

LES PHEROMONES DE PISTE CHEZ LES TERMITES  
LE CAS DE *MASTOTERMES DARWINIENSIS*

**D. Sillam-Dusses, A. Robert, C. Bordereau**

Université de Bourgogne, UMR-CNRS 5548, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France

RESUME

La communication chimique est indispensable dans l'établissement et le bon fonctionnement des sociétés de termites. Néanmoins, peu de données ont été récoltées sur la nature des phéromones qui entrent en jeu et aucune étude n'a été entreprise à ce sujet sur le termite considéré comme le plus "ancestral": *Mastotermes darwiniensis*. Nous avons montré que ce termite est incapable de tracer des pistes odorantes à effet recruteur comme le font la plupart des termites. Pourtant, nous avons mis en évidence pour la première fois qu'il effectue un marquage chimique de son environnement. Chez ce termite, il n'y a donc pas une véritable phéromone de piste, mais plutôt une phéromone d'environnement qui est élaborée et sécrétée par les glandes sternales.

MOTS-CLES: phéromone de piste, termite, *Mastotermes darwiniensis*

ABSTRACT

Chemical communication is essential for the establishment and the survival of termite colonies. Nevertheless, very little is known on the chemical nature of the compounds used by these insects. In particular, no study has ever been undertaken on the signals used by *Mastotermes darwiniensis*, a species considered as the most "ancestral" in termites. In this study, we have showed that this species, unlike most of the other termites, is unable to lay odorant trails. However, it can use chemicals to mark its environment. In this species, there is therefore no true trail-following pheromone, but rather an environmental pheromone that is produced and secreted by the sternal glands.

KEY WORDS: trail pheromone, termite, *Mastotermes darwiniensis*

INTRODUCTION

Les termites sont des insectes sociaux aveugles. La plupart de leurs activités sont induites, coordonnées et régulées par des phéromones, en particulier pour la récolte de nourriture. En effet, lorsque les ouvriers sortent du nid à la recherche de nourriture, ils déposent une phéromone, appelée phéromone de piste, en frottant leur abdomen sur le sol. Cela leur permet de s'orienter et à leurs congénères de les suivre. Aucune étude sur les phéromones de piste n'a été entreprise jusqu'ici chez *Mastotermes darwiniensis*. Pourtant, ce termite est intéressant à de nombreux points de vue. Chez les termites, la phéromone de piste est produite et sécrétée par la glande sternale située à la face ventrale de l'abdomen (Lüscher & Müller, 1960; Stuart, 1961). Les ouvriers des termites n'ont qu'une glande sternale sauf chez *M. darwiniensis*, qui en possède 3, situées sous les sternites 3, 4 et 5 (Noirot & Noirot-Timothee, 1965). Cela confère un aspect primitif à ce termite. D'autre part, de nombreuses caractéristiques morphologiques et physiologiques rapprochent *M. darwiniensis* des blattes, phylogénétiquement proches des termites. Cette espèce ancestrale apparaît donc primordiale pour comprendre l'évolution de la communication chimique au sein des Isoptères.

Outre cet aspect phylogénétique, *M. darwiniensis* est également intéressant à étudier d'un point de vue écologique. Les termites ont en effet été classés selon leur mode de vie en trois groupes principaux (Abe, 1987). Il existe les espèces dites "one piece" dont les colonies restent dans les morceaux de bois dont elles se nourrissent jusqu'à leur extinction (comme par exemple les *Kaloterme flavicollis*). D'autres espèces sont du type "separate", c'est-à-

dire que les ouvriers doivent sortir de leur nid pour aller récolter de la nourriture. Le rôle de la phéromone de piste est là primordial (c'est le cas par exemple de *Nasutitermes lujae*). *M. darwiniensis* forme un troisième groupe. Ses ouvriers changent de morceau de bois au fur et à mesure que la nourriture vient à manquer. Il s'agit donc d'un type intermédiaire, intéressant à étudier.

Enfin, aux aspects phylogénétique et écologique s'ajoute un intérêt appliqué. Les phéromones peuvent en effet servir dans la lutte biologique pour construire des pièges attractifs contre les espèces nuisibles, et *M. darwiniensis* est reconnu comme une espèce très néfaste en Australie.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Observation du comportement d'exploration du milieu

Une centaine d'ouvriers de *M. darwiniensis* est déposée avec un morceau de bois au milieu d'une enceinte vierge de 80 cm x 50 cm. L'exploration de l'espace est alors observée en lumière rouge. Des observations comparatives ont été faites sur *N. lujae*, termite de type "separate".

### 2. Tests comportementaux de suivis de piste

#### 2.1 Tests en "champ libre"

Tous les tests sont réalisés dans l'obscurité en lumière rouge à 28°C et 80% d'humidité. On trace sur une feuille de papier filtre de 15 cm de diamètre des pistes en forme de "T" à l'aide de petits trous d'épingle espacés de 1 cm. La base du "T" fait 3 cm de longueur, chaque branche 7 cm. Une arène est placée sur la feuille à la base du "T" et un couvercle transparent recouvre l'ensemble pour éviter les courants d'air (figure 1). 10 µl de l'extrait à tester sont déposés à l'aide d'une seringue Hamilton sur la base du "T" et sur une de ses branches (en alternant à chaque test la branche choisie). Du pentane en contrôle est déposé sur l'autre branche. Le termite est déposé dans l'arène. Une fois sorti, il est libre de circuler sur toute la surface de la feuille de papier filtre. On mesure la distance parcourue sur la piste tracée avec l'extrait. On considère que le seuil d'activité est atteint lorsque la moyenne des distances parcourues est supérieure à 3 cm. 30 individus sont testés successivement à chaque expérience et le papier filtre renouvelé.

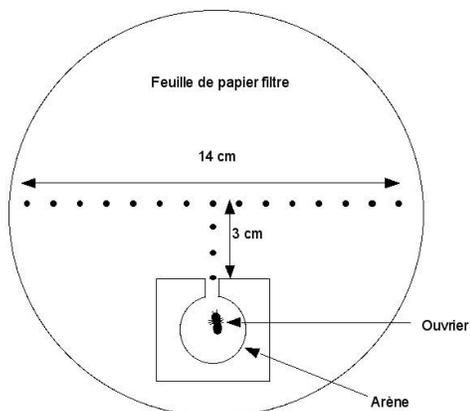


Figure 1: Test de suivi de piste en champ libre

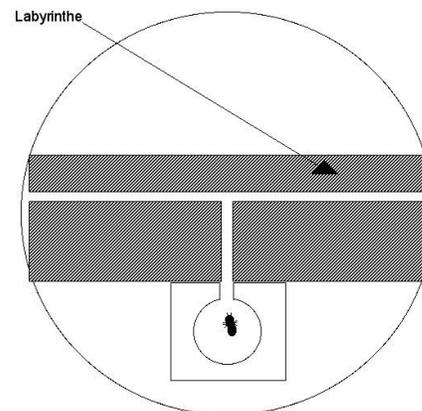


Figure 2: Test de suivi de piste en labyrinthe

#### 2.2 Tests en labyrinthe

Le dispositif expérimental est le même que précédemment excepté l'ajout d'un labyrinthe en forme de "T" et en méthacrylate sur la feuille de papier filtre (figure 2). Contrairement aux expériences en "champ libre", les termites n'ont que deux directions possibles.

Pour 30 individus, la réponse est significative avec une probabilité supérieure à 95 % à partir de 21 individus donnant le même résultat et avec une probabilité supérieure à 99 % à partir de 23 individus d'après le test exact de Fischer.

### 3. Préparation des extraits

Des extraits d'ouvriers entiers sont préparés à partir de 50 individus. Plongés dans du dichlorométhane, ils sont placés 6 heures à +4°C. Le même protocole est suivi pour des extraits des sternites abdominaux 3, 4 et 5 (où se situent les glandes sternales). Ces derniers sont prélevés sur des ouvriers anesthésiés par le froid.

## RESULTATS

### 1. Comportement d'exploration du milieu

Quelques minutes après avoir été déposés au centre d'une enceinte vierge, les ouvriers de *M. darwiniensis* commencent à quitter leur morceau de bois de façon indépendante. Tout au plus observe-t-on parfois la formation de tandems mais ils ne durent que quelques secondes.

En revanche, l'exploration du même type d'enceinte par des ouvriers de *Nasutitermes lujae* se fait par des files d'individus. Des pistes odorantes sont formées par les premiers individus explorateurs. Les deux espèces de termites manifestent donc un comportement d'exploration du milieu totalement différent.

### 2. Suivis de piste en "champ libre"

Des pistes artificielles tracées avec des extraits d'ouvriers entiers ont été testées sur des feuilles de papier filtre. Quelle que soit la concentration, pour des extraits préparés dans le pentane, le dichlorométhane ou l'acétone, aucun suivi de piste n'a pu être obtenu avec les ouvriers de *M. darwiniensis*. Dès la sortie de l'arène, l'ouvrier de *M. darwiniensis* s'éloigne de la piste tracée. La distance moyenne parcourue est toujours inférieure à 3 cm, c'est-à-dire au seuil d'activité défini.

Les mêmes expériences réalisées par Laduguie (1993) avec des ouvriers de *N. lujae* montrent en revanche des suivis de piste de l'ordre de 9,6 cm/ 10 cm en moyenne pour des concentrations ne dépassant pas 1/40 de glande sternale pour 10 µl et pour 10 cm.

### 3. Suivis de piste guidés (tests en labyrinthe) et intensité du marquage

Dans un labyrinthe en "T" dont l'une des branches a été bouchée artificiellement, 20 ouvriers circulent pendant près de 4 heures jusqu'à obtenir 1000 passages. On libère ensuite les branches du "T" et on propose successivement à 30 individus le choix entre les 2 pistes (piste vierge ou piste utilisée précédemment par les ouvriers). Un choix préférentiel est observé pour la piste utilisée préalablement par les ouvriers. Ce résultat montre que les ouvriers déposent sur le substrat lors de leurs déplacements des signaux reconnus par leurs congénères. En revanche, si le labyrinthe est retiré juste à la fin de l'expérience et qu'on propose à nouveau en "champ libre" à des ouvriers la même piste marquée, on n'obtient aucun suivi de piste significatif (la moyenne est de 2,2 cm).

Dans ces conditions expérimentales avec labyrinthe, le seuil d'activité est de 50 passages. En effet, dans 3 tests sur 4 effectués, les termites testés ont choisi de façon préférentielle (22 fois sur 30 en moyenne) la piste où leurs prédécesseurs étaient passés 50 fois. En dessous de 50 passages, aucune réponse n'est obtenue.

Si l'on fait la même expérience avec des ouvriers de *N. lujae*, il suffit que les ouvriers effectuent 10 passages dans un labyrinthe pour qu'ensuite on obtienne en "champ libre" un très bon suivi de piste de l'ordre de 8,5 cm/ 10 cm. D'autre part, ils n'ont besoin que de 5 passages de leurs prédécesseurs pour choisir de façon significative (26 sur 30) la bonne

piste entre les deux proposées dans le cas du labyrinthe. Cette expérience met là encore clairement en évidence la grande différence de comportement entre les deux espèces.

#### 4. Nature du marquage

Un extrait pentanique de 50 ouvriers entiers est déposé sur une feuille de papier filtre au niveau de la base et d'une des branches du labyrinthe en "T". Au niveau de l'autre branche et également de la base du labyrinthe est déposé du pentane en guise de contrôle. 30 termites sont testés successivement avec le labyrinthe en leur donnant le choix entre les deux pistes. La piste imprégnée de l'extrait d'ouvriers est significativement plus choisie que l'autre (28 ouvriers sur 30). Les termites sont donc attirés par une substance chimique sécrétée par les ouvriers.

#### 5. Origine du marquage chimique

Des pistes sont tracées sur une feuille de papier filtre à partir d'extraits de différentes parties du corps des ouvriers dont les sternites abdominaux 3 à 5 (où sont situées les glandes sternales). La partie restante du corps des individus est testée dans l'autre branche du labyrinthe. Vingt-six ouvriers sur 30 suivent de façon significative l'extrait des sternites abdominaux 3 à 5. Cela indique que la source phéromonale est localisée dans les glandes sternales.

### DISCUSSION ET CONCLUSION

Comme nous avons pu le constater lors des expériences d'exploration du milieu, les ouvriers de *M. darwiniensis* montrent un comportement inhabituel chez les termites, en explorant de manière individuelle leur environnement. Leur incapacité à suivre des pistes tracées par leurs congénères en "champ libre" tendraient à faire penser qu'ils n'utilisent pas de repères chimiques lors de leurs déplacements. Pourtant, et pour la première fois, nous avons pu montrer que ce terme effectue un marquage chimique de son environnement grâce aux glandes sternales, situées sous les sternites abdominaux 3, 4 et 5. On ne peut donc pas parler, dans le cas de *M. darwiniensis*, d'une véritable phéromone de piste qui, comme chez la plupart des termites où elle a été étudiée, possède 2 types d'action: un effet de recrutement pour mobiliser les termites sur la piste et un effet d'orientation pour les inciter à la suivre (Traniello, 1982). Dès qu'un ouvrier de *N. lugae* détecte la phéromone de piste de son espèce, il utilise cette piste. Chez *M. darwiniensis*, on n'observe pas du tout ce comportement. Il s'agirait plutôt d'une phéromone permettant à la colonie de marquer son milieu, une sorte de phéromone environnementale ou de phéromone coloniale. On peut aussi faire un rapprochement avec les phéromones grégaires des blattes qui leur permettent de rester groupées dans un milieu donné.

Cette différence fondamentale entre ces deux espèces de termites (*M. darwiniensis* et *N. lugae*) est-elle d'origine phylogénétique ou écologique? Nos connaissances sur la communication chimique chez les termites sont encore trop fragmentaires pour répondre à cette question mais le mode de vie de *M. darwiniensis* peut expliquer ces résultats en partie. En effet, ce terme se nourrit du bois qui lui sert d'habitat. Sa nourriture est donc à proximité directe. Il ne sort jamais en surface à l'air libre. L'utilisation de pistes n'apparaît donc pas totalement indispensable. Lorsque la nourriture finit par manquer, les ouvriers se propagent dans le milieu environnant en le marquant au fur et à mesure de leur avancée, mais dans des galeries souterraines sans créer véritablement des pistes. Il serait intéressant de comparer les résultats obtenus chez *M. darwiniensis* à ceux obtenus chez des espèces au mode de vie comparable mais aussi chez des espèces ancestrales comme les Termopsidae.

### REFERENCES

- Abe T. (1987). Evolution of life types in termites. In *Evolution and coadaptation in biotic communities*, S. Kawano, J.H. Connell et T. Hidaka (eds.), University of Tokyo press, 256 pp.
- Lüscher M. & Müller B. (1960). Ein spurbildendes Sekret bei Termiten, *Naturwiss.*, 27, 503.

- Laduguie N. (1993). Pheromones de piste et pheromones sexuelles chez les termites. Thèse de doctorat, Dijon, 112 pp.
- Stuart A.M. (1961). Mechanism of trail-laying in two species of termites. *Nature*, 189, 419.
- Traniello J.F.A. (1982). Recruitment and orientation components in a termite trail pheromone. *Naturwiss.*, 69 S, 343-344.
- Noirot Ch. & Noirot-Timothee C. (1965). La glande sternale dans l'évolution des termites. *Insectes soc.*, XII, 3, 265-272.