



# Du gaz à tous les étages

Un système de communication chimique très complexe parcourt le corps de la fourmi. Le nombre de glandes\* exocrines\*\* peut varier considérablement d'une espèce à l'autre. A ce jour, 75 de ces glandes sont répertoriées pour la famille des *Formicidae* (BILLEN, 2009a).

Elles sont capables de synthétiser et libérer une grande variété de molécules. Elles les utilisent comme signaux chimiques (BERGSTRÖM, 1981) à plus ou moins grande distance pour communiquer, recruter des congénères, attaquer ou se défendre, attirer sexuellement les partenaires, gérer leur territoire (la fameuse « signature chimique » autrement appelé « passeport colonial ») ou encore lutter contre les agents infectieux ou bactériens.

Plusieurs glandes réparties à différents endroits du corps participent au même « service ». Par exemple, la phéromone d'alarme peut être sécrétées soit par la glande de Dufour, soit la glande mandibulaire, la glande à venin ou encore la glande pygidiale. Nonobstant, l'une de ces glandes peut cumuler à elle seule plusieurs fonctionnalités (sexuelle + défensive + immunitaire par exemple).

Certaines sont mieux connues comme la glande de Dufour qui est impliqué dans le déplacement des fourmis et leur repérage dans l'espace, d'autres pour lesquelles les études sont encore trop fragmentaires pour en révéler leur secret. Des insectes sociaux (tels que les termites ou les abeilles) ont été de ce point de vue, mieux étudiés et documentés que les fourmis. Nous proposons ici de faire un rapide tour d'horizon du système ganglionnaire afin d'y voir plus clair dans cette complexe « usine à gaz » !

---

(\*) Se référer aux renvois des numéros (sous crochets [1]) dans la planche anatomique [page...](#)

(\*\*)Glandes qui délivrent des sécrétions à la surface du corps, dans les pores ou des cavités naturelles communiquant avec le milieu extérieur. A l'inverse, les glandes endocrines ne sont pas décrites ici.

## I.- Les glandes de tête (Fig. 1)

La **glande postpharyngienne [1]** produit de la salive (rôle digestif) et stocke des phéromones destinées à la fabrication de lipides pour nourrir le couvain et délivrés lors des léchages et/ou des échanges trophallactiques. Elle participe à la reconnaissance sociale entre congénères (BILLEN, 2009a).

La **glande prépharyngienne [2]** sécrète des enzymes digestives facilitant l'assimilation des aliments (BILLEN, 2009a).

Le rôle des **glandes mandibulaires [3]**, placées de chaque côté de la tête et commun à l'ensemble des castes, n'est pas correctement connu chez toutes les espèces de fourmis. Elles serviraient à pétrir et ramollir les aliments et seraient utilisées comme phéromones d'alarme (BILLEN, 2009a). En revanche, cette glande est connue dans le cas des fourmis *Colobopsis* du groupe *cylindricus* (dites fourmis « explosives »). La

glande mandibulaire hypertrophiée accumule des substances visqueuses et toxiques, et lorsque l'ouvrière doit défendre le nid elle se fait littéralement exploser et englué l'ennemi (DAVIDSON *et al.*, 2011).

Chez les abeilles elles inhiberaient le développement ovarien (BARBIER *et al.* 1960). Chez le genre *Bombus*, elles pourraient jouer un rôle dans l'activité nidificatrice mais aussi de l'élaboration de phéromones volatiles permettant aux mâles de marquer leur territoire et pour les femelles de percevoir une odeur (HEROIN *et al.* 1970). Plusieurs recherches anciennes (BACKER *et al.*, 1959 ; CALLOW *et al.*, 1959 ; REMBOLD *et al.*, 1964 ; PAIN, 1968) ont essayé de mettre en évidence leur rôle dans la transformation de la jeune larve d'ouvrière en reine sans y arriver (dévolue plutôt au domaine de l'endocrinologie, com. pers. R. Blatrix, 2021).

Les **glandes maxillaires [4]** lubrifient les pièces buccales mais leur rôle reste encore à préciser.

## II.- Les glandes du Mesosoma et des pattes (Fig. 2 & 4)

Les **glandes labiales (= salivaires) [5]**, se situent dans le thorax et débouche au niveau de la langue. Elles fabriquent les enzymes digestives. La salive larvaire et adulte contribue à ramollir les aliments (DELAGE, 1962) et joue un rôle social dans la trophallaxie. Celle des larves donne la soie du cocon (=acides aminés) chez les genres qui en ont un (*Formicinae* par exemple).

Chez les bourdons (*Bombus*) les phéromones sexuelles y sont produites (COPPEE, 2005).

Les **glandes métapleurales (= métasternales ou métathoraciques) [6]**, propres aux fourmis (HÖLLDOBLER *et al.*, 1984) sont situées à l'arrière du thorax. Elles sécrètent des substances antibiotiques et antifongiques qui protègent la fourmi et contribuent à maintenir la propreté du nid.

Les **glandes exocrines des pattes [7 à 26]** n'ont été que récemment étudiées et présentent une grande variété avec pas moins de vingt glandes répertoriées et disséminées du coxa au prétarse (BILLEN, 2009b). Certaines de ces glandes sont propres aux Hyménoptères *Formicidae*, d'autres propres seulement à certains genres ou espèces de fourmis. Il semble que leur principale fonction est lubrificatrice (glande basicoxale [7], coxale [8], trochantérienne [9] ou du tendon tibial [14]) mais participent aussi à d'autres fonctions : phéromones de piste\* (la glande basitarsale [20], la « footprint gland » [25] ou les glandes tibiales), sexuelles (métatibiales chez certaines espèces *Diacama* (*Ponerinae*), (NAKATA *et al.*, 1998).

Il est d'usage de penser que la glande de l'éperon tibial [18] (ou se trouve le strigile ou « peigne » tibial) participe au nettoyage des antennes. Pour autant, les connaissances actuelles ne prouveraient en rien cette fonctionnalité (BILLEN, 2009b).

Enfin, la ou les fonctions de la glande du trochanter [9], apicofémorale [10], distofémorale-s [11,12], proximotibiale [13], métatibiale [15], apicotibiale [16], distotibiale [17], de la glande de nettoyage antennaire décrite sur les tibias antérieurs du Genre *Messor* (SCHÖNITZER *et al.*, 1989 ; SCHÖNITZER *et al.*, 1996), [19], tarsomères

# Planches anatomiques

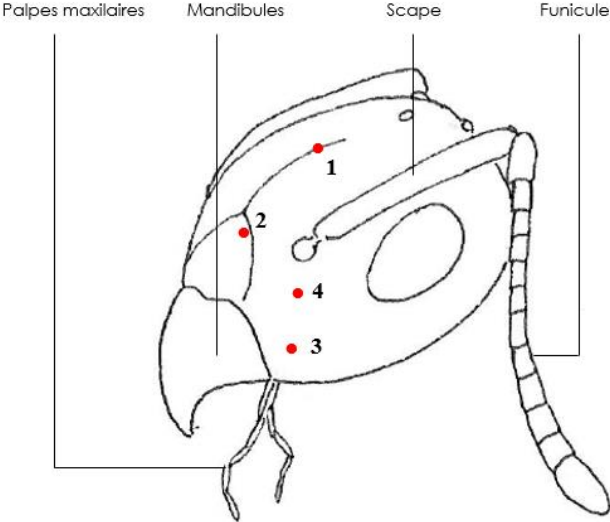


Fig.1 – Tête vue de ¾ et glandes associées

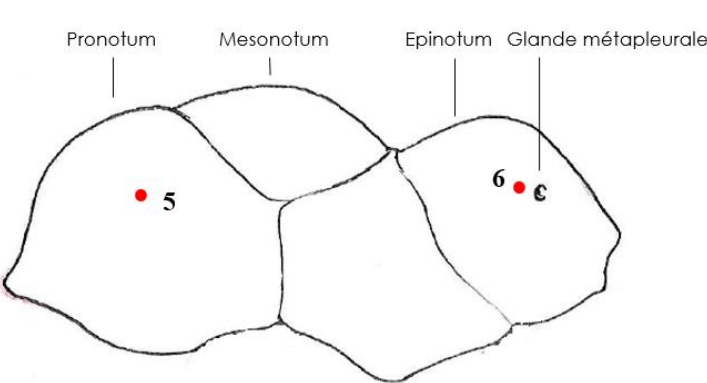


Fig. 2 – Mesosoma

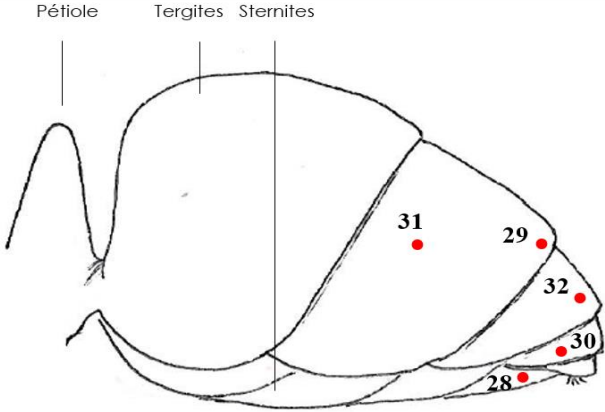


Fig. 3 – Gastre

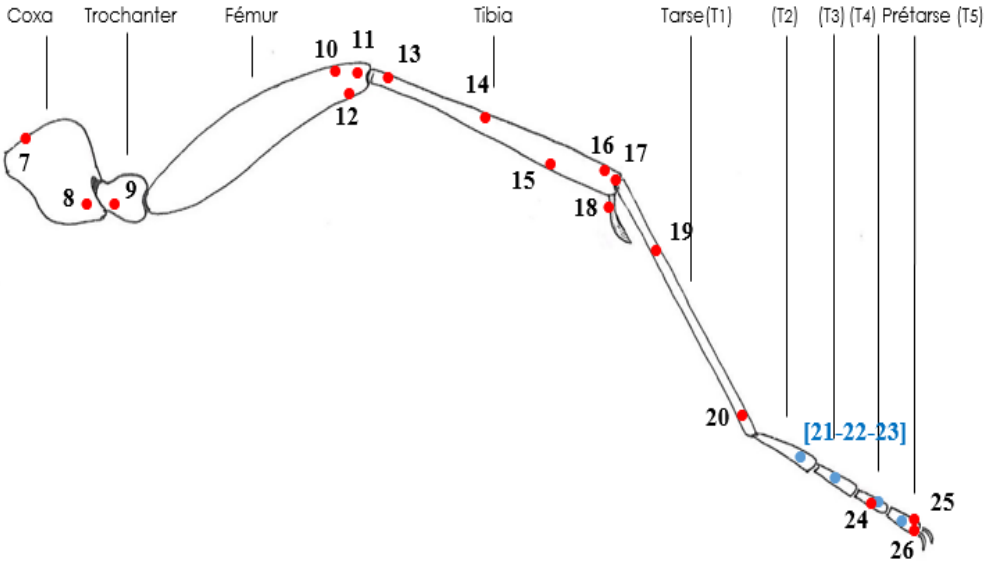


Fig. 4 - Patte

[21,22,23] présents sur l'ensemble des Tarses T2 à T5, de la troisième glande tarsomère [24], de l'arolium [26], ou celle de l'éperon tibial restent encore à préciser.

---

(\*)Chez d'autres insectes sociaux (abeilles et guêpes), certaines glandes dites « glandes d'Arnhart », sont impliquées dans la communication par les phéromones déposées par les tarsi. Elles servent à marquer les fleurs visitées ou l'entrée du nid pour leurs congénères (LENSKY *et al.*, 1987 ; KLOWDEN, 2008).

### III.- glandes du gastre (Fig. 3)

La **glande de Dufour** [28], sécrète les phéromones territoriales marquant l'abord du nid et permettant aux ouvrières de se repérer et de rejoindre le nid. Elles alertent et attirent d'autres congénères en présence d'un intrus indésirable. La stabilité des molécules une fois diffusées dans l'air peut être hétérogène : les phéromones de piste sont par exemple plus stables que les phéromones d'alarme (KLOWDEN, 2008). L'aiguillon frotté au sol par une ouvrière permet de sécréter les phéromones de piste conduisant aux sources alimentaires. Notons que les fourmis dépourvues d'un appareil vulnérant utilisent le même mécanisme avec leur abdomen (KLOWDEN, 2008). Ces phéromones sont aussi utilisées pour le déménagement vers un nouveau nid et dans les raids de certains taxons escalavagistes. Enfin, la glande de Dufour dispose de propriétés fongistatiques, bactériostatiques et nématocides comme chez tous les insectes sociaux (ROSENGAUS *et al.*, 2000).

Les **glandes tergales** [29] présentent uniquement chez les individus sexués se situent sous les tergites abdominaux et libèrent des phéromones sexuelles permettant d'attirer les partenaires. Chez les abeilles (*Apis*) les glandes tergales pourraient jouer un rôle de régulateur sur le développement des ovaires (VELTHUIS, 1970 ; WOSSLER *et al.*, 1999 ; OLABIMPE *et al.*, 2019).

La **glande rectale** [30]. Peu d'information quant à son rôle. Elle jouerait un rôle dans la rétention de l'eau des excréments.

La **glande à venin** [31] reliée à l'aiguillon, produit divers composés selon les espèces tels que des alcaloïdes, des peptides, des acides aminés ou encore de l'acide méthanoïque (CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) appelé familièrement « acide formique ». La sécrétion contient de 41 à 54 % d'acide formique pur, selon les espèces (STUMPER, 1952) et jusqu'à 65% chez *Formica rufa* (LOFQVIS, 1976 ; CHAUVIN, 2015). Il est utilisé pour tuer les proies (détruisant les protéines) ou pour se défendre. Analogue à celui des Hyménoptères Apidés -tels que l'abeille ou le frelon-, on en trouve également dans le pouvoir urticant de l'ortie (*Urtica*) par exemple. Si les *Ponerinae* et *Myrmicinae* possèdent un aiguillon permettant d'injecter le venin dans les proies ou les ennemis, les *Dolichoderinae* diffusent le venin (souvent des alcaloïdes) via la fente cloacale et les *Formicinae* (souvent des acides) via l'acidopore avec parfois une projection d'acide chez certaines espèces.

Les **glandes pygidiales** [32] situées à l'extrémité du gastre servent aux soins, à avertir les congénères et éloigner les intrus indésirables, leurs sécrétions malodorantes sont surtout défensives. Longtemps appelées « glandes anales » chez les *Dolichoderinae*

(BILLEN, 1986) elles élaborent des esters répulsifs et volatiles comme l'odeur d'acide butyrique (« beurre rance ») (BERNARD, 1968).

Le groupe des **glandes intersegmentaires** (glandes sternales, dorso-latérales, latéro-ventrales et tergo-sernales) trouvées entre les différents tergites et sternites auraient une fonction lubrifiante (JESSEN *et al.*, 1983).

## Conclusion

Voici donc un résumé du schéma ganglionnaire d'une fourmi. Il convient néanmoins de rester prudent car si les technologies récentes ont permis de reconstituer une partie du puzzle, il reste encore beaucoup à apprendre et à comprendre. Le champ de recherche à ce niveau a donc encore de l'avenir.

## Remerciements :

## Bibliographie :

Barbier M., Lederer E. (1960). Structure chimique de la « substance royale » de la reine d'abeille (*Apis mellifica* L.) C.R. Acad. Sc, 250 : 4467-4469.

Bergström G. (1981). Chemical aspects of insect exocrine signals as a means for systematic and phylogenetic discussions in aculeate Hymenoptera. Entomologica Scandinavica, Suppl. 15: 173-184.

Bernard F. (1968). Les fourmis (*Hymenoptera Formicidae*) d'Europe occidentale et septentrionale.

Billen, J. (1986). Etude morphologique des glandes tarsales chez la guêpe *Polistes annularis* (L.) (Vespidae, Polistinae). Actes des Colloques Insectes Sociaux 3, 51-60.

Billen J. (2009a). Diversity and morphology of exocrine glands in ants. Proceedings XIX Simpósio Mirmecologia, Ouro Preto, Brasil, 17, 21.

Billen J. (2009b). Occurrence and structural organization of the exocrine glands in the legs of ants. Zoological Institute, K. Belgium. Arthropod Structure & Development 38 : 2-15.

Callow R. K., Johnston N. C., Simpson J. (1959). 10-hydroxy- $\Delta^2$ -decanoic acid in the honeybee (*Apis mellifera*). Experientia, 15, 11 421.

Chauvin F. (2015). L'envenimation par les fourmis. Thèse pour le diplôme d'Etat de docteur en pharmacie. Université de Poitiers.

Copée A. (2005). Caractérisation des sécrétions des glandes labiales céphaliques des mâles de *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae) en fonction de l'âge. Université de Mons-Hainaut – faculté des sciences – Laboratoire de zoologie.

Davidson, D.W., Salim, K.A. and Billen, J. (2011). Histology of structures used in territorial combat by Borneo's 'exploding ants'. Acta Zoologica (Stockholm) 00:1-5.

Delage B. (1962). Recherches sur l'alimentation des fourmis granivores *Messor capitatus* Latr. Insectes sociaux, Tome IX, n° 2.

Heroin Y., Ramade F., Picard M., Vallée P. (1970). Contribution à l'étude histologique et ultrastructurale des glandes mandibulaires et annexes de quelques *Anthophoridae*. Apidologie, Springer Verlag, 1 (3), pp.271-307. hal-00890291.

Hölldobler, B.; Engel-Siegel, H. (1984). On the metapleural gland of ants. Psyche, v.91, p.201-224,

Jessen, K.; Maschwitz, U. (1983). Abdominaldrüsen bei *Pachycondyla tridentata* (Smith): Formicidae, Ponerinae. Insect. Soc., v.30, p.123-133.

Klowden M. J., (2008). Physiological systems in insects (2d édition) ISBN13 : 978-0123694935 AP Edition.

Lensky, Y., A. Finkel, P. Cassier, A. Teeshbee and R. Schlesinger (1987). The tarsal glands of honeybee (*Apis mellifera* L.) queens, workers and drones chemical characterization of foot-print secretions. Honeybee Sci. 8: 97-102.

Lofqvist, J. (1976). Formic acid and saturated hydrocarbons as alarm pheromones for the ant *Formica rufa*. Journal of insect physiology.

Nakata, K., Tsuji, K., Hölldobler, B., Taki, A., (1998). Sexual calling by workers using the metatibial glands in the ant, *Diacamma* sp., from Japan (Hymenoptera: Formicidae). Journal of Insect Behavior 11, 869-877.

Noirot Charles, (1985). Pheromones, polymorphisme et reproduction chez les Insectes sociaux. In: Bull. de la Sté entomologique de France, volume 90 (5-8), Livre du Cent Cinquantenaire. Paris, 6-9 juillet 1982. Comptes rendus des travaux. VIII (Supplément) pp. 1199-1207;

Passera L., Aron, S. (2005). Les fourmis : comportement, organisation sociale et évolution. Canadian Science Publishing. 480 pp.

Rembold H., Hanser G. (1964). Über den Weiselzellenfuttersaft der Honigbiene, VIII. Nachweis der determinierenden Prinzips im Futtersaft der Königinnenlarven. Hoppe-Seyler's Z., physiol. Chem., 339, 251-254.

Olabimpe O. Okosun, Abdullahi A. Yusuf, Robin M. Crewe, Christian W. W. Pirk. (2019), Tergal gland components of reproductively dominant honey bee workers have both primer and releaser effects on subordinate workers. Apidologie, Springer Verlag, 50 (2), pp.173-182. 10.1007/s13592-018-0628-5. hal-02488846.

Pain J (1968). La biochimie des nourritures larvaires des reines et des ouvrières d'abeilles (*Apis mellifica* L.) Revue des travaux du max planck institut. Les Annales de l'Abeille, INRA Editions, 11 (1), pp.49-62. hal-00890263.

Schönitzer, K., Dott, H., (1989). Eine Drüse als Bestandteil des tibio-tarsalen Putzapparates der Ameise *Messor rufitarsis* (Hymenoptera, Formicidae). Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 82, 191.

Schönitzer, K., Dott, H., Melzer, R.R., (1996). The antenna cleaner gland in *Messor rufitarsis* (Hymenoptera, Formicidae). Tissue and Cell 28, 107-113.

Stumper, R. (1952). Données quantitatives sur la sécrétion d'acide formique par les fourmis. Comptes Rendus (Hédomadaires) des Séances de l'Académie des Sciences 234:149-152.

Velthuis H.H.W. (1970). Queen substance from the abdomen of the honey-bee queen. Z. vergl. Physiol. 70 : 210-222.

Wosler, T. C., Crewe, R. M. (1999). The releaser effects of the tergal gland secretion of queen honeybees (*Apis mellifera*). Journal of insect behavior, 12(3), 343-351.

## Sites internet :

<http://www.pnaopie.fr/dictionnaire-d-entomologie/index.html>  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/exocrine/32160>