

LES SIGNAUX CHIMIQUES DE LA RECONNAISSANCE INTERSPECIFIQUE
CHEZ LES FOURMIS

C. ERRARD¹ & A.G. BAGNERES² & J.L. CLEMENT²

- 1) Laboratoire d'Ethologie et Sociobiologie, URA 667, Univ. Paris XIII, Av.
J.B. Clément, 93430 Villeneuve, France
2) Laboratoire d'Evolution, Univ. P. et M. Curie, 105 Bd. Raspail, 75006
Paris, France

Résumé

Les analyses chimiques montrent que la fermeture des sociétés sympatriques de *Manica rubida* (Myrmicinae) et *Formica selysi* (Formicinae), est corrélée avec la composition des hydrocarbures cuticulaires, chaque colonie ayant une signature chimique propre.

Quand les deux espèces sont associées en colonies mixtes artificielles, chaque espèce acquiert des hydrocarbures spécifiques de l'autre. On observe également une variation des proportions relatives de certains hydrocarbures. Dans ces colonies mixtes, "l'odeur coloniale" serait composée d'un mélange d'odeurs individuelles et se réaliserait par un transfert de substances entre les individus.

Mots-Clés : Formicidae - colonie mixte artificielle - hydrocarbures cuticulaires - reconnaissance coloniale.

Summary : Chemical signals involved in ants interspecific recognition.

The chemical analysis demonstrated that the discrimination between nestmates and non-nestmates of two sympatric species, *Manica rubida* (Myrmicinae) and *Formica selysi* (Formicinae), is correlated with the composition of cuticular hydrocarbons, the two species showing their own cuticular signature. When the two species were associated in artificial mixed colonies, each species acquired some cuticular hydrocarbons of the other. However, we observed a variation of relative proportions of some hydrocarbons.

In these mixed colonies, the chemical cues (or odour) were composed by a mixture of individual odours. These data suggest a passive mechanism for the acquisition of alien hydrocarbons.

Key-words : Formicidae - artificial mixed colony - cuticular hydrocarbons - nestmates recognition.

Introduction

Chez les insectes sociaux, l'intégration des individus et la cohésion sociale reposent sur la "fermeture des sociétés", mécanisme qui interdit l'entrée du nid aux individus de même espèce appartenant à une autre colonie. Cette fermeture est en fait basée sur une reconnaissance de l'odeur coloniale partagée par tous les membres de la société (Fielde, 1904, Wilson 1971, Hölldobler et Michener, 1980 ; Jaisson, 1985 ; Isingrini et Lenoir, 1986 ; Clément, 1986 ; Bagnères et al., 1988).

De nombreux travaux suggèrent que la reconnaissance coloniale est déterminée par des facteurs chimiques, de type hydrocarbures, localisés sur la cuticule de l'insecte (Vander Meer et al. 1982 ; Bonavita-Cougourdan et al., 1987 ; Lenoir et al., 1988). La reconnaissance interindividuelle, qui se développe dans les heures qui suivent la mue imaginale, est sous la dépendance de composantes génétiques, mais dépend en partie de stimulations chimiques de l'environnement physique et social intervenant durant la période pré- et post-imaginale immédiate, stimulations qui influencent le jeune individu dans sa reconnaissance des congénères (Errard, 1986a).

L'existence et l'importance de ces facteurs dans la nature ont été étudiés grâce à une méthodologie expérimentale basée sur la constitution de sociétés mixtes artificielles (Errard et Jaisson, 1984 ; Errard, 1984). Cette méthode, qui permet de modifier certains paramètres de l'environnement précoce de l'insecte, semble très adaptée à l'analyse du signal de reconnaissance interindividuelle.

Deux espèces sympatriques, *Manica rubida* (Myrmicinae) et *Formica selysi* (Formicinae) ont été choisies afin d'étudier, sur la base des profils d'hydrocarbures, le niveau d'intégration des deux espèces élevées en association.

Matériel et Méthodes

Elevage des colonies mixtes

Une colonie de chaque espèce, *Manica rubida* et *Formica selysi*, a été collectée en Juillet 1987 et installée au laboratoire dans des nids artificiels, à 22-25°C.

Dès l'émergence, les jeunes fourmis (âgées de moins de 24h.) sont retirées et regroupées en colonies mixtes. Chaque colonie mixte est formée de 20 ouvrières des deux espèces, introduites dans un nid avec 10 nymphes ou cocons de leur couvain respectif (Corbara et Errard, 1989). Des colonies homospécifiques (témoins) sont formées selon le même principe. Les ouvrières, toutes du même âge, sont élevées en association pendant 6 mois.

Chromatographie

Chaque fourmi est pesée, puis lavée pendant 5mn dans 2ml de pentane. Après addition de 800 ng de nC20 (étalon interne), l'extrait est concentré et 2 µl du mélange est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse (100°C (5mn) à 320°C /5°C/mn) : chromatographe DELSI 300 équipé d'une colonne capillaire (Chrompack CPSIL 5 WCOT de 25m de longueur et de 0.22mm de diamètre) et d'un détecteur à ionisation de flamme. Un intégrateur ENICA 21 donne les quantités relatives en % pour chaque pic.

En moyenne, pour chaque colonie (témoins et mixtes), 5 à 6 fourmis ont fait l'objet d'une chromatographie.

La technique d'étalonnage interne permet de calculer la proportion de chaque hydrocarbure, sa quantité en ng/insecte et en ng/mg d'insecte.

Des chromatographies sur plaques minces (CCM) ont été effectuées avec l'éluant : benzène-hexane (8:92)(plaque de silice imprégnée au nitrate d'argent). Cette technique permet de séparer les alcanes des alcènes.

Résultats

L'analyse des chromatogrammes (figure 1) révèle la présence de nombreux pics. Les différents produits, présents en quantité significative (supérieure à 1%) sont en cours d'identification.

Chez *Manica rubida* élevée en groupe homospecific (fig. 1A), il s'agit d'hydrocarbures comportant de 21 à 29 carbones : ce sont à 100% des alcanes (alcanes ramifiés et linéaires). Parmi ces produits, seulement 14% (294 ng/mg) sont caractéristiques de l'espèce *M. rubida*, les 86% restants (1806 ng/mg) correspondent à des hydrocarbures communs aux espèces *F. selysi* et *M. rubida*.

Les hydrocarbures de l'espèce *Formica selysi* (fig. 1B) comportent de 21 à 32 carbones, il s'agit d'alcanes ramifiés et linéaires, monoènes et alcadiènes. 50% (1050 ng/mg) de produits sont spécifiques (en particulier les monoènes et les alcadiènes), le complément (50% soit 1050 ng/mg) étant des hydrocarbures existant aussi chez *M. rubida*.

Après 6 mois de vie en association, nous remarquons que les profils d'hydrocarbures des deux espèces subissent des modifications non négligeables, les deux chromatogrammes atteignant un certain degré de similitude (figure 2).

Les *M. rubida* ont acquis 22% (750 ng/mg) de produits hétérospecifics (en particulier des alcènes et des alcadiènes) (fig. 2A). Quand aux hydrocarbures spécifiques, on remarque une augmentation qualitative et quantitative de 3% due essentiellement au développement de pics préexistants (au total 17% soit 575 ng/mg). Dans ce cas, 61% (2075 ng/mg) des produits sont des hydrocarbures communs aux deux espèces.

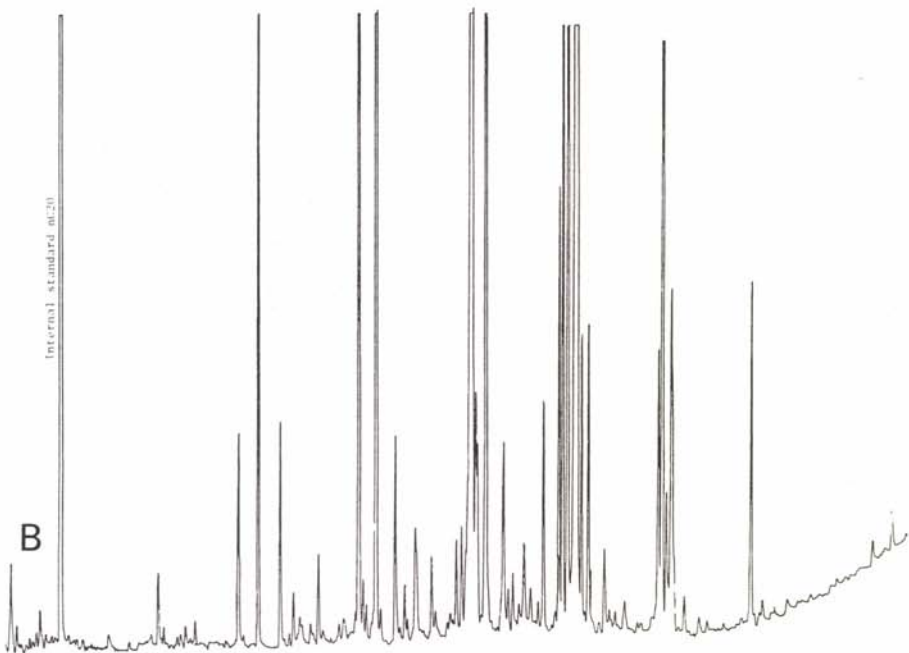
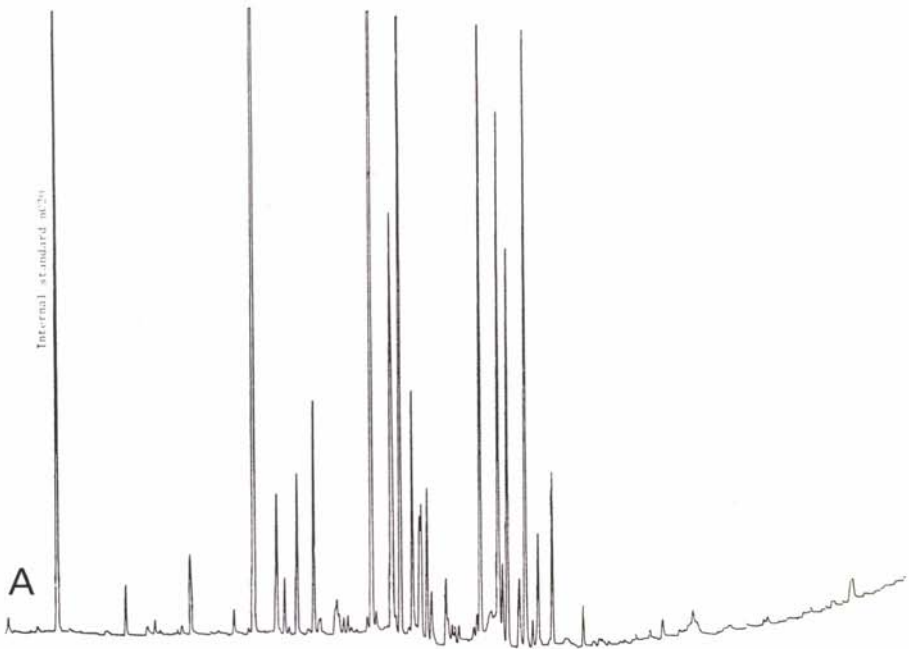


Figure 1 : Chromatogrammes des hydrocarbures cuticulaires d'ouvrières de *Manica rubida* (A) et de *Formica selysi* (B).

G.C. control of each species : *Manica rubida* (A) and *Formica selysi* (B)

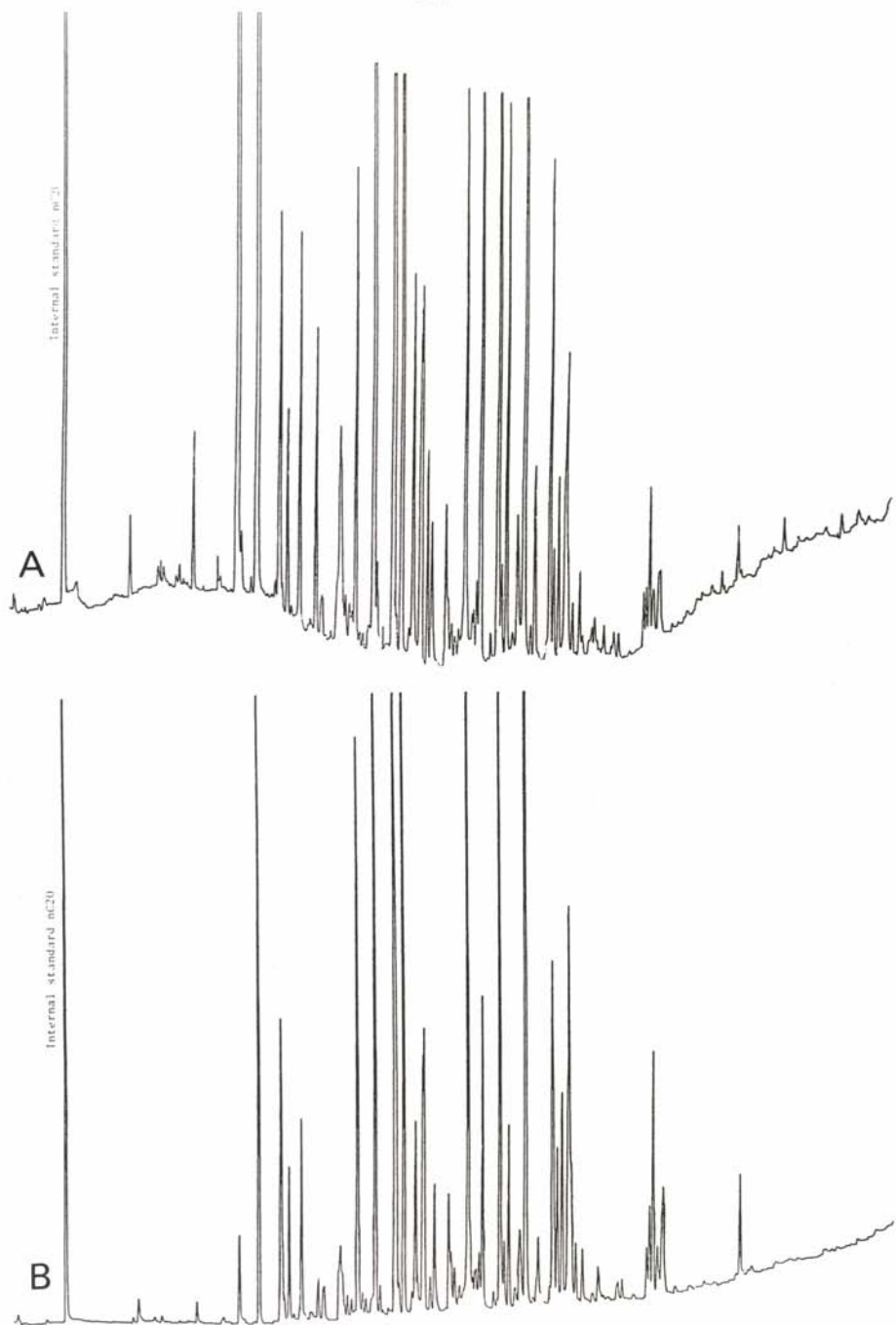


Figure 2 : Chromatogrammes des hydrocarbures cuticulaires d'ouvrières de *Manica rubida* élevées avec *Formica selysi* (A) et de *Formica selysi* élevées avec *Manica rubida* (B), après 6 mois de vie en association.

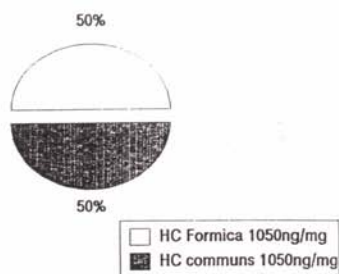
G.C. of the two species after 6 months of association : *Manica rubida* living with *F. selysi* (A) and *Formica selysi* living with *M. rubida* (B).

Les modifications sont comparables chez *F. selysi* (fig. 2B), qui acquiert 17% (490 ng/mg) d'hydrocarbures hétérosécifiques. Le pourcentage des produits spécifiques diminue puisque nous ne retrouvons que 18% (525 ng/mg) des valeurs témoins. Les substances communes aux deux espèces représentent ici 65% (2900 ng/mg).

Quand les deux espèces sont élevées en colonie mixte, on observe un renforcement (qualitatif et quantitatif) de la sécrétion cuticulaire (figure 3).

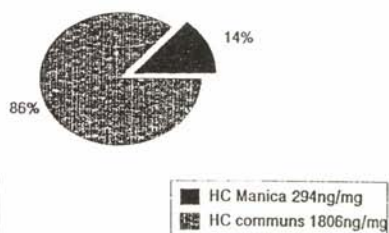
FORMICA SELYSI

Témoin



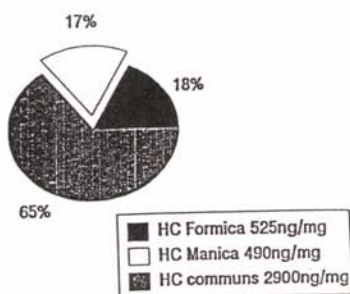
MANICA RUBIDA

Témoin



FORMICA SELYSI

Colonie mixte



MANICA RUBIDA

Colonie mixte

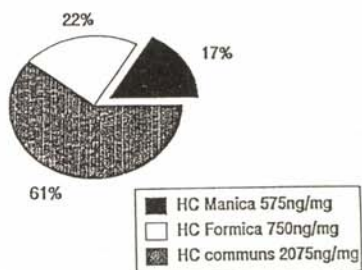


Figure 3 : Proportion des hydrocarbures (HC) spécifiques (*Manica rubida* : Manica, *Formica selysi* : Formica) et communs dans les colonies témoins et mixtes.
Characteristic (*Manica*, *Formica*) and common H.C. in control and mixed colonies.

Conclusion

Les études éthologiques réalisées sur ce type d'association entre *M. rubida* et *F. selysi*, ont montré que lorsque les fourmis sont placées en colonies mixtes dès l'émergence, les contacts interspécifiques sont immédiats ; les deux espèces cohabitent sans agressivité (Errard, 1986b; Errard et Jallon, 1987).

Par ailleurs, l'étude chimique montre que chaque espèce a un profil d'hydrocarbures caractéristique, avec cependant un certain pourcentage de produits communs aux deux espèces (86% pour *M. rubida* et 50% pour *F. selysi*). Or, ayant observé dans la nature, que toutes les rencontres interspécifiques se caractérisent par des comportements de fuite ou d'agression, on peut supposer que la reconnaissance interindividuelle est basée sur la perception des hydrocarbures spécifiques (14% pour *M. rubida* et 50% pour *F. selysi*).

D'autre part, lorsque les fourmis sont élevées en colonie mixte, chaque espèce acquiert une partie des hydrocarbures spécifiques de l'espèce étrangère (22% pour *M. rubida* et 17% pour *F. selysi*). Dans ce cas, la signature chimique est composée d'hydrocarbures cuticulaires caractéristiques des deux espèces. Ce transfert de produits présents sur la cuticule serait responsable de la tolérance interspécifique et par suite de la cohésion sociale des colonies mixtes.

Références

- BAGNERES A.G., LANGE C., CLEMENT J.L., JOULIE C., 1988 - Les hydrocarbures cuticulaires des *Reticulitermes* français : variations spécifiques et coloniales. Actes Coll. Insectes Sociaux, 4, 34-42.
- BONAVITA-COUGOURDAN A., CLEMENT J.L., LANGE C., 1987 - Nestmate recognition : the role of cuticular hydrocarbons in the ant *Camponotus vagus* Scop., J. Entomol. Sci., 22, 1-10.
- CLEMENT J.L., 1986 - Open and closed societies in *Reticulitermes* termites (Isoptera, Rhinotermitidae) : geographic and seasonal variations. Sociobiology, 11, 311-323.
- CORBARA B., ERRARD C., 1989 - Organisation spatiale de *Manica rubida* (Myrmicinae) et *Formica selysi* (Formicinae) en colonies homo- et hétérosécifiques. Corrélations avec l'organisation sociale. Actes Coll. Insectes Soc., 5, sous presse.
- ERRARD C., 1984 - Evolution, en fonction de l'âge, des relations sociales dans les colonies mixtes

- hétérospécifiques chez les fourmis des genres *Camponotus* et *Pseudomyrmex*, *Insectes Soc.*, 31, 185-198.
- ERRARD C., 1986a - Phylogenesis/biotope interactions among Formicidae. *Behavioural Processes*, 14, 35-47.
- ERRARD C., 1986b - Role of early experience in mixed-colony odor recognition in the ants *Manica rubida* and *Formica selysi*. *Ethology*, 72, 243-249.
- ERRARD C., JAISSON P., 1984 - Etude des relations sociales dans les colonies mixtes hétérospécifiques chez les fourmis. *Folia Entomol. Mex.*, 61, 87-98.
- ERRARD C., JALLON J.M., 1987 - An investigation of the development of the chemical factors in ants intra-society recognition. In *Chemistry and Biology of Social Insects*, J. Eder and U. Rembold eds., Verlag J. Peperny, München, p.478.
- FIELDE A.M., 1904 - Power of recognition among ants. *Biol. Bull.*, 7, 227-250.
- HOLLDOBLE B., MICHENER C., 1980 - Mechanism of identification and discrimination in social Hymenoptera. In *Evolution of Social Behavior*. H. Markl ed., Verlag chemie, pp.35-58.
- ISINGRINI M., LENOIR A., 1986 - La reconnaissance coloniale chez les Hyménoptères sociaux. *Ann. Biol.*, 25, 219-254.
- JAISSON P., 1985 - Social behaviour. In *Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology*. G.A. Kerkut and L.I. Gilbert, eds, Pergamon Press, 15, pp.673-694.
- LENOIR A., CLEMENT J.L., NOWBAHARI M., LANGE C., 1988 - Les hydrocarbures cuticulaires de *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidae) : variations géographiques et rôle dans la reconnaissance coloniale. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, 4, 71-78.
- VANDER MEER R.K., WOJCIK D.P., 1982 - Chemical mimicry in the myrmecophilous beetle *Myrmecaphodius excavaticollis*. *Science*, 218, 806-808.
- WILSON E.O., 1971 - *The insect societies*. Harvard University Press : Cambridge, Mass.