abeilles examinées, nous nous en tenons à ce qui a été dit dans la première note (WILLE et VECCHI, 1966), naturellement aussi en ce qui concerne l'impossibilité de les attribuer à une forme cellulaire bien précise. Sur coupe histologique, ces noyaux ont souvent été remarqués, non pas libres dans l'hémolymphe, mais plus ou moins groupés entre eux ou avec d'autres cellules.

3.5 **Concentrations d'hémocytes**

Les coupes histologiques ont démontré une fois de plus que les concentrations d'hémocytes telles que nous les avons décrites dans la première note (WILLE et VECCHI, 1966) ne sont pas nées d'une mauvaise interprétation des objets observés ; au contraire, elles correspondent à un élément réel de l'hémolymphe de ces abeilles et sont le signe probable

d'une évolution importante, durant laquelle des réactions intenses et complexes d'ordre métabolique ont lieu (fig. 2). Nous reviendrons plus tard sur les amas importants d'un type apparenté aux leucocytes. Nous retiendrons seulement ici que dans les coupes ainsi que sur les frottis nous trouvons dans les concentrations grandes ou petites déjà décrites (WILLE et VECCHI, 1966, p. 79) à côté d'hémocytes encore intacts des hémocytes dans toutes les phases de démembrement, de désagrégation et de dégénération, celles-ci pouvant même toucher le noyau. Des colorations au Feulgen ou au phényl-fluorone permettent de distinguer dans la masse amorphe située entre les différentes cellules ou leurs vestiges quelques blocs de chromatine, évidemment rejetés dans l'hémocœle par les cellules en décomposition. L'examen de séries entières de coupes d'abeilles fixées *in toto* a permis de mettre en évidence des concentrations d'hémocytes dans chacune des trois parties du corps, tout en laissant présumer leur nombre particulièrement élevé dans la tête et dans l'abdomen. On relève également dans les coupes d'autres agglomérations beaucoup plus modestes, de formations provenant à la fois d'un ou de plusieurs types d'hémocytes ; le plus souvent il semble qu'on peut les attribuer aux pycnonucléocytes-œnocytoïdes.

3.6 Prochromatinocytes et chromatinocytes

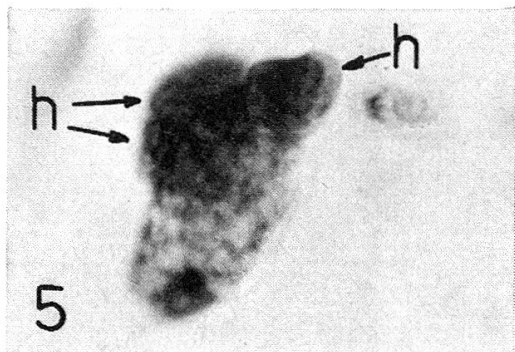
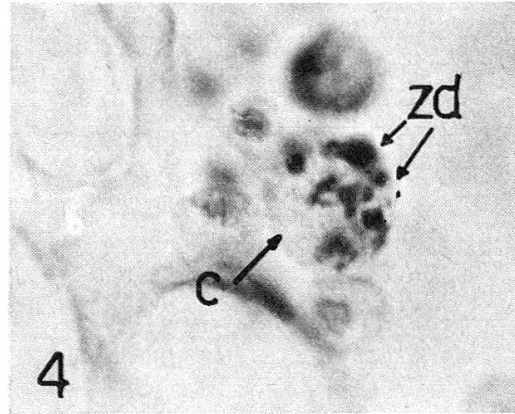
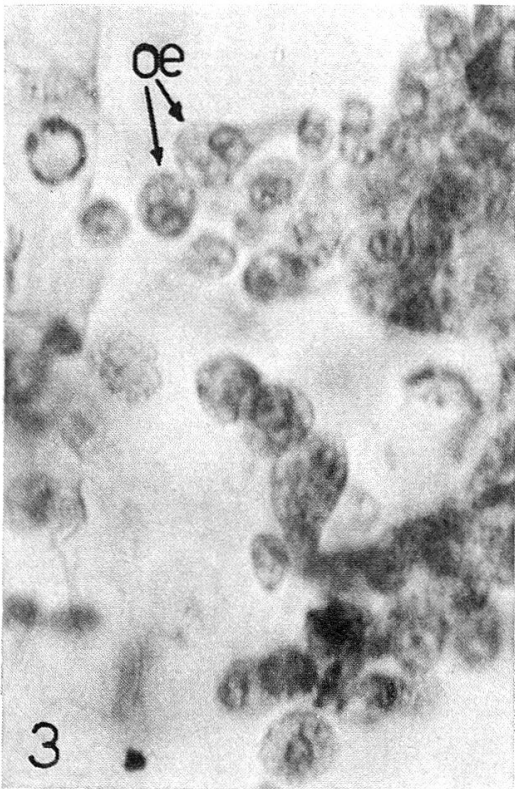
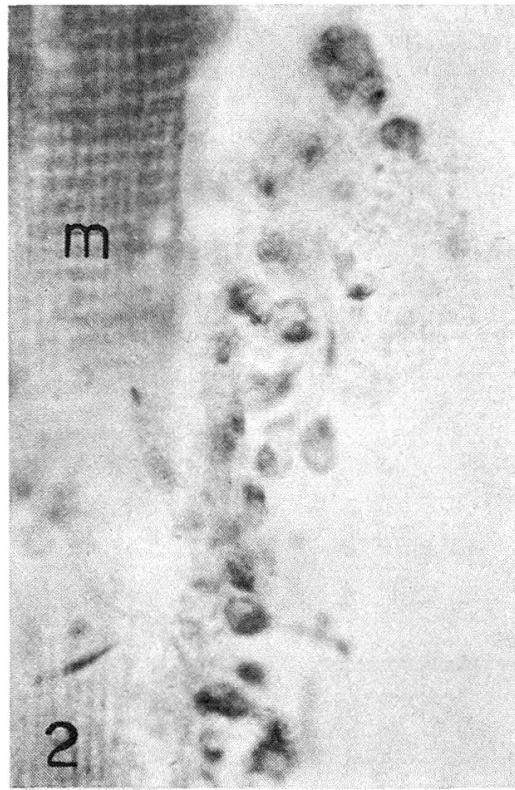
Considérons maintenant les formations observées dans les coupes histologiques et qui, à notre avis, peuvent être considérées comme homologues aux chromatinocytes décrits dans la première note (WILLE et VECCHI, 1966, p. 78). Les inconvénients liés aux manipulations histologiques que nous déplorions au début de cette étude (c'est-à-dire la perte d'une grande quantité d'éléments cellulaires de l'hémolymphe et les modifications subies par ceux qui se sont conservés), ont rendu très difficile la comparaison des formes particulières remarquées dans les coupes avec celles qu'on a relevées et décrites durant l'examen des frottis. Ceci évidemment est dû aussi à la structure bien plus complexe des éléments, observés précédemment (frottis) dans leur intégrité générique. Les limites imposées par la technique histologique n'ont pas encore permis de mettre en évidence les particularités fondamentales de la structure de ces éléments ni même d'en établir les différentes phases évolutives afin de confirmer ou non les hypothèses de notre note précédente. Dans nos coupes nous avons retrouvé avec moins de régularité que sur les frottis les prochromatinocytes et les chromatinocytes. Dans quelques cas les différenciations typiques (WILLE et VECCHI, 1966, p. 92 et 96, fig. 10 et 11) furent confirmées (fig. 4, 5 et 6).

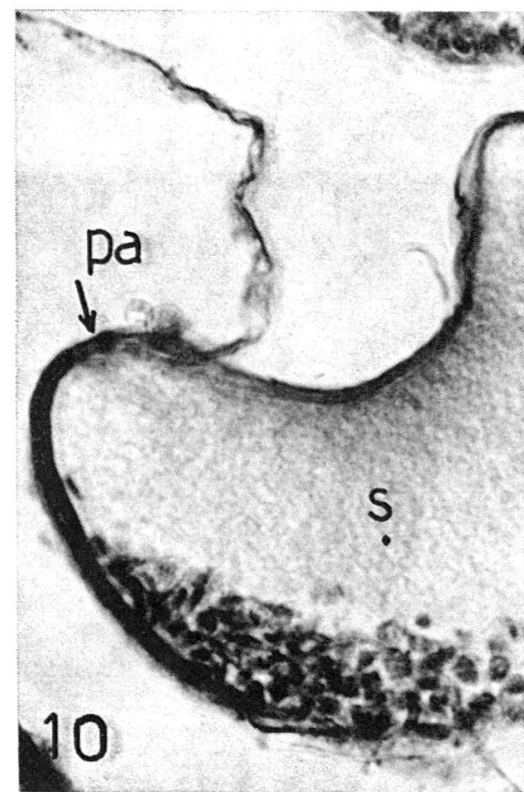
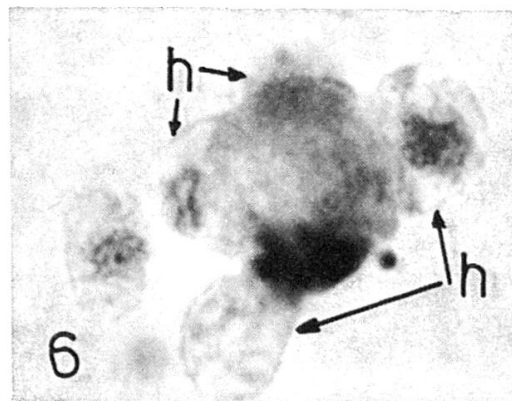
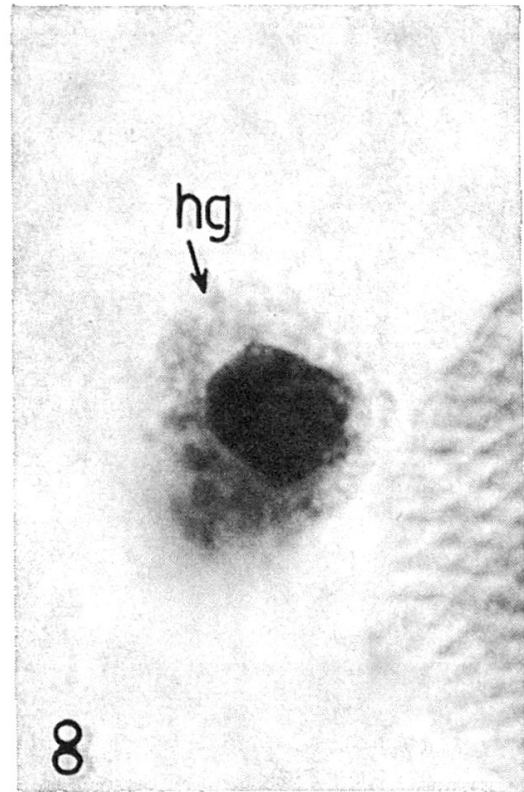
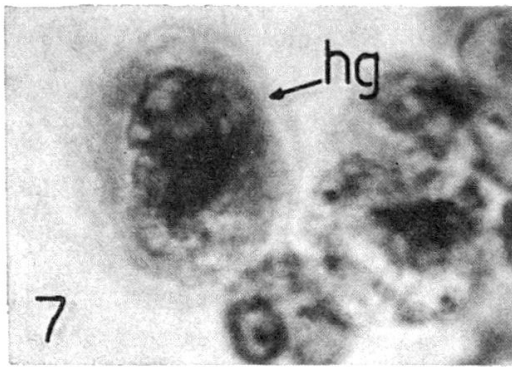
On peut expliquer la rareté de ces deux éléments du sang dans nos coupes de la façon suivante : dans d'autres travaux parallèles à celui-ci nous avons pu établir que ces éléments flottant librement dans l'hémolymphe apparaissent le plus souvent chez les abeilles écloses d'avril à juillet. On ne les observe qu'occasionnellement dans l'hémolymphe des

Légendes des figures 1 à 5 et 6 à 10, pages 217 et 218

Fig. 1 à 5. — 1. Concentration d'hémocytes (type leucocyte) fusiformes. Hématoxyline-éosine (HE dans le texte des autres figures), 1500×. — 2. Thorax : concentration d'hémocytes, prédominance de pycnonucléocytes. Musculature (m). HE, 750×. — 3. Tête : différents types d'hémocytes, prédominance d'œncytoïdes (œ). HE, 750 ×. — 4. Tête : différents hémocytes et corps probablement homologue à un chromatinocyte (c) avec zones de différenciation (zd). Feulgen, 1000×. — 5. Thorax : chromatinocyte, séparation d'hémocytes (h) du plasma d'un chromatinocyte. HE, 1500×.

Fig. 6 à 10. — 6. Thorax : chromatinocyte, séparation d'hémocytes (h) du plasma d'un chromatinocyte. HE, 1500×. — 7 et 8. Thorax : hémocytes géants (hg) à noyau pycnotique, HE, 1500×. — 9. Cœur : nombreux leucocytes dans le lumen, le long de la paroi du cœur (pc), HE, 700×. — 10. Repli de l'aorte : nombreux leucocytes dans le lumen, le long de la paroi de l'aorte (pa), Hémolymphe coagulée (s). HE, 600×.





abeilles nées d'août à mars. Nous avons donc l'impression que la rareté de ces deux éléments dans les coupes ne vient pas seulement des difficultés rencontrées lors des préparations histologiques, mais aussi du fait que nous avons le plus souvent travaillé avec des abeilles écloses aux mois de mars, septembre et octobre, ne connaissant pas encore cette particularité. Nous avons déjà avancé l'hypothèse selon laquelle les chromatinocytes que GUPTA (1969) assimile à ses « spherule cells » sont des noyaux libres (ou en dérivent) qui grossissent (peut-être grâce à l'apport de matière nutritive des zones environnantes ou d'autres hémocytes) pour affronter une phase de différenciation. Cette hypothèse semblerait confirmée par notre découverte dans les coupes de corps bien définis, plus ou moins ovales, $14,7 \mu$ de longueur sur $7,8$ à $10,3 \mu$ de largeur.

Ces corps montrent un plasma d'origine cellulaire d'abord éosinophile dans lequel on trouve des zones-blocs plus éosinophiles encore et qui, à un certain stade au moins, réagissent positivement au Feulgen et au phényl-fluorone (fig. 4). A notre avis, ces formations probablement homologues aux chromatinocytes, ne peuvent être considérées comme analogues aux « follicules leucocytaires » décrits par PARDI (1939) et formés du rassemblement progressif de leucocytes autour de cellules adipeuses qui dégénèrent par la suite ; elles ne correspondent pas non plus au processus d'encapsulation de corps étrangers à l'hémolymph par certains hémocytes, processus qui a été décrit, par exemple, par GRIMSTONE et al. (1967) pour *Ephestia kuehniella* ZELLER. Les corps que nous avons observé présentent un contour bien défini et une structure intérieure uniforme. Des zones de différenciation (îlots) plus ou moins basophiles apparaissent, réparties d'une façon régulière dans le plasma de ces corps, ou particulièrement évidentes dans certaines régions, par exemple le long de leur paroi externe ; de toute façon, leur structure ne peut être comparée à celle des éléments monocellulaires ou de leurs phases dégénératives.

3.7 Hémocytes géants

Nous trouvons dans les coupes d'abeilles fraîchement écloses ou âgées de quelques jours une forme d'hémocytes qui se distingue nettement de celles que nous avons considérées plus haut. Ces cellules sont nettement plus grandes que les leucocytes, les pycnonucléocytes et les œnocytoïdes. Par leur taille et certains de leurs aspects morphologiques, ces éléments semblent être analogues aux formes « e » et « f » schématiquement décrites par RISLER (1954) chez la larve d'abeille, particulièrement au 5^e stade larvaire.

Ces cellules qui rapetissent et se font de plus en plus rares au cours de l'existence de l'abeille, mesurent 13μ sur $7,9$ à $11,8 \mu$. Nous proposons de les désigner provisoirement par le terme « hémocytes géants »

(fig. 7, 8 et 17). En général ils présentent un cytoplasme délimité vers l'extérieur par une membrane très prononcée, qui semble quelque fois se plisser. Ces hémocytes géants sont fortement éosinophiles. On les trouve surtout chez les jeunes abeilles. Par la suite cette remarquable affinité au colorant se perd ; peut-être est-elle liée au lieu de formation de la cellule même et à la présence de substances qui seront déchargées par la suite dans l'hémolymphe. Le noyau a environ les dimensions suivantes : 8,8 à 10,3 μ sur 4,4 à 7,8 μ . Dans ces hémocytes la chromatine se condense souvent en gros blocs d'apparence plus ou moins uniforme. Nous reviendrons plus tard sur cette particularité. Ces hémocytes géants (à ne pas confondre avec les leucocytes géants de notre première note) apparaissent si fréquemment qu'on se demande pourquoi ils n'ont jamais été observés dans les frottis. Depuis notre première communication nous avons examiné, pour d'autres recherches, des dizaines de milliers de frottis, mais nous n'avons jamais enregistré ces hémocytes géants. Il semble s'agir ici d'éléments cellulaires du sang liés aux premiers stades de vie de l'abeille adulte. Retenus par certains tissus ou organes, le corps adipeux par exemple, ils sont difficiles à obtenir lors du prélèvement du sang au moyen d'un tube capillaire. Nous discuterons plus loin le rôle de ces hémocytes géants dans la différenciation et la multiplication des éléments de l'hémolymphe.

4. DISCUSSION

L'examen de centaines de coupes d'abeilles pas encore écloses, fraîchement écloses ou âgées de 14 à 17 jours nous permet de retenir les faits suivants, d'avancer quelques hypothèses qui sont peut-être très proches de la réalité, et de mettre en discussion quelques aspects de ce problème qui mériteraient d'être élucidés dans des recherches ultérieures conduites selon d'autres méthodes.

4.1 Similitudes entre les résultats de l'étude des frottis et des coupes

4.1.1 Morphologie

Nous avons établi dans le chapitre précédent que de façon générale les hémocytes observés sur les frottis se rencontrent également dans les coupes. Il est possible de ranger les hémocytes des coupes selon notre classification (WILLE et VECCHI, 1966, p. 85-87). Cependant leur classement est plus difficile ici que dans les frottis à cause des altérations apportées par les différentes préparations histologiques. Une observation plus détaillée est donc toujours nécessaire ; à part certaines exceptions elle permet de déterminer le type d'hémocytes en question. Ceci est le cas pour les cellules flottant librement dans l'hémolymphe ou se trouvant

bloquées dans certaines cavités du corps. Mais dès qu'il s'agit de concentrations, de différenciations de cellules ou de formes de transition on ne peut qu'émettre des hypothèses au sujet de leur classement. Dans ce cas les résultats obtenus avec les frottis sont plus nets. Nous attribuons cette différence à la plasticité extrême des hémocytes qui sont plus altérés par les longues préparations histologiques que par la manipulation rapide des frottis. Notons qu'il n'est pas possible de classer les hémocytes d'après les critères valables pour ceux des frottis si la gouttelette de sang est examinée directement au microscope de contraste de phase.

4.1.2 Cycles évolutifs

Dans notre première note nous avons avancé quelques hypothèses pour expliquer les cycles évolutifs des éléments cellulaires du sang (WILLE et VECCHI, 1966, p. 90-93, fig. 5). Les résultats des examens de nos coupes ne nous incitent pas à corriger ces hypothèses. Dans certains cas ceux des coupes renforçaient ceux des frottis, dans d'autres ils ouvraient de nouvelles perspectives. Cependant le but du travail, soit confirmer de manière irréfutable nos hypothèses émises en 1966 et les faire passer au rang de règle, n'a pas pu être atteint. Nous avons aujourd'hui la certitude que nos méthodes, frottis et coupes histologiques, observations en microscopie traditionnelle, ne permettent plus de progrès dans ce domaine. Seules des recherches à l'aide de la microscopie électronique, de la radiographie, de l'analyse chimique avancée des acides nucléiques ouvriront la voie à de nouvelles connaissances.

4.1.3 Multiplication des éléments cellulaires du sang

Dans notre note de 1966 nous avons proposé deux possibilités de multiplication :

- 1) division de la cellule par voie amitotique et éventuellement mitotique ;
- 2) multiplication par la voie des chromatinocytes.

Nous avons retenu que les divisions des hémocytes étaient peu nombreuses dans les frottis de l'abeille adulte. L'examen des coupes le confirme. Les divisions mitotiques chez l'abeille adulte semblent extrêmement rares alors que les divisions amitotiques sont relativement plus fréquentes. L'apparition d'hémocytes comprenant deux noyaux, l'un avec de la chromatine pycnotique, l'autre avec de la chromatine arrangée en petits blocs (noyau de leucocyte typique), n'est pas rare. La multiplication par la voie des chromatinocytes a pu être confirmée (fig. 5, 6). En plus nous devons citer ici les hémocytes géants comme moyen de multiplication d'hémocytes (au moins aux premiers stades de vie de l'abeille adulte). Bien que ces résultats nous semblent sûrs, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses au sujet des relations existant entre les

chromatinocytes et les hémocytes géants et surtout au sujet de leur origine. Les méthodes employées ne permettent pas d'être plus catégorique. Nous donnerons plus loin des détails à ce sujet.

4.2 Nouvelles connaissances apportées par le travail histologique et hypothèses en découlant

4.2.1 Hémocytes chez les larves, pupes et adultes

Nous relevons que des formations figurées qui constituent les éléments plus ou moins constants du patrimoine cellulaire de l'hémolymphe de l'abeille adulte sont déjà présentes dans la pupa, voire dans la larve, à côté d'autres éléments qu'il est difficile d'attribuer à l'un des types d'hémocytes. Certaines d'entre elles sont peut-être des formes de transition, d'autres se rapprochent très probablement du type œnocytoïde. Nous avons pu confirmer en particulier la présence dans la pupa d'un grand nombre d'hémocytes du type leucocyte et de formations se transformant rapidement en ce type de cellules.

4.2.2 Signification des concentrations d'hémocytes

Dans les abeilles pas encore écloses on peut déjà remarquer des concentrations ou amas d'hémocytes dans différentes zones de la tête, du thorax et de l'abdomen comme par ex. à proximité des sacs à air, des trachées, des trachéoles, des corps adipeux, du vaisseau dorsal, des différentes glandes. La fréquence et la régularité de leurs apparitions font que leur signification mérite d'être approfondie. Ces amas se trouvent aussi dans les différentes séries d'abeilles examinées. Il nous paraît que le rôle de ces amas ou concentrations soit différent d'une part, selon l'âge de l'abeille et les tissus ou organes auxquels ils sont liés, d'autre part, selon la phase fonctionnelle ou métabolique des hémocytes y participant. Les concentrations de leucocytes dans des zones où un échange d'oxygène direct peut s'effectuer entre la cavité du corps et le milieu font penser que les hémocytes adoptent le plus communément une forme de ce type pour le ravitaillement en oxygène.

Il est vraisemblable que dans d'autres cas ces concentrations d'hémocytes soient essentiellement liées aux voies de cheminement du flux sanguin. Les hémocytes s'y concentreraient pour y déverser certains produits du métabolisme, ou bien ils y attendraient d'être mobilisés pour assumer ailleurs une tâche particulière. En définitive on ne peut exclure que certains amas de leucocytes représentent une sorte de réserve pouvant intervenir sur place ou ailleurs dans un processus de métabolisme et que la forme typique de leucocyte (ovale aussi bien que fusiforme) soit un stage passif ou de repos, qui selon les besoins de l'abeille pourrait être changé en d'autres formes et remplir des fonctions nouvelles. Dans les très jeunes abeilles nous avons souvent remarqué ces leucocytes

que nous qualifions de passifs. Ils se trouvaient, parfois même en grand nombre, dans la lumière du vaisseau dorsal (cœur et aorte) et dans les zones plus ou moins directement reliées par le flux sanguin à cet organe, par ex. dans la partie postérieure de l'abdomen, à côté de la glande à venin, à proximité du collier œsophagien ou au-dessous du ganglion sous-œsophagien.

4.2.3 Hémocytes dans le vaisseau dorsal

Dans les pupes assez jeunes nous avons trouvé surtout dans la lumière du vaisseau dorsal des hémocytes ronds, riches en cytoplasme, au noyau rond se composant de peu de chromatine. Ces cellules étaient identiques à celles trouvées dans l'hémocœle. Par contre dans les abeilles déjà écloses nous avons régulièrement observé dans la lumière du vaisseau dorsal des hémocytes fusiformes. Par comparaison avec les autres formes d'hémocytes trouvées (cellules rondes semblables aux œnocytoïdes, quelques rares hémocytes géants) le type fusiforme y était nettement prépondérant. Dans les coupes du cœur et de l'aorte nous avons remarqué des leucocytes et différents autres types d'hémocytes, parfois isolés, parfois regroupés en gros amas. Ceux qui se trouvaient dans la lumière des différentes chambres cardiaques adhéraient souvent aux limites ostiolaires (fig. 9). Dans l'aorte nous avons pu observer occasionnellement des grandes quantités de leucocytes dans les replis du tronçon thorax-abdomen (fig. 10), replis dont le rôle physiologique n'a pas encore pu être éclairci malgré les considérations intéressantes de différents auteurs (ARNHART, 1906, FREUNDENSTEIN, 1928). A notre avis la présence d'hémocytes à l'intérieur du vaisseau dorsal n'est pas due à un artifice, mais correspond à une situation réelle.

4.2.4 Concentrations d'hémocytes

En particulier chez les abeilles pas encore écloses ou fraîchement écloses, des concentrations d'éléments apparentés aux leucocytes ou de noyaux typiques de leucocytes (voir les proleucocytes de notre note de 1966) font penser à une phase de formation et d'intense multiplication d'hémocytes en cours de déroulement (fig. 11, 12).

Il faut également signaler les masses d'éléments analogues aux leucocytes (mesurant 4,4 à 2,9 μ sur 1,4 à 1,7 μ environ) localisées sous le scutum de pupes dont la métamorphose est avancée (fig. 13). Il s'agit presque exclusivement de cellules dont les noyaux sont jeunes, fuselés ou ronds ; ils contiennent des granulations de chromatine distribuées de façon uniforme et une modeste portion de cytoplasme dans les zones apicales. Ces amas paraissent en contact avec les cellules du corps adipeux qui sont comme « vidées ». Ils contiennent aussi des hémocytes géants éosinophiles dont la présence régulière peut laisser supposer qu'ils ont un rapport avec la formation même des jeunes éléments cellulaires du sang.

Chez les abeilles prélevées à l'éclosion, les hémocytes géants éosinophiles se trouvent en abondance disséminés dans d'autres parties du corps où la formation de nouveaux éléments cellulaires du sang semble plus intense.

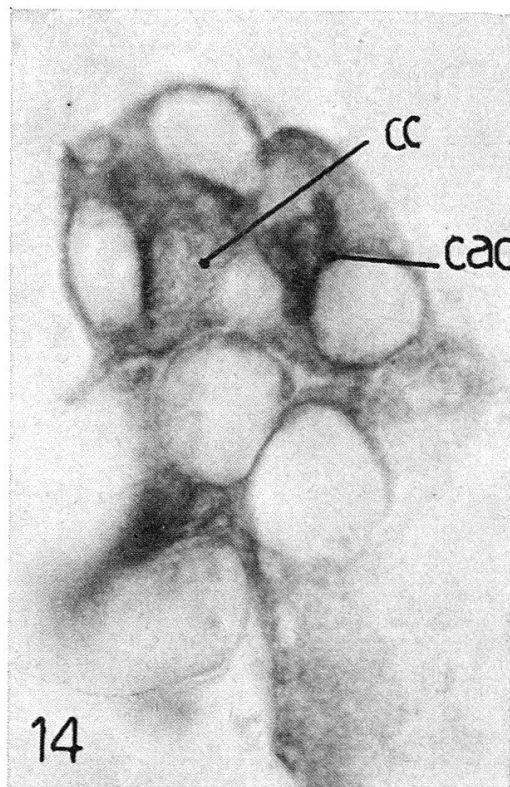
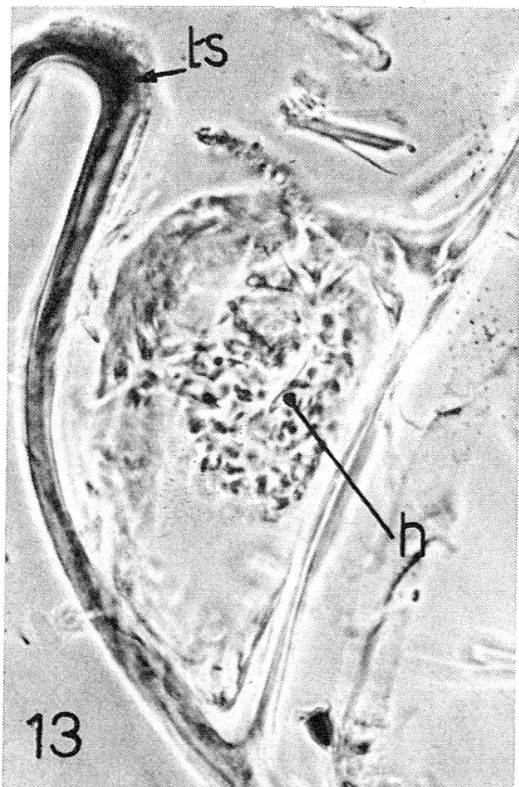
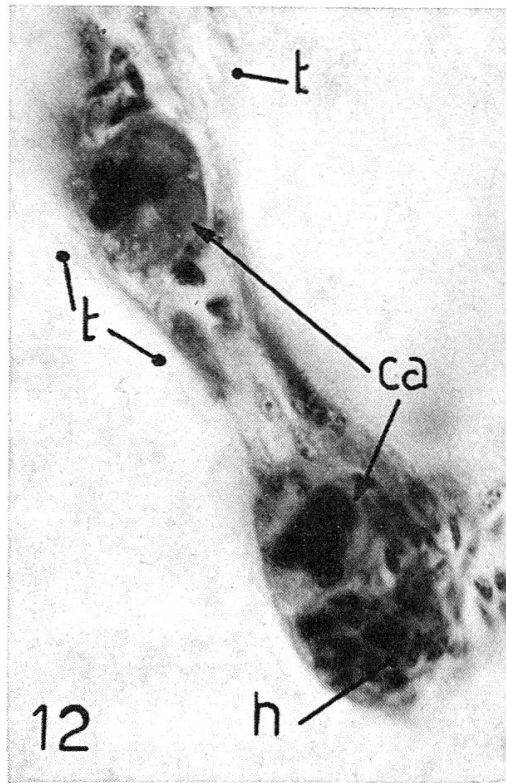
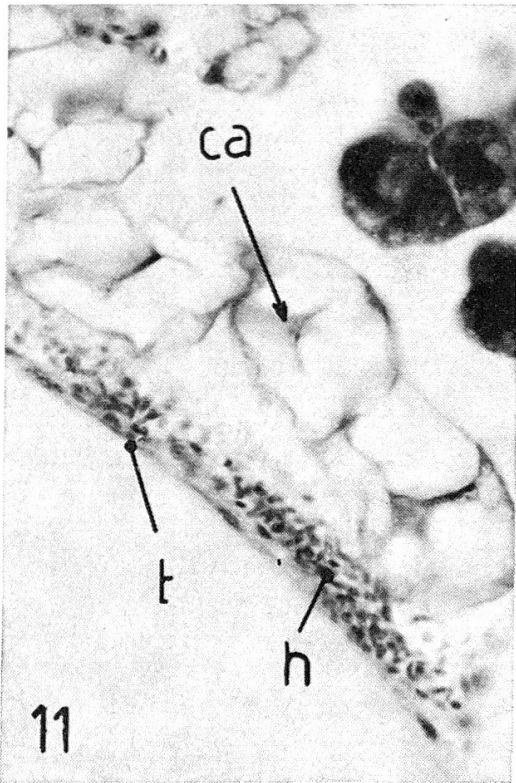
4.2.5 Plasticité des éléments cellulaires du sang

A l'examen histologique il nous semble que les hémocytes que nous supposons être passifs se recrutent surtout parmi les cellules d'un type apparenté aux leucocytes. Cependant dans toutes les séries de très jeunes abeilles que nous avons examinées le tableau sanguin montre, encore plus nettement dans les coupes que sur les frottis, que les hémocytes ne peuvent pas être attribués à des classes rigides. Il y a des transformations d'un type en un autre provoquées par différents stimuli physiologiques qui engagent les hémocytes dans des activités métaboliques plus ou moins spécifiques. D'ailleurs différents auteurs dont GUPTA et SUTHERLAND (1966), SHRIVASTA et RICHARDS (1965), MOHRIG, STORZ et MESSNER (1970) ont décrit des transformations semblables d'hémocytes d'un type en un autre.

D'après l'observation des hémocytes dans un champ optique, la transformation d'une forme en une autre se déroulerait en un laps de temps souvent très bref. Ceci peut contribuer à expliquer un certain degré de variation du tableau hémolymphatique chez des abeilles de même âge réel, mais d'âge physiologique différent.

Sur les coupes histologiques les transformations graduelles ressortent particulièrement bien dans la structure de la chromatine. Celle-ci peut être extrêmement variable à l'intérieur d'une même cellule. Il n'est pas rare, par exemple dans les coupes de nymphes ou d'abeilles aux premiers jours de vie, de relever un noyau de type leucocyte dans une cellule de forme ronde avec un cytoplasme abondant appartenant plutôt au type œnocytoïde. Ceci semble aussi être confirmé par les observations faites occasionnellement dans des coupes de reines très jeunes fixées in toto ou sur des frottis de leur sang. Dans les coupes certains leucocytes montrent une structure du cytoplasme et une forme du noyau ressemblant dans une certaine mesure à celles des œnocytoïdes des ouvrières. De plus on rencontre assez fréquemment des hémocytes à deux noyaux différents l'un de l'autre non seulement en dimension, mais encore quant à la structure même de la chromatine qui peut être répartie en petits blocs ovoïdes ou en bâtonnets dans un noyau, compacte dans l'autre.

Fig. 11 à 14. — 11 et 12. Tête de thorax : phase probable de formation d'hémocytes (h) aux alentours des cellules du corps adipeux (ca) et du système respiratoire. Paroi de trachée (t). HE, 360× et 700×. — 13. Scutum de la puppe : phase d'intense formation d'hémocyte (h) Tégument du scutum (ts). HZ, 360×. — 14. Corps adipeux : différenciation probable d'hémocytes. Commencement de la différenciation de la chromatine du noyau de la cellule adipeuse (cac) en chromatine analogue à celle des chromatinocytes (cc). Azan, 1500×. →



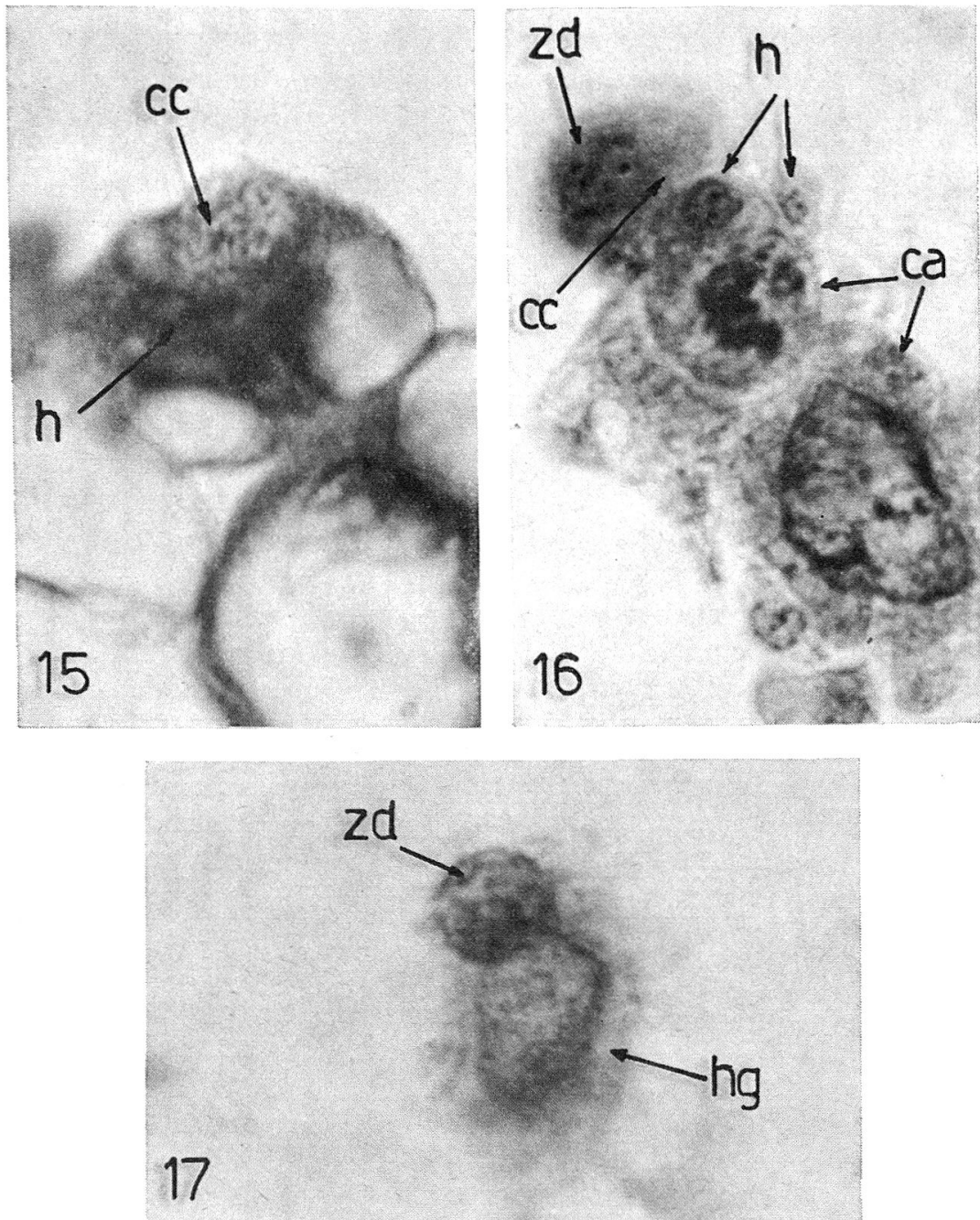


Fig. 15 à 17. — 15. Corps adipeux : différenciation probable d'hémocytes. Chromatine analogue à celle des chromatinocytes (cc) s'accroissant. Aux bords, petites cellules ressemblant à des hémocytes (h) s'en dégagent. Azan, 1500 \times . — 16. Corps adipeux : différenciation probable d'hémocytes. Une partie de la chromatine analogue à celle des chromatinocytes (cc) est poussée hors de la cellule adipeuse (ca). Zones de différenciation plus foncées (zd), cellules (h) ressemblant à des hémocytes s'en dégagent. Feulgen, 1500 \times . — 17. Hémocyte géant (hg) : zone de différenciation (zd) en forme de mûre. Feulgen, 1500 \times .

4.2.6 Examen des éléments cellulaires du sang in situ

Lors de l'étude de l'hémolymph in situ à l'aide de l'histologie classique de nombreuses observations ont confirmé que, en plus des leucocytes décrits plus haut, différents types d'hémocytes sont fréquemment liés à certains tissus ou organes du corps de l'abeille. Dans les pupes d'âge avancé ou les abeilles récemment écloses ce phénomène est évident pour les sacs à air, les glandes céphaliques (y compris les glandes mandibulaires dans la lumière desquelles on relève un nombre élevé d'hémocytes), les fibres musculaires et le corps adipeux dont nous aurons l'occasion de reparler au chapitre suivant. Toutefois l'observation des coupes histologiques laisse seulement entrevoir les problèmes relatifs au rôle que certains hémocytes peuvent jouer dans la désagrégation et la reconstitution de substances et de tissus au cours de la métamorphose et des premiers jours d'existence de l'adulte (LAZARENKO, 1925, WIGGLESWORTH, 1965, RISLER, 1954, WHITTEN, 1964, BEAULATON, 1968). Dans les abeilles plus âgées il y a encore une relation évidente entre les hémocytes et les glandes hypopharyngiennes et salivaires. On a toujours remarqué ici la présence d'un nombre extrêmement élevé d'hémocytes. Il s'agit surtout de cellules rondes dont le cytoplasme est homogène ou présente soit des granulations absorbant les bases soit des vacuoles bien visibles. Leur noyau peut être rond ou anguleux. Nous avons l'impression que certaines de ces cellules sont des œnocytoïdes et d'autres des pycnonucléocytes. Certains de ces éléments se rapportent (au moins partiellement) à la classe IX de YEAGER (1945) (« eruptive cells ») et à la classe VIII (« sphéroïdocytes ») de GUPTA (1969). On remarque aussi des leucocytes de la forme la plus classique. Les hémocytes apparaissent comme des éléments libres ou en petits groupes de 4-6 éléments ; dans ce cas ils sont bien distincts ou forment une espèce de « syncytium » dans lequel la délimitation des cellules disparaît ; ils peuvent également être réduits à l'état de résidus de noyaux présentant toutes les phases de dégénérescence. Les cellules libres comme les cellules formant de petites agglomérations sont apparemment engagées dans des réactions intenses d'ordre métabolique. Au cours de ces réactions, des substances semblent être déversées dans l'hémolymph ; de plus des phénomènes de pycnotose semblent courants chez les hémocytes.

4.2.7 Cycles évolutifs et multiplication des éléments cellulaires du sang

Dans notre première note (WILLE et VECCHI, 1966) nous avons avancé des hypothèses concernant quelques cycles évolutifs des éléments du sang de l'abeille. Certaines d'entre elles nous paraissaient correspondre à la réalité alors que d'autres étaient plus difficiles à prouver. Après l'étude de nos coupes histologiques la proposition d'un cycle évolutif partant du proleucocyte, passant par l'œnocytoïde et le prochromatino-cyte pour aboutir finalement au chromatino-cyte nous paraît encore

valable. Cependant nos observations laissent entrevoir d'autres possibilités qu'il serait prématuré de vouloir examiner en détail avant d'avoir étudié l'ultrastructure ou la cytochimie des éléments sanguins, mais qu'il vaut la peine d'esquisser. Nous voulons parler de l'existence éventuelle d'un rapport entre des cellules du corps adipeux et les hémocytes allant au-delà de l'affinité déjà relevée (pp. 223, 227). Une liaison entre cellules du sang et corps gras a aussi été signalée par d'autres auteurs. En plus des processus d'encapsulage auxquels nous avons fait allusion précédemment, WHITTEN (1964) (à propos de *Sarcophaga bullata* et *Drosophila melanogaster*) laisse entrevoir une continuité possible dans l'évolution des hémocytes multinucléaires et du corps adipeux adulte, tandis que WALTERS (1970) est partisan d'une liaison étroite entre plasmotocytes et cellules du corps gras (chez *Antheraea polyphemus*, *Samia cynthia*, *Hyalophora cecropia*). D'après cet auteur ce seraient les plasmotocytes qui se lieraient activement aux cellules adipeuses par leurs filaments.

D'après nos coupes, tout au moins chez les nymphes et les très jeunes abeilles, il y aurait une relation encore plus étroite, soit une différenciation directe de la chromatine de cellules adipeuses en hémocytes (fig. 14, 15, 16). Malgré notre étonnement nous sommes poussés par l'observation répétée de ce phénomène à croire que les chromatocytos peuvent dériver directement de noyaux du corps adipeux. A ce sujet il faut donner quelques explications supplémentaires. Dans les coupes d'abeilles adultes colorées à l'éosine-hématoxyline le corps gras se présente d'une façon qui infirme cette hypothèse, bien que dans les environs immédiats de certaines cellules adipeuses on observe régulièrement des hémocytes qui semblent s'en dégager. Sans l'aide du microscope électronique il est impossible de décider si ces hémocytes ont été amenés là par le sang ou s'ils sont originaires de certaines parties chromatiques de la cellule adipeuse. Dans ces préparations le noyau de la cellule adipeuse a une forme extrêmement irrégulière, souvent celle d'une étoile ; il montre des proliférations chromatiques s'étendant dans le cytoplasme. Les colorants usuels ne permettent aucune différenciation ultérieure. Dans les mêmes séries de coupes l'emploi de l'Azan et surtout de Feulgen, donne un résultat différent. La zone occupée par le noyau des cellules adipeuses est beaucoup plus étendue que la coloration usuelle ne le laissait entrevoir. Compte tenu des altérations provoquées par les différents bains, on doit admettre qu'à l'origine le noyau était de forme régulière ovale avec une ressemblance frappante, au point de vue de la structure et de la grandeur, avec les chromatocytos observés dans nos frottis. Il est aplati ; la masse chromatique, divisée en petits blocs, semble être très plastique. Dans les préparations histologiques elle se recroqueville sous l'influence des différents bains et des colorations. Ce qui se présente dans les colorations habituelles comme des proliférations sont les arêtes des parties chromatiques froissées. Si on excise un fragment de corps gras d'une abeille fraîchement tuée et qu'on

le dissèque dans une solution physiologique les noyaux des cellules adipeuses ressemblent bel et bien après fixation rapide à l'alcool méthylique et coloration au Giemsa à nos chromatinocytes. Nous obtenons les mêmes résultats avec les larves rondes et les pupes d'abeilles si on les sectionne et qu'on les colore d'après les procédés courants, les noyaux du corps gras sont irréguliers et recroquevillés ; si on prépare un fragment du tissu adipeux dans une solution physiologique ses noyaux ressemblent à nos chromatinocytes. Dans les préparations faites dans la solution physiologique ou dans les coupes colorées au Feulgen nous observons dans certains noyaux de cellules adipeuses des zones de différenciation en petites cellules qui nous paraissent être des hémocytes. Ils ressemblent aux fig. 10 et 11 de notre première note et à ce que nous avons écrit au sujet des chromatinocytes (WILLE et VECCHI, 1966 p. 92).

Nous pouvons envisager le cycle évolutif suivant : libération de noyaux ou éléments chromatiniques de certaines cellules adipeuses → différenciation de proleucocytes → leucocytes. A côté de ce cycle court on peut en concevoir un plus complexe où les phases : œnocytoïdes → prochromatinocytes → chromatinocytes, selon le schéma de la figure 5 de notre note de 1966, précéderaient la différenciation en proleucocytes.

Nos coupes ne nous permettent pas de décider si le cycle court est le seul valable, mais elles nous incitent plutôt à admettre que les deux possibilités se présentent dans la même abeille. En effet, en plus des cellules en cours de différenciation dans les environs immédiats de certaines cellules du corps adipeux, nous trouvons fréquemment aussi des chromatinocytes indépendants, éloignés de ce tissu, dont se dégagent des hémocytes.

Nous avons signalé plus haut la présence fréquente d'un nouvel élément du sang, les hémocytes géants, observés surtout chez les abeilles prêtes à éclore, fraîchement écloses ou âgées de quelques jours. Ces cellules se présentent d'une part à l'état passif avec le cytoplasme bien délimité et la chromatine du noyau composée de petits blocs bien distincts, d'autre part à l'état « actif » avec le chromatine se condensant et envahissant de plus en plus le cytoplasme. Quand ce stade est atteint, des hémocytes s'en dégagent. Ils ont la même apparence que ceux qui se dégagent des chromatinocytes ou que ceux que l'on rencontre dans les alentours immédiats de cellules du corps gras signalées plus haut. A ce stade ces hémocytes géants ont l'aspect de mûres (fig. 17). En plus des précisions données dans notre première note nous devons envisager les possibilités suivantes de différenciation (et partiellement de multiplication) d'éléments cellulaires du sang :

- 1) Différenciation d'hémocytes dans les environs immédiats de certaines cellules du corps adipeux, à partir de masse chromatinique, en étroite relation avec le noyau de la cellule adipeuse.

- 2) Libération de noyaux de cellules du corps adipeux, transport à des endroits plus ou moins éloignés du lieu d'origine, développement en chromatinocyte, puis différenciation et dégagement d'hémocytes.
- 3) Développement de certaines cellules du corps adipeux ou transformation d'éléments cellulaires du sang déjà présents en hémocytes géants. Fixation dans certains endroits selon les besoins de l'organisme — différenciation et dégagement d'hémocytes. Cependant dans les deux cas les phases intermédiaires font défaut dans nos coupes.
- 4) Développement d'hémocytes à partir de tissus très hypothétiques localisés dans certains endroits du corps de l'abeille, par ex. sous le scutum ou aux alentours du système respiratoire.
- 5) Enfin les différents cycles évolutifs aboutissant aux divers types d'hémocytes déjà signalés dans la première note.

Nous ne pouvons pas trancher la question de savoir, si toutes les cellules du corps adipeux sont potentiellement capables de produire directement ou indirectement des hémocytes ou si cette faculté éventuelle est réservée à un certain groupe. Cependant il nous semble que les différenciations sont surtout fréquentes dans l'abdomen, dans les environs immédiats des cellules du corps gras, et plus précisément de quelques cellules de certains lobes du corps adipeux. Ceci n'exclut pas que nous puissions avoir affaire à une production continue d'hémocytes dans différents lobes suivant les besoins de l'abeille.

Le corps adipeux de l'abdomen nous semble participer activement à la production (ou à l'attraction) de cellules sanguines tandis que le corps gras de la tête et du thorax, de faible dimension, nous semble plutôt inactif dans ce domaine.

5. RÉSUMÉ

On étudie dans le présent travail les composants cellulaires du sang de l'abeille adulte fixée in toto.

Une partie de ces hémocytes sont comparés avec ceux décrits dans une première note. La présence d'amas de cellules sanguines dans différentes zones de la tête, du thorax et de l'abdomen est confirmée. On discute la signification possible de ces amas selon l'âge de l'abeille et les tissus ou organes auxquels ils sont liés et selon la phase fonctionnelle des hémocytes y participant.

La plasticité des éléments cellulaires du sang autorise à se demander si une forme typique apparentée à celle de leucocyte ne correspondrait pas souvent à un stade « passif » ou de « repos » des hémocytes.

On note enfin, chez les abeilles pas encore écloses ou fraîchement écloses, des concentrations de leucocytes, ou de noyaux typiques de leucocytes, qui font penser à une phase de formation et de multiplication intense d'hémocytes en cours de déroulement.

A propos des possibilités de renouvellement des hémocytes, les examens des coupes histologiques ont ouvert des perspectives nouvelles qui sont mises en discussion dans l'attente d'être confirmées par des expériences ultérieures avec des méthodes adéquates. Une forme d'hémocytes à grand noyau pycnotique, se distinguant nettement de celles déjà considérées, joue un rôle remarquable, tout au moins chez les abeilles très jeunes, dans la différenciation des cellules sanguines.

De même sur les coupes de nymphes ou d'abeilles fraîchement écloses, des observations répétées laissent entrevoir la possibilité d'une différenciation directe de la chromatine de cellules adipeuses en hémocytes.

Nous remercions M. Ch. Maquelin d'avoir bien voulu revoir la version française de notre manuscrit.

6. INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ARNHART, L., 1906. Die Bedeutung der Aortaschlingenwindungen des Bienenherzens. *Zool. Anz.*, **30** : 721.
- BEAULATON, J., 1968. Etude ultrastructurale et cytochimique des glandes prothoraciques de vers à soie aux quatrième et cinquième âges larvaires. *J. Ultrastr. Res.*, **23** : 474-498.
- FREUDENSTEIN, K., 1928. Das Herz und das Zirkulationssystem der Honigbiene. *Z. wiss. Zool.*, **132** : 404-475.
- GRIMSTONE, A. V., ROTHERAM, S. et SALT, G., 1967. An electron microscope study of capsule formation by insect blood cells. *F. Cell Sci.*, **2** : 281-292.
- GUPTA, A. P. et SUTHERLAND, D. J., 1966. In vitro transformation of the insect plasmatocyte in certain insects. *J. Ins. Physiol.*, **12** : 1369-1375.
- GUPTA, A. P., 1969. Studies of the blood of Meloidae (Coleoptera), I. The haemocytes of *Epicauta cinerea* (Forster), and a synonymy of haemocyte terminologies. *Cytologia*, **34** : 300-344.
- LAZARENKO, T., 1925. Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Blutes und des Bindegewebes. II. Die morphologische Bedeutung der Blut- und Bindegewebelemente der Insekten. *Z. mikr. anat. Forsch.*, **3** : 409-499.
- LIEBMANN, E., 1946. On trephocytes and trephocytosis ; a study on the role of leucocytes in nutrition and growth. *Growth*, **10** : 291-330.
- MOHRIG, W., STORZ, R. et MESSNER, B., 1970. Immunreaktionen bei Insekten. III. Haemozytenreaktionen und Lysozymverhalten bei *Galleria mellonella* L. *Biol. Zbl.*, **89** : 611-639.
- PARDI, L., 1939. I corpi grassi degli Insetti. *Redia*, **25** : 87-288.
- PEARSE, A. G. E., 1960. Histochemistry, theoretical and applied. 2nd ed. London : Churchill.
- RISLER, H., 1954. Die somatische Polyploidie in der Entwicklung der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) und die Wiederherstellung der Diploidie bei den Drohnen. *Z. Zellf.*, **41** : 1-78.
- ROMEIS, B., 1948. Mikroskopische Technik. R. Oldenbourg, München.
- SHISHKIN, B. A., Factors affecting the haemolymph of honeybees. *Uchen. Zap. buryat. pedagog. inst.*, **12** : 63-88, 1957 ; **15** : 141-162, 1958 ; **17** : 191-211, 1959.

- SHRIVASTAVA, S. C. et RICHARDS, A. G., 1965. An autoradiographic study of the relation between hemocytes and connective tissue in the wax moth, *Galleria mellonella* L. *Biol. Bull.*, **128** : 337-345.
- WALTERS, D. R., 1970. Hemocytes of saturniid silkworms ; their behavior *in vivo* and *in vitro* in response to diapause, development and injury. *J. Exp. Zool.*, **174** : 441-450.
- WHITTEN, J. M., 1964. Haemocytes and metamorphosing tissues in *Sarcophaga bullata*, *Drosophila melanogaster* and other cyclorhaphous diptera. *J. Ins. Physiol.*, **10** : 447-469.
- WIGGLESWORTH, V. B., 1965. The principles of insect physiology. 6th edition, Methuen & Co. Ltd, London.
- WILLE, H. et VECCHI, M. A., 1966. Etudes sur l'hémolymphe de l'abeille (*Apis mellifica* L.). I. Les frottis de sang de l'abeille adulte d'été. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **34** (1-2) : 69-97.
- YEAGER, J. F., 1945. The blood picture of the southern armyworm (*Prodenia eridania*). *J. Agr. Res.*, **71** : 1-40.

Prof. Dr M. A. VECCHI
Istituto Nazionale di Apicoltura
Via San Giacomo, 9
Bologna

Dr H. WILLE
Station fédérale de recherches
laitières, Section apicole
CH 3097 Liebefeld