

# Différences sexuelles dans la production de phéromones chez *Tetramorium caespitum* (Formicidae)

PAR

Jacques M. PASTEELS, J. C. VERHAEGHE

Laboratoire de Biologie animale et cellulaire, Université libre de Bruxelles,  
50, av. F.D. Roosevelt, B-1050 Bruxelles

## Summary

Quantitative differences were observed in the volatiles from heads of males, workers, and alate females. The males produce the highest amounts of 4-methyl-3-hexanone and 4-methyl-3-hexanol, this suggests that these pheromones play a role during swarming.

The response of workers towards 4-methyl-3-hexanol, detected in small amounts in extracts of worker heads, is consistent with their reaction towards crushed heads: attraction, but only at very close range.

## Introduction

Chez les ouvrières de nombreuses myrmécines, les glandes mandibulaires secrètent un mélange très odorant de 3-alkanones et 3-alkanols (BLUM, 1973). Ces substances sont généralement produites en quantité aisément détectable par chromatographie en phase gazeuse. Chez *Myrmica rubra* et *M. scabrinodis* par exemple, les quantités de 3-octanones et 3-octanols détectées par ouvrière sont de l'ordre du  $\mu\text{g}$ . (CAMMAERTS et al., 1978). Les sécrétions des glandes mandibulaires des fourmis seraient défensives et agiraient de plus comme phéromones d'alarme, quoique les arguments sur lesquels se basent ces conclusions restent très indirects (PASTEELS, 1975).

*Tetramorium caespitum* se comporte à cet égard de manière quelque peu aberrante: la quantité de sécrétion céphalique volatile produite par les ouvrières est inhabituellement faible; par contre, ce sont les mâles qui en produisent des quantités importantes.

### 1. Nature des phéromones céphaliques et différences sexuelles dans leur production.

La figure 1 montre les chromatogrammes obtenus à partir d'extraits de 100 têtes de mâles, d'ouvrières, ou de femelles ailées, dans 1 ml d'hexane.

Les deux composés majeurs détectés chez les mâles (figures 1.1 et 2) ont été identifiés par spectrométrie de masse et par comparaison avec des échantillons authentiques comme étant de la 4-méthyl-3-hexanone et du 4-méthyl-3-hexanol (PASTEELS et al., sous presse). Ces substances se retrouvent en

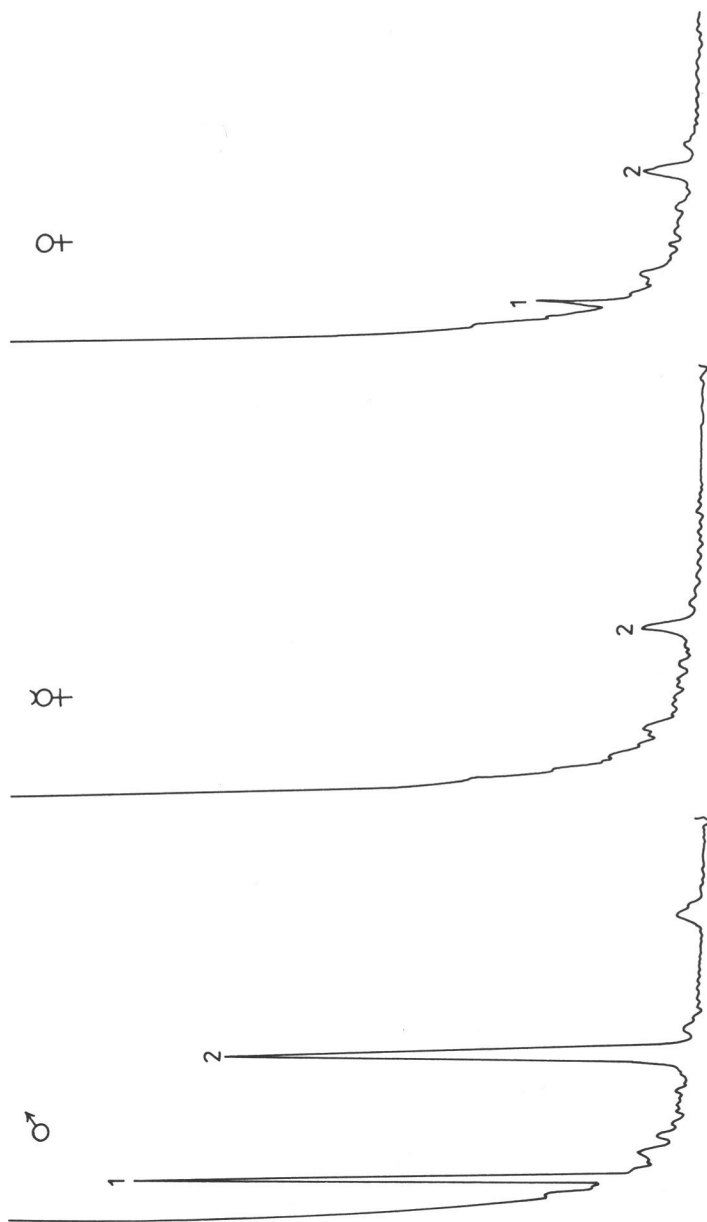


Fig. 1 — Chromatogrammes des composés volatiles présents dans les têtes des mâles, des ouvrières et des femelles de *Tetramorium caespitum* (10% Carbowax 20 M sur Chromosorb W 80-100, en isotherme) 70°C, injections de 5  $\mu$  l d'un extrait de 100 têtes dans 1 ml de pentane). 1: 4-methyl-3-hexanone; 2: 4-methyl-3-hexanol.

quantités nettement plus faibles chez les femelles ailées et seul l'alcool est détectable sans ambiguïté chez les femelles.

Les quantités de phéromones produites par les 3 castes ont été déterminées grâce à des courbes de référence obtenues à partir de quantités connues de deux substances : les mâles produisent  $1,7 \mu\text{g}$  de l'alcool et  $0,8 \mu\text{g}$  de la cétone par individu ; les femelles ailées,  $0,1 \mu\text{g}$  de chaque composé ; et les ouvrières,  $0,1 \mu\text{g}$  de l'alcool.

## 2. Activité des phéromones vis à vis des ouvrières.

Selon MASCHWITZ (1964), les ouvrières de *T. caespitum* s'agrègent autour d'une tête écrasée de leur compagne, qui serait source de phéromone d'alarme.

VERHAEGHE (1978) a pu préciser le pouvoir attractif d'une tête écrasée grâce à deux techniques olfactométriques. La première est celle utilisée précédemment par CAMMAERTS-TRICOT (1972) pour démontrer le pouvoir attractif des phéromones céphaliques chez *M. rubra*.

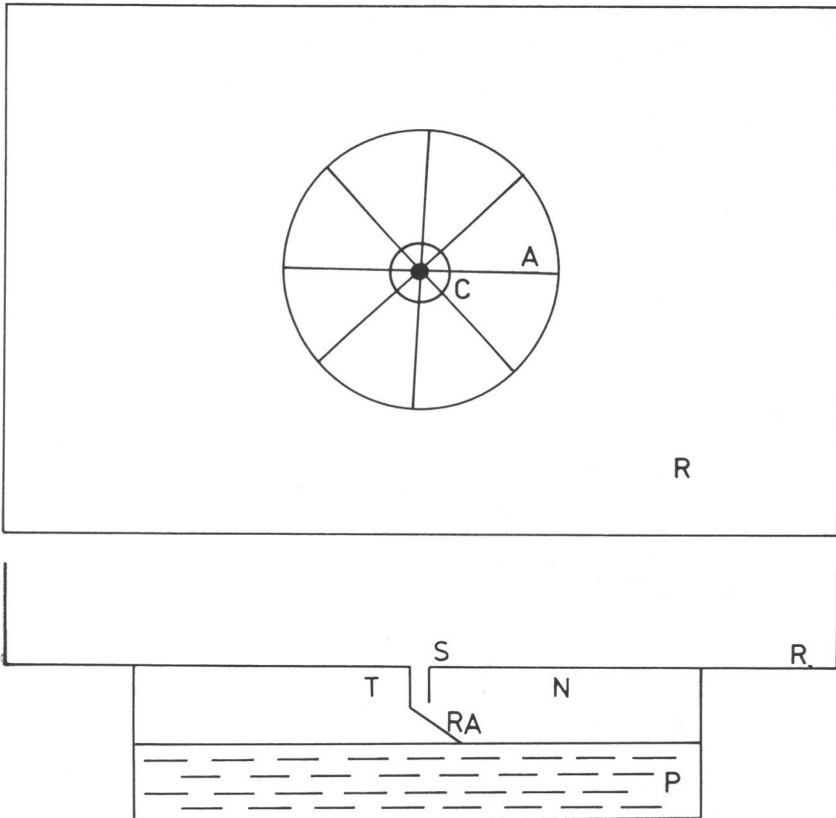
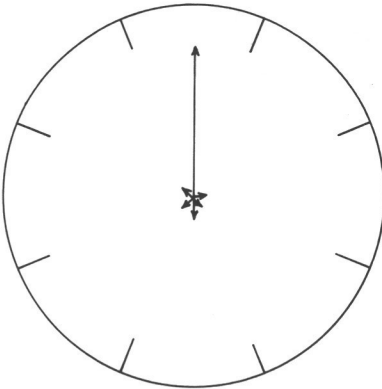


Fig. 2 — Nid olfactomètre. A. Aire circulaire divisée en huit secteurs égaux; C. Cercle de référence; N: intérieur du nid; P: plâtre; R: aire de récolte; R.A.: rampe d'accès; S: orifice de sortie; T: tube de sortie.

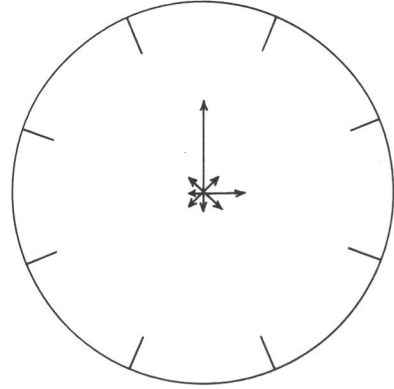
Une tête écrasée d'ouvrière ou un papier contrôle est présenté à 45° à gauche ou à droite d'une ouvrière devant elle et à des distances variant de 1 à 6 cm. Le trajet de l'ouvrière est enregistré jusqu'à ce qu'elle atteigne l'objet ou sur une distance de 20 cm au maximum et son orientation par rapport à l'objet est déterminée en mesurant tous les 0,5 cm de parcours l'angle formé par la tangente au trajet et la droite objet-fourmi. Les distributions des valeurs angulaires obtenues pour 30 trajets et pour chacun des 2 objets utilisés sont comparées par un test de  $\chi^2$ .

Ce test n'a pas permis de démontrer une orientation préférentielle vers une tête d'ouvrière par rapport à l'objet contrôle : à des distances de l'ordre de plusieurs cm aucun objet n'est attractif ; à courte distance, le simple mouvement et la vue de l'objet quel qu'il soit attire l'ouvrière. Une tête écrasée est donc soit non attractive, soit ne l'est qu'à très courte distance, ce que ne permet pas de déterminer la technique olfactométrique utilisée.

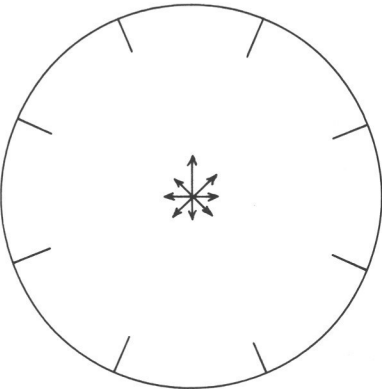
5 mm



10 mm



20 mm



40 mm

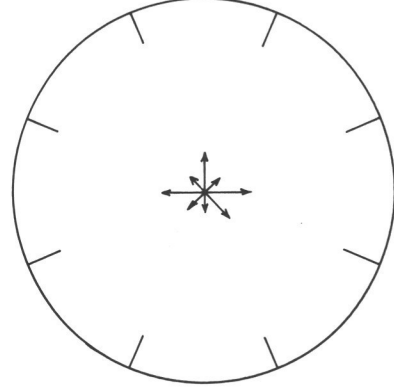


Fig. 3 — Pouvoir attractif des têtes écrasées d'ouvrières placées à des distances variables de l'orifice du nid olfactomètre. Les longueurs des secteurs sont proportionnelles à la proportion des fourmis choisissant le secteur dans lequel l'objet est déposé, représenté ici arbitrairement par le secteur nord.

Cependant, le pouvoir attractif à faible distance des têtes d'ouvrières a pu être démontré par une autre méthode.

L'olfactomètre utilisé, appelé nid olfactomètre, est décrit dans la figure 2. Les fourmis sortent du nid par un orifice situé au centre de son toit. Autour de l'orifice est centré un papier filtre divisé en 8 secteurs. L'objet testé est placé dans l'un des secteurs à une distance connue de l'orifice. L'orientation prise par les ouvrières lorsqu'elles sortent du nid est déterminée en repérant dans quel secteur elles traversent le cercle de référence. Chaque objet est testé au maximum pendant 5 min. Le test est répété en changeant chaque fois de secteur, jusqu'à ce que 100 fourmis soient comptées. L'expérience est réalisée en lumière rouge. La proportion d'ouvrières choisissant le secteur où est déposé l'objet est comparée à une proportion théorique correspondant à une distribution homogène des fourmis dans les huit secteurs (test  $\chi^2$ ).

Une tête écrasée placée à 5 ou 10 mm de l'orifice du nid attire de manière significative les ouvrières ( $P < 0,001$ ), cette attractivité disparaît si la tête est placée à 20 mm et 40 mm ( $P > 0,05$  et  $P > 0,5$  respectivement) (figure 3). Deux objets contrôles placés dans les mêmes conditions à 5 mm de l'orifice se sont montrés totalement inattractifs : un morceau de papier filtre et un abdomen écrasé dont l'appareil à venin a été enlevé.

Des dilutions successives (vol./vol) des phéromones céphaliques dans de l'huile de paraffine ont été testées par la même technique. 0,5  $\mu$ l de chaque solution est déposé à 10 mm de distance. Les 2 phéromones sont attractives pour les ouvrières aux concentrations  $10^{-2}$  à  $10^{-5}$  ( $P < 0,001$ ). Un morceau de papier filtre contrôle imbibé de 0,5  $\mu$ l d'huile de paraffine seule ne provoque aucune attraction significative ( $P > 0,05$ ) (figure 4).

La réponse provoquée par une tête écrasée se situe entre celles obtenues en utilisant les solutions aux concentrations  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  de l'alcool, correspondant à des quantités de substance comprises entre 0,2 et 0,002 ng

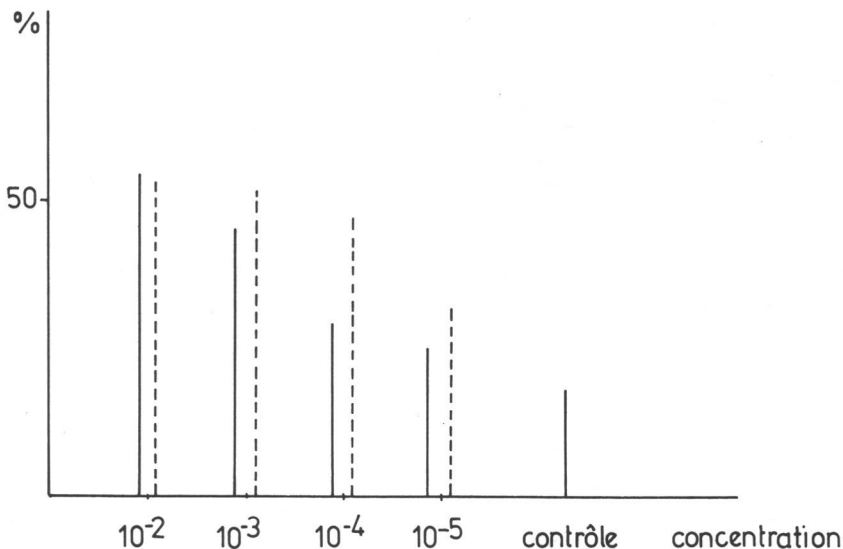


Fig. 4 — Pourcentage de fourmis choisissant le secteur dans lequel est déposé à 10 mm de l'orifice 0,5  $\mu$ l d'une solution de phéromone dans de l'huile de paraffine. En traits pleins : solution de 4-méthyl-3-hexanol. En traits interrompus : solution de 4-méthyl-3-hexanone. Contrôle : 0,5  $\mu$ l d'huile de paraffine pure.

(densité de l'alcool estimée à 0,8). Ceci est en bon accord avec la quantité d'alcool déterminée par tête d'ouvrière : 0,1 ng. Cependant les comportements dits d'alarme : courses frénétiques, mandibules ouvertes et tête redressée, ne sont déclenchés que par les solutions les plus concentrées, par conséquent par des quantités de substances supérieures à celle normalement détectées chez une ouvrière.

## Discussion

Les phéromones céphaliques identifiées chez *T. caespitum* appartiennent bien à la famille des 3-alkanones et 3-alkanols habituellement sécrétés par les myrmécines. La cétone a déjà été identifiée chez *Manica* (FALES et al., 1972), par contre l'alcool était encore inconnu chez les fourmis.

La faible quantité de phéromone présente chez les ouvrières est en bon accord avec le faible pouvoir attractif des têtes d'ouvrières, mais ne correspond pas à l'image classique que l'on se fait de la communication chimique de l'alarme chez les fourmis (WILSON, 1971). Si les ouvrières utilisent la sécrétion céphalique pour communiquer, ce ne peut être qu'à très courte distance, peut-être lors de contacts entre ouvrières.

La présence importante de phéromones chez les mâles suggère qu'elles pourraient être impliquées dans le processus d'essaimage. Elles pourraient, par exemple, induire une sortie d'ouvrières assurant une certaine protection des ailés. Il n'est pas exclu non plus qu'elles agissent comme signal entre ailés eux-mêmes. Chez d'autres myrmécines du genre *Pogonomyrmex*, l'agrégation des mâles en leks et l'attraction des femelles sont dues à des phéromones mandibulaires non identifiées, émises par les mâles (HÖLDOBLER, 1976). Enfin, chez diverses formicines des genres *Acanthomyops*, *Lasius* et *Camponotus*, il existe également une différence sexuelle dans la production de phéromones mandibulaires. Elle est de nature qualitative et non simplement quantitative comme chez *T. caespitum* (LAW et al., 1965 ; BRAND et al., 1973 ; LLOYD et al., 1975). Chez *Camponotus herculeanus*, les phéromones des mâles stimulent les femelles à s'envoler (HÖLDOBLER et MASCHWITZ, 1965).

De toute évidence, une étude de l'essaimage et une analyse expérimentale du rôle des phéromones céphaliques au cours de celui-ci doivent être entreprises chez *T. caespitum* au vu des présents résultats.

## Bibliographie

- BLUM, M.S., 1973. Comparative exocrinology of the Formicidae. *Proc. VII Int. Congr. IUSSI*, London, 23-40.
- BRAND, J.M., DUFFIELD, R.M., MAC CONNEL, J.G. and FALES, H.M., 1973. Caste specific compounds in male carpenter ants. *Science*, 179:388-389.
- CAMMAERTS, M.C., INWOOD, M.R., MORGAN, E.D., PARRY, K. and TYLER, R.C., 1978. Comparative study of the pheromones emitted by workers of the ants *Myrmica rubra* and *Myrmica scabrinodis*. *J. Insect Physiol.*, 24:207-214.
- CAMMAERTS-TRICOT, M.C., 1973. Phéromones agrégeant les ouvrières de *Myrmica rubra*. *J. Insect Physiol.*, 19:1299-1315.

- HÖLLDOBLER, B., 1976. The behavioral ecology of mating in harvester ants (Hymenoptera : Formicidae : *Pogonomyrmex*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1 :405-423.
- HÖLLDOBLER, B. and MASCHWITZ, U., 1965. Der Hochzeitsschwarm der Rossameise *Camponotus herculeanus* L. (Hym. Formicidae) *Z. vergl. Physiol.*, 50 :551-568.
- LAW, J.H., WILSON, E.O. and MC CLOSKEY, J.A., 1965. Biochemical polymorphism in ants. *Science*, 149 :544-546.
- LLOYD, H.A., BLUM, M.S. and DUFFIELD, R.M., 1975. Chemistry of male mandibular gland secretion of the ant *Camponotus clarithorax*. *Insect Biochem.*, 5 :489-494.
- MASCHWITZ, U., 1964. Gefahrenalarmstoffe und Gefahrenalarmierung bei sozialen Hymenopteren. *Z. vergl. Physiol.*, 47 :596-655.
- PASTEELS, J.M., 1975. Some aspects of the behavioral methodology in the study of social insects pheromones. *Pheromones and Defensive Secretions in Social Insects. Proc. Symp. IUSSI (Dijon, France)*, 105-121.
- PASTEELS, J.M., VERHAEGHE, J.C., BRAEKMAN, J.C., DALOZE, D. and TURSCH, B., sous presse. Caste-dependent pheromones in the head of the ant *Tetramorium caespitum*. *J. Chem Ecol.*
- VERHAEGHE, J.C., 1978. Analyse comportementale et modélisation du recrutement d'ouvrières vers une source de nourriture chez *Tetramorium caespitum* (L.). Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles.
- WILSON, E.O., 1971. *The Insect Societies*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 548 p.