Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 15 (1970-1974)
Heft: 1

Artikel: L'intégration physiologique dans les sociétés d'insectes
Autor: Lüscher, Martin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-258953

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

L'intégration physiologique dans les sociétés d'insectes

PAR

MARTIN LÜSCHER
Professeur à l'Université de Berne

Les sociétés très évoluées des abeilles, des fourmis et des termites sont toutes caractérisées par un polymorphisme accusé des individus. Ceux-ci peuvent être groupés en différentes castes, qui se distinguent les unes des autres tant par la morphologie que par la fonction. La différenciation de la fonction entraîne une division du travail qui présuppose un système de coordination ou d'intégration. On ne peut imaginer la survie de ces sociétés qu'à la condition qu'il existe une adaptation des fonctions les unes aux autres, un contrôle et une régulation de l'ensemble des activités.

On a beaucoup étudié ces dernières années les mécanismes de contrôle fonctionnel qui existent entre individus d'une même société, en particulier dans le cas des abeilles et des termites. Ce sont principalement des excitations tactiles et olfactives qui permettent l'échange d'informations entre les individus et qui peuvent déclencher certains comportements. C'est ainsi qu'est assurée la régulation momentanée des fonctions de la société. Mais il existe aussi une régulation à plus long terme, celle de la production des différentes castes, qui est évidemment à la base de la division du travail dans les sociétés d'insectes. Cette régulation se fait par l'intermédiaire de substances émises par certains individus et absorbées par d'autres individus de la même espèce et de la même colonie, dans le cas qui nous intéresse. On appelle phéromones ces substances porteuses d'un message (1). Elles déclenchent chez les individus qui les reçoivent certains modes de développement ou inhibent certaines différenciations.

On connaît bien le rôle des excitations tactiles dans l'information des abeilles et des fourmis. Elles trouvent leur expression la plus remarquable dans la danse des abeilles. VON FRISCH nous en a dévoilé les étonnantes possibilités en ce qui concerne la communication de renseignements sur la distance et la direction à suivre. Nous ne reviendrons pas sur ce sujet qui est connu. Mais il existe, à côté de cette transmission d'informations par stimuli tactiles, une transmission d'informations par phéromones qui intervient pratiquement dans toutes les activités des insectes sociaux. Dans les pages qui suivent, nous nous proposons de dresser un tableau d'ensemble du rôle des phéromones dans ces diverses activités.

1. LA RECHERCHE DE LA NOURRITURE

Dans le domaine de la recherche de la nourriture, deux phéromones jouent un rôle important d'indicateurs, l'une servant à recruter des ouvrières et l'autre à marquer le chemin. Chez les abeilles, l'ouvrière qui s'approvisionne à une source de nourriture abondante découvre sa glande de Nassanoff, dont la sécrétion attirera d'autres ouvrières. Cette sécrétion contient du géraniol et du citral (2) et l'antenne de l'abeille, on a pu le démontrer, porte des terminaisons olfactives qui réagissent à ces substances (3). Les fourmis, quittant une bonne source de nourriture pour rentrer au nid, déposent sur leur chemin des traces odorantes, grâce auxquelles leurs compagnes de la même colonie peuvent facilement remonter la piste. Les myrmécologues ont fait cette observation depuis des dizaines d'années. On connaît même certaines de ces substances, on sait qu'elles peuvent être sécrétées par différentes glandes. On sait peut-être moins bien que les abeilles du genre *Melipona* marquent à brefs intervalles le chemin menant de la source de nourriture à la ruche par une sécrétion de leur glande mandibulaire qu'elles déposent sur le sol, les pierres et les plantes (4).

Il y a quelques années, nous avons pu démontrer que les termites aussi déposent des traces odorantes. Ils utilisent à cet effet une sécrétion de leur glande sternale, glande épidermique située sous le cinquième sternite (5).

Dans presque tous les cas connus jusqu'ici, la phéromone marquant la piste a un caractère propre à chaque espèce. Elle peut même être repoussante pour d'autres espèces, ce qui est fort heureux du point de vue biologique. Il existe pourtant aussi des substances artificielles que les insectes peuvent confondre avec leurs propres sécrétions. Par exemple, une encre de stylo à bille, de couleur et de marque donnée, agit comme substance indicatrice d'une piste pour le termite *Kalotermes flavicollis* et une quarantaine d'autres espèces (BECKER et PETROWITZ (5a).

2. LA DÉFENSE CONTRE LES ENNEMIS

On connaît chez la plupart des sociétés d'insectes des substances dont l'odeur sert de signal d'alarme. La glande à venin de l'abeille produit de l'acétate d'*isoamyle* (6), qui alerte les ouvrières. Elles deviennent agressives et tentent de piquer l'objet sur lequel cette substance a été déchargée.

Les fourmis et les termites sécrètent aussi des phéromones d'alarme quand on les dérange. Ces phéromones provoquent une grande agitation dans la foule des insectes. En y regardant de près, on observe toutefois une réaction significative : les ouvriers ou ouvrières se retirent dans le nid cependant que les soldats, spécialisés dans la défense du nid, en sortent et essaient d'attaquer l'ennemi, si ennemi il y a. On a pu identifier chimiquement une série de ces phéromones d'alarme, par exemple l'heptanone (7), le tridécanone, le citronellal et le citral (8) chez les fourmis et le α-pinène chez le termite *Nasutitermes* (9).

3. LES SOINS AUX JEUNES

Chez la plupart des insectes sociaux, les larves, en tout cas les jeunes larves, sont nourries à la becquée par les ouvriers ou ouvrières. Les individus sexués, les reines, qui seront les seuls à se reproduire, et, chez les termites, les soldats sont nourris de cette même façon. Les larves affamées sollicitent souvent leurs nourrices par des moyens tactiles par exemple en les frottant avec leurs antennes. Mais l'on admet qu'ici aussi des phéromones entrent en action. Les larves affamées sécréteraient une substance, vraisemblablement odorante, qui attirerait les ouvriers et les pousserait à nourrir les jeunes. On n'a toutefois pas encore pu identifier cette substance.

4. LA CONSTRUCTION DU NID

Les phéromones influencent de plusieurs façons l'activité constructrice des insectes sociaux. On sait que chez l'abeille, la construction de cellules royales de sauveté [1] est conditionnée par une phéromone que la reine sécrète, l'acide 9-oxo-décénique. Dès que cette substance vient à manquer dans la ruche, les ouvrières se mettent à la construction de ces cellules. C'est ainsi qu'à la mort d'une reine, la ruche peut aussitôt élever de nouvelles reines (10, 11). Chez les fourmis, on n'a pas pu jusqu'ici détecter un contrôle phéromonal de la construction du nid. Mais, chez les termites, nous avons pu constater que les endroits imprégnés de la phéromone de trace ne sont pas construits, tandis que les termites accumulent toujours le matériel de construction à la périphérie immédiate de la zone imprégnée (12). Une sorte de plan de construction est donc établi avant le début du travail par le moyen de traces odorantes. La portée de ce plan est particulièrement frappante lors de la cérémonie bien connue de l'emmuration de la reine chez les *Macrotermes*. Après avoir ouvert une chambre royale, les ouvriers se forment rapidement en cortège et se mettent à circuler autour de la reine. C'est le phénomène qu'a découvert ESCHERICH (13) et qu'il a décrit sous le nom de carrousel. Ce carrousel ne dure que quelques minutes, une intense activité de construction lui succédant. Mais nous supposons qu'il a suffi pour imprégner de substances odorantes une certaine surface entourant la reine et pour délimiter de cette façon la zone à l'extérieur de laquelle la nouvelle paroi pourra être construite. La reine se trouve ainsi automatiquement au centre de la nouvelle chambre royale.

5. L'UNITÉ DE LA COLONIE

Les individus d'une société d'insectes restent toujours fidèles les uns aux autres. Il leur arrive de s'écarter du nid, mais ils y sont toujours ramenés par l'odeur propre de leur société. Il s'agit d'une attraction réciproque des individus

[1] Ce sont des cellules spéciales dans lesquelles se développent de jeunes reines de remplacement, dites de sauveté.

les uns pour les autres dans le sein d'une même société. Cette interattraction est due à une phéromone caractéristique de l'espèce, par exemple le cis-hexénol (14) chez *Kalotermes flavicollis*. A celle-ci peuvent s'adjoindre des substances odorantes caractéristiques d'une colonie ou de l'autre. Ces dernières, qui permettent aux individus d'identifier leur société ou leur colonie, dépendraient plutôt de facteurs extérieurs. Chez les abeilles, c'est la reine qui attire les ouvrières, et la substance qui les attire, ou substance royale *(queen substance)*, est un mélange d'acide 9-oxo-décénique et d'acide hydroxy-9 décène-2 transoïque sécrété par la glande mandibulaire de la reine. C'est aussi cette sécrétion qui provoque la formation de l'essaim (15).

6. LA FORMATION DES CASTES

Comme on l'a vu plus haut, il y a toujours division du travail dans une société à castes. Cette division du travail peut être conditionnée par une régulation phéromonale du développement des individus, on l'a démontré dans le cas des abeilles et celui des termites. Chez les abeilles, c'est de nouveau la substance royale qui joue le rôle le plus important. Sa présence modifie le comportement des ouvrières de telle sorte qu'elles ne construisent pas de cellules de jeunes reines. Son absence entraîne au contraire leur création. De plus cette substance royale a un effet inhibiteur sur le développement des ovaires des ouvrières. Quand elle manque, certaines ouvrières deviennent fertiles et pondent des œufs (16) qui ne seront pas fécondés et donneront par conséquent des faux-bourdons. La substance royale agit dans ce cas en inhibant les Corpora allata, dont l'hormone est indispensable à la maturation des œufs (16a).

Le sort des larves, leur développement en ouvrière ou en reine, dépend aussi d'une phéromone que les ouvrières mélangent à la nourriture des larves destinées à donner des reines (17). On sait que c'est la forme de la cellule qui commence par déterminer le futur développement de la larve. C'est elle qui entraîne les ouvrières à livrer une qualité de nourriture ou l'autre, et seule la nourriture délivrée aux cellules de futures reines contient une substance déterminante. On n'en connaît pas encore précisément la composition chimique. On suppose que cette substance, elle aussi, agit sur le développement de la larve par la voie du système endocrinien.

Chez le termite *Kalotermes flavicollis*, les individus sexués, roi et reine, émettent des phéromones spécifiques qui, absorbées par les larves, orientent leur développement de telle sorte qu'ils ne deviennent pas des sexués de remplacement. Mais dès que les sexués fonctionnels sont retirés de la colonie, toutes les larves qui se trouvent alors dans une certaine phase critique, suivant immédiatement la mue, se développent en sexués de remplacement (18). Les phéromones des individus sexués sont émises avec les excréments. Les larves les ingèrent et peuvent les transmettre à d'autres larves. Elles agissent, comme la substance déterminante de l'abeille, par l'intermédiaire du système endocrinien. Il est très probable qu'elles exercent une action sur les cellules neurosécrétoires

du cerveau et, par cette voie, sur divers processus métaboliques et sur le mécanisme des mues (19). A côté des phéromones inhibitrices, on a pu mettre en évidence un facteur stimulant. Il se forme dans la tête des mâles et, en l'absence d'une femelle fonctionnelle, facilite la formation d'une femelle de remplacement.

Des phéromones semblables conditionnent aussi la formation des autres castes. Chez *Kalotermes flavicollis*, on a pu démontrer récemment que la présence de soldats actifs inhibe fortement la formation de nouveaux soldats (20). On n'en a pas encore la preuve, mais on peut supposer l'existence d'une phéromone particulière qui inhiberait nettement la différenciation en soldats chez les larves susceptibles d'évoluer dans ce sens. Comme la formation de soldats est normalement déclenchée par la sécrétion de l'hormone juvénile (21), on doit admettre qu'ici aussi la phéromone agit sur le système endocrinien et inhibe les Corpora allata. L'action de cette phéromone des soldats ne serait pas aussi efficace que celle des phéromones inhibitrices des individus sexués. Ces dernières empêchent absolument la formation d'individus sexués, même dans une grande colonie. Tandis que la présence de soldats n'empêche pas l'apparition de quelques nouveaux soldats. Mais la proportion des soldats par rapport à l'ensemble de la colonie reste à peu près constante (18). Il faut donc aussi supposer qu'un certain seuil de concentration de la phéromone doit être atteint pour que l'inhibition soit complète. Des mécanismes semblables assurent des proportions constantes dans le nombre des individus des différentes castes.

7. LA RECONNAISSANCE INDIVIDUELLE

Malgré l'importance de l'intégration de la société d'insectes par les substances odorantes et autres phéromones, il semble bien que les individus puissent dans certains cas se reconnaître personnellement. Les travaux de RUPPLI (22) sur l'élimination des individus sexués en surnombre chez *Kalotermes* donnent en tout cas une base sérieuse à cette théorie. Quand il y a dans une colonie de cette espèce plus d'un individu reproducteur de chaque sexe, ceux-ci se mettent à se battre. Les femelles s'y montrent généralement plus agressives que les mâles. Dans le cas où il y a deux mâles, elles peuvent en attaquer un. Ces assauts sont souvent sans conséquence, mais ils se répètent à l'occasion de chaque rencontre. On a pu observer alors qu'une femelle donnée attaque toujours le même mâle et, dans des conditions semblables, ignore l'autre. Elle distingue donc les deux mâles l'un de l'autre, et comme les termites sont aveugles, on peut supposer que son odorat lui permet de déceler des particularités individuelles. Il existerait donc, en plus des odeurs propres à l'ensemble de la colonie, des odeurs individuelles. Les individus sont-ils reconnaissables par des phéromones personnelles ou par des substances étrangères dont ils seraient porteurs et que leurs congénères seraient capables de distinguer ? C'est un point sur lequel on ne peut encore se prononcer. Ce mécanisme, malgré l'aspect

individuel qu'il présente, se rattache étroitement au processus régulateur de la formation des castes. Il doit donc être considéré comme l'un de ceux qui assurent l'intégration de la société.

8. CONCLUSIONS

Les phéromones sont certainement l'élément le plus important de la coordination ou de l'intégration dans la vie de la société d'insectes. Elles représentent pour celle-ci ce que les hormones sont à un organisme. Elles assurent la coordination harmonieuse des fonctions des différents individus et de plus dirigent de façon fort précise les processus de développement qui sont à l'origine de la différenciation morphologique des diverses catégories d'individus. On ne peut dénier aux individus une certaine personnalité, nous venons de le voir, mais on doit bien considérer qu'un système aussi profondément intégré qu'une société d'insectes est une sorte d'individu lui-même. On parle volontiers de superorganisme. Cette conception de la société d'insectes se révèle très adéquate. Elle aide certainement à comprendre l'ensemble des problèmes de la coordination et de l'évolution de la société d'insectes.

BIBLIOGRAPHIE

(1) KARLSON, P. et LÜSCHER, M. 1959. — *Nature* (London), *183*, 55.
(2) SHEARER, D. A. et BOCH, R. 1966. — *J. Insect Physiol.*, *12*, 1513.
(3) KAISSLING, K.-E. et RENNER, M. 1968. — *Z. vergl. Physiol.*, *59*, 357.
(4) LINDAUER, M. et KERR, W. E. 1958. — *Z. vergl. Physiol.*, *41*, 405.
(5) LÜSCHER, M. et MÜLLER, B. 1960. — *Naturwiss.*, *47*, 503.
(5 a) BECKER, G. et PETROWITZ, H.-J. 1967. — *Naturwiss.*, *54*, 16.
(6) BOCH, R., SHEARER, D. A et STONE, B C. 1962. — *Nature* (London), *195*, 1018.
(7) SHEARER, D. A. et BOCH, R. 1965. — *Nature* (London), *206*, 530.
(8) REGNIER, F. E. et WILSON, E. O. 1968. — *J. Insect Physiol.*, *14*, 955.
(9) MOORE, B. P. 1964. — *J. Insect Physiol.*, *10*, 371.
(10) BUTLER, C. G. 1959. — *Proc. R. ent. Soc. London* (A), *34*, 137.
(11) BUTLER, C. G., CALLOW, R. K. et JOHNSTON, N. C. 1961. — *Proc. R. Soc.* B, *155*, 417.
(12) HOWSE, P. E. et LÜSCHER, M. — Observations non publiées.
(13) ESCHERICH, K. 1909. — *Die Termiten oder weissen Ameisen*. Leipzig.
(14) VERRON, H. 1963. — *Insectes sociaux*, *10*, 167.
(15) BUTLER, C. G. 1969. — *Proc. VI Congr. IUSSI*, Bern, 19.
(16) VERHEIJEN-VOOGD, C. 1959. — *Z. vergl. Physiol.*, *41*, 527.
(16a) LÜSCHER, M. et WALKER, I. 1963. — *Rev. suisse Zool.*, *70*, 304.
(17) REMBOLD, H. 1969. — *Proc. VI Congr. IUSSI*, Bern, 239.
(18) LÜSCHER, M. 1961. — Insect Polymorphism, Symp. 1, *R. ent. Soc. London*, 57.
(19) — 1963. — *Proc. 16. Internat. Congr. Zool.*, Washington D.C., 4, 244.
(20) SPRINGHETTI, A. 1969. — *Proc. VI Congr. IUSSI*, Bern, 267.
(21) LÜSCHER, M. 1969. — *Proc. VI Congr. IUSSI*, Bern, 165.
(22) RUPPLI, E. 1969. — *Insectes sociaux*, *16*, 235.