

Signature chimique caractéristique de la fratrie chez l'Abeille

par Gérard Arnold

Laboratoire de Neurobiologie Comparée des Invertébrés - BP 23-91440 Bures-sur-Yvette

Alors que les abeilles ont toutes la même mère (la reine), elles peuvent avoir un père différent : plusieurs fratries coexistent ainsi dans la ruche.

Récemment, on a montré que ces fratries présentent toutes une signature chimique spécifique avec des conséquences potentielles sur l'organisation sociale de la colonie.

La jeune reine d'abeille est fécondée, lors du vol nuptial, par plusieurs mâles (environ 17). Les ouvrières, filles de la reine, ont alors, soit le même père et ce sont des super-sœurs, soit un père différent et ce sont des demi-sœurs. Chaque ensemble de super-sœurs constitue une fratrie : il y a donc coexistence de plusieurs fratries dans la colonie, autant qu'il y a de mâles fécondant la reine.

*Les ouvrières
sont-elles capables
de reconnaître leurs
liens de parenté,
en particulier leurs
super-sœurs ?*

La réponse à cette question est intéressante, car si les ouvrières distinguent leurs super-sœurs de leurs demi-sœurs, cela entraîne d'importantes conséquences pour l'organisation sociale de la colonie. On peut dans ce cas émettre

l'hypothèse que les ouvrières d'une même fratrie collaborent davantage avec leurs super-sœurs et même qu'elles favorisent peut-être leur fratrie aux dépens des autres lors de l'élevage de larves de reines ou d'ouvrières, par exemple.

Dans l'obscurité de la ruche, l'utilisation de repères visuels est impossible. Le seul moyen de reconnaissance, c'est l'odeur des ouvrières. Cette odeur, portée par leur cuticule, serait principalement due à des hydrocarbures (molécules constituées d'une succession de 20 à 35 atomes de carbone environ). En fait, le "profil cuticulaire" (c'est à dire la répartition qualitative et quantitative de ces molécules à la surface de la cuticule) serait caractéristique et constituerait la "signature chimique" de l'ouvrière.

Aussi, pour savoir si les ouvrières d'une même fratrie ont une même odeur, une expérimentation associant les méthodes de la génétique moléculaire à celles de l'analyse chimique a été réalisée au LNCl. Les résultats de ces travaux viennent d'être publiés dans la revue *Nature*.

*Des méthodes
chimiques
et moléculaires*

Au début de l'expérience, trois lots d'ouvrières naissantes issues de la même colonie ont été constitués, puis les abeilles ont été élevées

jusqu'à l'âge de 5 jours :

- ouvrières "de ruche" : les abeilles ont été marquées par une tache de peinture afin de pouvoir les retrouver dans la ruche où elles ont été replacées ;

- ouvrières "groupées" : elles ont été placées par groupes de 10 dans des cagettes ;

- ouvrières "isolées" : elles ont été élevées individuellement dans des petits tubes.

Les deux derniers lots ont été maintenus dans une étuve à 33°C.

Les abeilles ont été élevées selon ces différentes conditions afin de déterminer la part respective des facteurs génétiques et environnementaux dans leurs profils d'hydrocarbures cuticulaires.

Chez les ouvrières isolées, les hydrocarbures ont uniquement une origine génétique, alors que chez les abeilles groupées, ils peuvent également provenir des congénères par contacts et frottements. Quant aux abeilles de ruche, ils peuvent provenir en plus, de l'environnement (par exemple de la cire des rayons).

Cinq jours plus tard, les ouvrières de chaque lot ont été individuellement analysées pour déterminer d'une part, leur profil d'hydrocarbures cuticulaires et d'autre part, leur appartenance à une fratrie en utilisant des marqueurs nucléaires, les microsattellites.

Les hydrocarbures cuticulaires ont été extraits cinq minutes dans du pentane et analysés en chromatographie.

graphie en phase gazeuse, couplée à la spectrométrie de masse. Les analyses ont été réalisées par Benoît De Schepper, au Laboratoire des Médiateurs Chimiques (INRA Versailles). Enfin, l'analyse des données a été réalisée au moyen de trois méthodes : l'analyse factorielle des correspondances, l'analyse factorielle discriminante et la méthode linéaire généralisée.

Des résultats significatifs

Chacune des ouvrières des trois lots a été caractérisée par sa fratrie : on a ainsi pu montrer que la colo-

nie d'origine était composée de 16 fratries différentes.

Pour les hydrocarbures cuticulaires, vingt-six composés ont été identifiés, appartenant tous aux quatre principales classes d'hydrocarbures à longues chaînes. La plupart correspondent à des hydrocarbures saturés (alcane), le reste se répartissant entre hydrocarbures insaturés et branchés. Leur concentration a été mesurée pour chaque abeille.

L'analyse statistique établit, de façon significative, que le profil d'hydrocarbures de chacune des fratries est globalement invariant

d'une abeille à l'autre : en d'autres termes, les ouvrières d'une même fratrie ont à peu près la même odeur. Cette dernière est, plus ou moins, différente d'une fratrie à l'autre et constitue ainsi la signature chimique caractéristique de la fratrie.

Par ailleurs, nous avons pu montrer que des conditions d'élevage différentes (abeilles isolées, groupées ou en ruche) ne modifient pas fondamentalement la séparabilité des profils d'hydrocarbures des différentes fratries. Même dans la ruche, où les transferts d'hydrocarbures peuvent exister entre les

L'abeille domestique (Apis mellifica), est un très bon modèle d'étude de la communication chez les insectes sociaux. (Cliché P. Velay - OPIE)



ouvrières ou avec les rayons de cire, les abeilles portent sur elles une signature chimique qu'elles peuvent éventuellement utiliser pour déterminer leur appartenance à une fratrie donnée.

Des conséquences potentielles sur l'organisation sociale de la colonie

Nos résultats montrent que les hydrocarbures cuticulaires de l'abeille possèdent les conditions nécessaires, variabilité suffisante et bases génétiques, pour servir de signature utilisable dans la reconnaissance des fratries. L'utilisation des microsatellites nous a donc permis d'étendre aux conditions naturelles les résultats préliminaires obtenus avec des colonies ne comportant que deux fratries et utilisant des marqueurs morphologiques.

Une conséquence potentielle de la reconnaissance des fratries est que les ouvrières pourraient augmenter le succès reproductif de leur propre fratrie en diverses circonstances telles que l'élevage des

larves de reine super-sœurs, ou par le nourrissage préférentiel d'ouvrières pondueuses, super-sœurs également. De tels comportements népotiques, qui ont été proposés par certains auteurs mais refusés par d'autres, impliquent la reconnaissance de la fratrie.

Nos résultats ne résolvent pas cette controverse. Néanmoins, l'existence d'une signature chimique caractéristique de la fratrie suggère que les abeilles ont les capacités de réaliser de tels comportements. Il reste maintenant à étudier si elles le font vraiment. ●

Fig. 1 : Profils d'hydrocarbures de deux abeilles appartenant à deux fratries différentes. Seuls les 14 composés ayant une concentration mesurable ont été conservés pour l'analyse statistique : alcanes (C23, C25, C27, C29, C31), alcènes (C23-1, C27-1, C29-1, C31-1, C33-1), alca-diènes (C33-2) et alcanes branchés (Me-C27, Me-C29, Me-C31).

Pour en savoir plus

Arnold G., Quenet B., Cornuet J.M., Masson C., De Schepper B., Estoup A., Gasqui P., 1996. *Nature*, 379, 498.

Estoup A., Solignac M., Harry M., Cornuet J.M., 1993. *Nucleic Acids Res.* 21, 1427-1432.

Oldroyd B.P., Rinderer T.E. & Buco S.M., 1991. *Anim. Behav.* 42, 121-129.

Page R.E., Robinson G.E. & Fondrk M.K., 1989. *Nature* 338, 576-579.

Page R.E., Metcalf R.A., Metcalf R.L., Erickson E.H. & Lampman R.L., 1991. *J. Chem. Ecol.* 17, 745-756.

L'auteur

Gérard Arnold est chargé de recherches au CNRS depuis 1981, au Laboratoire INRA-CNRS de Bures-sur-Yvette dirigé par Claudine Masson. Après avoir travaillé sur le système olfactif et les communications chimiques intra- et interspécifiques de l'abeille, il étudie maintenant les bases génétiques de la reconnaissance de parenté chez cet insecte.

