

CAMOUFLAGE CHIMIQUE CHEZ LA REINE DE *Polyergus rufescens* LORS DE LA FONDATION

Christine ERRARD^{1,2} & Patrizia D'ETTORRE³.

¹Laboratoire d'Ethologie et Pharmacologie du Comportement, Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours (France)

²Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Av. J.B. Clément, Université Paris Nord, 93430 Villetaneuse (France)

³Dipartimento di Etologia Ecologia ed Evoluzione, via A. Volta, 6, 56126 Pisa (Italy)

Résumé. *Polyergus rufescens*, esclavagiste obligatoire, dépend de l'espèce esclave *Formica cunicularia*. Après l'accouplement, la reine *P. rufescens* pénètre dans un nid de *F. cunicularia*, tue la reine hôte et se fait adopter par les ouvrières adultes. Pour comprendre comment la reine *P. rufescens* peut s'introduire dans la colonie de *F. cunicularia*, nous avons étudié les profils cuticulaires de la reine *P. rufescens* (avant et après adoption) et les avons comparés à ceux de la reine esclave tuée après usurpation ou vivant en colonie monospécifique. Les résultats montrent que le profil chimique de la reine *P. rufescens*, avant qu'elle entre dans le nid de *F. cunicularia*, diffère de celui de la reine *P. rufescens* après son adoption dans le nid de *F. cunicularia*. En effet, avant son adoption, la reine *P. rufescens* n'a pas de véritable visa chimique, son profil ne possédant que quelques traces d'hydrocarbures. D'autre part, une fois son adoption réalisée, la reine *P. rufescens* acquiert, d'une façon inconnue, des hydrocarbures semblables à ceux de la reine hôte.

Mots-clés. Fourmis esclavagistes, fondation, signature chimique de la reine.

Abstract. Chemical disguise by the queen of the slave-making ant *Polyergus rufescens* during colony foundation.

The process of colony usurpation in the obligatory slave-making ant *Polyergus rufescens* was investigated from a chemical point of view. To understand how this parasite can integrate into a host colony, the cuticular hydrocarbons of the slave-making female, before and after adoption, were compared to that of the slave queen killed by the parasite or living in monospecific colonies. The results show that the chemical profiles of the *P. rufescens* queens before and after adoption are different. The young *P. rufescens* female has only few traces of hydrocarbons probably to favour its adoption in the host colony. After usurpation, by camouflage or mimicry, the cuticular profile of the slave-maker becomes more similar to that of the *F. cunicularia* from monospecific colony.

Key words. Slave-making ants, colony founding, queen chemical signature.

INTRODUCTION

Chez les parasites sociaux, la fondation d'une colonie est particulière car la jeune femelle fécondée n'est pas capable de fonder une colonie de façon indépendante et doit, peu après l'accouplement, trouver un nid hôte. *Polyergus rufescens* est une fourmi esclavagiste obligatoire qui dépend entièrement de l'espèce esclave *Formica cunicularia*. Après l'accouplement, la reine *P. rufescens* pénètre dans le nid de *F.*

cunicularia où elle tue la reine hôte, s'approprie le couvain et se fait adopter par les ouvrières adultes (Topoff et al., 1988; Mori et al., 1995). A la différence des autres espèces esclavagistes, la reine *P. rufescens* obtient des soins des ouvrières résidentes adultes, formant ainsi des liens sociaux permanents. Ainsi, la reine parasite doit tromper les mécanismes de discrimination de la société hôte. Ces mécanismes, responsables de la fermeture des sociétés, sont basés sur le fait que tous les membres d'une société, portent une odeur commune ou « Gestalt odour ». Il est maintenant bien connu que les substances chimiques responsables de l'odeur coloniale sont en partie des hydrocarbures portés par la cuticule des individus (voir Lenoir et al., sous presse). Le but de ce travail est d'étudier les mécanismes chimiques qui permettent à la reine de *P. rufescens* de s'introduire dans le nid hôte et d'obtenir son adoption.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel biologique. Les fourmis proviennent de colonies sympatriques des Apennins (Parma, Italie). Des colonies monospécifiques (reine, ouvrières et couvain) de *F. cunicularia* sont prélevées et installées au laboratoire; les reines de *P. rufescens* sont prélevées dans la nature, avant l'accouplement et après l'accouplement pendant les raids. En laboratoire, les expériences ont consisté en l'introduction de jeunes femelles *P. rufescens* fécondées dans les colonies de *F. cunicularia*. Les reines de *P. rufescens* sont retirées 5 jours après leur adoption tandis que les reines de *F. cunicularia* tuées sont retirées juste après leur mort. Des ouvrières sont également prélevées dans les colonies monospécifiques ou mixtes.

Chromatographie en phase gazeuse. Les reines et les ouvrières des deux espèces sont tuées par congélation. Les extraits cuticulaires sont réalisés en immergeant séparément la tête, thorax et abdomen des individus dans 1 ml de pentane. Un étalon interne nC_{20} est ajouté dans chaque extrait (100 μ L à 10^{-3} mol/l). Chaque extrait est injecté dans un chromatographe (HP 5890 Series II Plus) muni d'un détecteur à ionisation de flamme, dont le programme de température va de 80° à 160°C (10°C/min) puis de 160° à 300°C (3°C/min). Nous avons analysé les spectres de 17 femelles *P. rufescens* avant l'accouplement, 14 après l'accouplement, 8 reines après adoption dans une colonie de *F. cunicularia*, 8 reines « témoin » de *F. cunicularia* (colonies monospécifiques) et 10 reines *F. cunicularia* tuées lors de l'usurpation. Dix ouvrières de chaque espèce provenant de colonies mixtes et 10 ouvrières *F. cunicularia* de colonie monospécifique ont été analysées.

Analyse des spectres cuticulaires. Pour chaque profil cuticulaire, nous avons calculé le pourcentage relatif de chaque pic sur le total des pics relevés (52 composés chimiques). Afin d'estimer la distance chimique entre les différents types de reines et d'ouvrières, nous avons utilisé une analyse hiérarchique en cluster (méthode de Ward).

RÉSULTATS

Analyse des chromatogrammes. Les profils cuticulaires des têtes de femelles de *P. rufescens*, avant leur adoption (avant et après accouplement), possèdent des acides gras (temps de rétention < 20 mn), mais ne contiennent que très peu d'hydrocarbures que l'on ne trouve qu'à l'état de traces (Figure 1a). Au contraire, quand la femelle du parasite est adoptée dans le nid hôte, son profil chimique possède de nombreux hydrocarbures (Figure 1b) que l'on retrouve dans le profil des reines de *F. cunicularia* « témoin » (Figure 1c).

Analyse hiérarchique en cluster. La représentation schématique en cluster fait apparaître des nœuds séparant 4 différents groupes. Le premier nœud sépare le groupe des *P. rufescens* avant adoption (avant et après accouplement, eux mêmes séparés par un autre nœud) des 3 autres groupes. Un second nœud divise le groupe des reines *F. cunicularia* tuées par le parasite des 2 autres groupes. Un troisième nœud sépare le groupe des ouvrières *F. cunicularia* (avant et après usurpation) du groupe des reines *F. cunicularia* témoin, *P. rufescens* adoptées et des ouvrières *P. rufescens* (Figure 2).

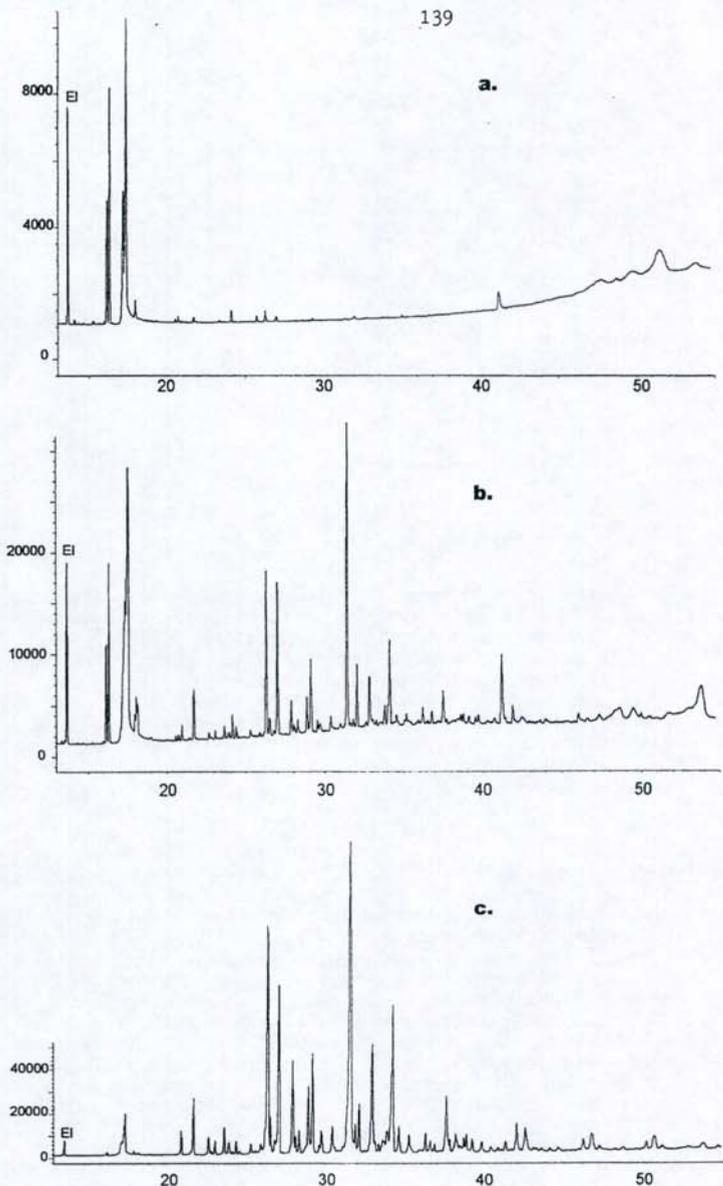


Figure 1. Chromatogrammes des extraits cuticulaires des reines de a) *P. rufescens* avant adoption, b) *P. rufescens* après adoption dans le nid hôte, c) *F. cunicularia* de colonies monospécifique (témoin).
 Chromatograms of cuticular extracts of queens of a) *P. rufescens* before adoption, b) *P. rufescens* after adoption in the host nest, c) *F. cunicularia* from monospecific colony (control).

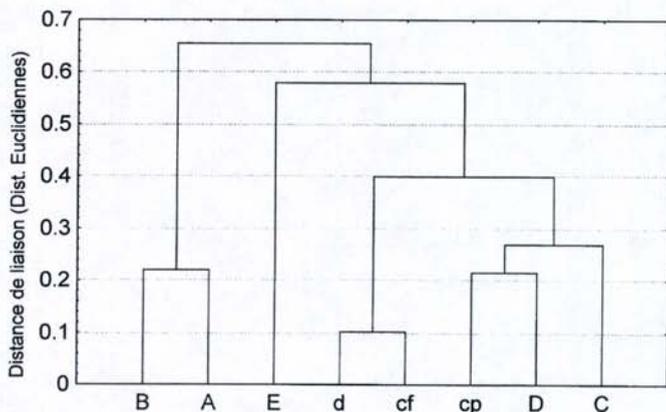


Figure 2. Analyse hiérarchique en cluster des reines (ou femelles) et ouvrières (méthode de Ward). A = femelle *P. rufescens* avant accouplement, B = femelle *P. rufescens* après accouplement, C = reine *P. rufescens* après adoption, D = reine *F. cunicularia* témoin, E = reine *F. cunicularia* tuée, cp = ouvrières *P. rufescens*, cf = ouvrières *F. cunicularia* après usurpation, d = ouvrières *F. cunicularia* en colonie témoin.

Hierarchical cluster analysis of the queens and workers (Ward's method). A = *P. rufescens* queen before mating, B = *P. rufescens* queen after mating, C = *P. rufescens* queen after adoption, D = control *F. cunicularia* queen, E = killed *F. cunicularia* queen, cp = *P. rufescens* workers, cf = *F. cunicularia* workers after usurpation, d = control *F. cunicularia* workers.

DISCUSSION

Ces résultats montrent que le profil chimique de la femelle *P. rufescens*, avant qu'elle entre dans le nid de *F. cunicularia*, diffère de celui de la reine *P. rufescens* après son adoption dans le nid hôte. En effet, avant son adoption, la femelle *P. rufescens* n'a pas de véritable profil chimique, celui-ci ne possédant que quelques traces d'hydrocarbures. Il semblerait ainsi que la jeune reine esclavagiste n'ait pas encore commencé la synthèse de ses propres hydrocarbures ou qu'elle ne synthétise qu'une quantité minimale de produits afin de favoriser son adoption. Il apparaît également que 5 jours après l'adoption, le spectre cuticulaire de la reine *P. rufescens* devient en grande partie similaire à celui de la reine hôte témoin. Ces résultats confirment des études antérieures proposant que le mécanisme par lequel un parasite obtient son intégration dans une colonie hôte implique l'existence d'un mimétisme chimique ou d'un camouflage chimique. Bien que l'on ne puisse exclure la possibilité que *P. rufescens* synthétise les hydrocarbures spécifiques de l'espèce hôte, il semble assez probable que la similarité des profils observée entre la reine *P. rufescens* et son hôte soit obtenue lors des contacts physiques avec la reine et les ouvrières *F. cunicularia* pendant l'usurpation (Topoff et Zimmerli, 1993). En effet, on sait que la femelle *P. rufescens*, lors de son introduction dans le nid hôte, attaque violemment les ouvrières hôtes et tue la reine (Mori et al., 1995; D'Ettore et al., 1997). De plus, la reine *F. cunicularia* tuée par la reine parasite possède un profil chimique différent de celui d'une reine *F. cunicularia* témoin, ce qui permet de penser que lors des interactions agressives, la reine *P. rufescens* projette une substance « propaganda » sur la reine hôte afin de perturber la reconnaissance coloniale (Allies, 1986).

En conclusion, la stratégie de fondation des reines *P. rufescens* semble reposer essentiellement sur le fait que les jeunes femelles n'ont pas d'odeur quand elles entrent dans le nid hôte, ces reines conservant leur neutralité chimique plus longtemps que des

jeunes ouvrières, afin d'échapper au système de reconnaissance coloniale et obtenir ainsi leur adoption. Ce système correspondrait à l'utilisation d'une caractéristique générale des jeunes imagos de fournis que nous avons appelé "chemical insigniance" (Lenoir et al., sous presse).

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Prof. F. Le Moli pour ses suggestions lors de la mise en place des expériences et C. Vienne pour sa collaboration dans les analyses chromatographiques.

RÉFÉRENCES

- Allies, A.B., A.F. Bourke et N. Franks, 1986. Propaganda substances in the cockoo ant *Leptothorax kutteri* and the slave-maker *Harpagoxenus sublaevis*. *J. Chem. Ecol.* 12: 1285-1293.
- D'Ettoire, P., A. Mori et F. Le Moli, 1997. Haplometrotic colony founding by the slave-making ant *Polyergus rufescens* (Hymenoptera, Formicidae). *Ital. J. Zool.* 64:49-53.
- Mori, A., P. D'Ettoire et F. Le Moli, 1995. Host nest usurpation and colony foundation in the European amazon ant, *Polyergus rufescens* Latr. (Hymenoptera: Formicidae). *Ins. Soc.* 42: 279-286.
- Lenoir, A., D. Fresneau, C. Errard et A. Hefetz, (sous presse). Individuality and colonial identity in ants: the emergence of the social representation concept. Dans : *Information processing in social insects* (C. Detrain, J.L. Deneubourg et J.M. Pasteels, Eds), Birkhauser.
- Topoff, H. et E. Zimmerli, 1993. Colony takeover by a socially parasitic ant, *Polyergus breviceps*: the role of chemicals obtained during host-queen killing. *Anim. Behav.* 46: 479-486.
- Topoff, H., S. Cover, L. Greenberg, L. Goodloe et P. Sherman, 1988. Colony founding by queens of the obligatory slave-making ant, *Polyergus breviceps*: the role of the Dufour's gland. *Ethology* 78:209-218.