

Actes Coll. Insectes Soc., 2, 229-233 (1985)

**STRATEGIES OFFENSIVES DES FOURMIS VIS A VIS DES TERMITES ;  
MECANISMES DE DEFENSE DES RETICULITERMES EUROPEENS.  
(Isoptera)**

par  
**Michèle LEMAIRE**

Université P. et M. CURIE.      Laboratoire d'Evolution  
105, Bd Raspail                      75006 PARIS

Résumé: La défense des *Reticulitermes* contre leurs prédateurs, les Fourmis, est le fait de la caste des soldats qui utilisent simultanément une arme chimique, la glande frontale, et une arme mécanique, les mandibules. Les substances défensives identifiées et dosées présentent une variation quantitative spécifique et géographique. Elles sont constituées de monoterpènes ( $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -pinène, limonène) de sesquiterpènes et d'un diterpène-alcool (géranyl-linalool). Les prédateurs se répartissent en fonction de la stratégie d'attaque en 4 groupes :

1. Les espèces attaquant par raid, nécessité induite par la faible efficacité individuelle des Fourmis. Ex: *Pheidole pallidula*.
  2. Les espèces attaquant individuellement et piquant leurs proies. C'est le cas le plus fréquent; l'efficacité de l'attaquant varie suivant l'espèce et son degré de spécialisation vis à vis de la proie. Ex : *Leptothorax* sp.
  3. Les espèces attaquant individuellement et déposant leur venin sur la proie. Les substances du venin, de haute valeur insecticide sont capables de traverser la cuticule. Ex : *Monomorium* sp.
  4. Les espèces mimant leurs proies pour ne pas être identifiées. Ces Fourmis (*Hypoponera eduardi*) ont des systèmes efficaces qui déjouent l'appareil d'identification des Termites.
- Le rôle des substances défensives des *Reticulitermes* sur les 4 espèces de Fourmis prises en exemple a été étudié.

Mots-clés : *Reticulitermes*, substances défensives, toxicité , Fourmis, allomones.

Summary: Offensive of ants against termites; defensive mechanisms of European *Reticulitermes* species.

Defence mechanisms of European *Reticulitermes* against their ant predators is simultaneously ensured by mechanical weapons : the mandibles and chemical weapons produced by the frontal gland.

Defensive substances were identified and quantified. Predators can be divided into 4 offensive strategic groups.

The efficiency of defensive compounds of *Reticulitermes* soldiers was studied against the 4 species previously analyzed. The major substance : geranyl-linalool is highly toxic. Monoterpenes are generally repulsive ( -pinene) or transitory neurotoxic (limonene).

Key-words: Reticulitermes, defensive substances, toxicity, ants, allomones.

### INTRODUCTION

Les relations trophiques entre *Reticulitermes* européens et Fourmis de même milieu, sont de type compétitif ou de type prédateur-proie.

Les Formicinae sont le plus souvent compétitrices. Les Fourmis prédatrices de Termites se rencontrent pour la plupart chez les Myrmicinae, comme le révèlent les observations de terrain ou les élevages, l'étude des débris de proies laissés dans les nids.

Les soldats assurent une défense efficace des sociétés de *Reticulitermes*. Ils utilisent simultanément une arme mécanique, les mandibules et une arme chimique, la glande frontale qui émet des substances défensives.

Les Fourmis adoptent différents comportements d'attaque en fonction de leurs caractéristiques coloniales et individuelles. Il a été possible de définir 4 modèles de stratégie d'attaque.

Densité société	Appareil vulnérant	Stratégie	Exemple
+++	0	raid	<i>Pheidole pallidula</i>
++	venin puissant très efficace	offensive dépôt venin	<i>Monomorium sp.</i>
+	efficace	offensive piqûre	<i>Leptothorax unifasciatus</i>
-	efficace	mimétisme	<i>Hypoponera eduardi</i>

Tableau 1. Stratégies d'attaque des Fourmis prédatrices

A. Méthodes : 1. Identification de substances (substances défensives, venin, produits cuticulaires) par couplage chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS). La GC sépare les substances des extraits, la MS donne des spectres caractéristiques pour chaque substance.

2. Dosage des produits identifiés : Après introduction d'un étalon interne dans les extraits à doser et établissement d'abaques de référence, il est possible de doser chaque substance en GC.

3. Rôle des substances: Toxicité : Elle est établie par le calcul de la "DL50" c'est à dire de la quantité de produit

suffisante pour provoquer 50 % de mortalité en application topique  
Attraction-répulsion : Les substances sont déposées à des dilutions variables sur le trajet des Fourmis.

4. Tests comportementaux : Les ouvriers de *Reticulitermes* (10,15,25,50) affrontent un nombre croissant de Fourmis dans une arène. Le nombre de morts et leur état, le temps de survie des belligérants, les séquences comportementales durant les contacts sont appréciés.

B. Résultats. 1. La défense des Termites: Les substances défensives des Termites sont des terpènes. Il s'agit de 3 monoterpènes :  $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -pinène, limonène; de 2 sesquiterpènes incomplètement identifiés; d'un diterpène-alcool : le géranyl-linalool (Parton, Howse, Baker, Clément, 1981). Il existe une variation quantitative interspécifique des substances doublée d'une variation biogéographique au sein de chaque espèce. Le rôle défensif de chaque substance est déterminé :

- le géranyl-linalool est la composante toxique des substances défensives et joue un rôle de répulsif de contact.
- l' $\alpha$ -pinène est un répulsif à distance et un engluant au contact.
- le limonène est neurotoxique.

Les extraits totaux de la glande frontale de soldat ont un pouvoir toxique supérieur à la toxicité de la substance la plus efficace, il y a donc synergie des produits.

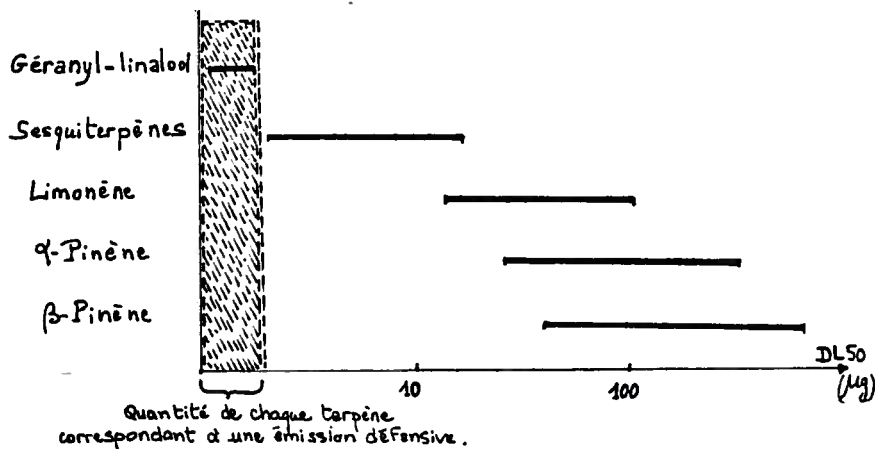


Tableau 2 : Toxicité des substances défensives de *Reticulitermes*.

## 2. L'attaque par les Fourmis.

a- Le raid : *P.pallidula*. Les sociétés de *P.pallidula* compensent la faiblesse de leur appareil vulnérant en attaquant leurs proies par raid.

b- L'offensive avec piqure: Fourmis du genre *Leptothorax*. Le comportement d'attaque de *Leptothorax unifasciatus* illustre une stratégie couramment employée par les prédateurs de *Reticulitermes*. Après contact, la Fourmi injecte son venin dans la proie grâce à un aiguillon droit muni d'un canal. Des affrontements entre *Leptothorax* de différentes espèces et *Reticulitermes* ont montré que les espèces les plus efficaces sont les prédateurs naturels des Termites; les espèces compétitrices sont en général moins performantes. Ainsi, *L.unifasciatus* a une DL 50 de 2,5 pour 10 ouvriers de *Reticulitermes* et *L.lichtensteini* une DL 50 de 4.

c- L'offensive avec dépôt de venin: *Monomorium sp.* Le dépôt de venin sans injection est une variante de la stratégie offensive. L'identification et le dosage des composés du venin ont montré qu'il s'agit de 5 alcaloïdes. Un seul de ces produits est réellement actif aux doses émises par la Fourmi.

d- Le mimétisme chimique: *Hypoponera eduardi*. Pour compenser un comportement individualiste, *H.eduardi* utilise un système de camouflage pour approcher ses proies sans être agressée et pour s'installer dans les termitières.

L'agressivité est évaluée à l'aide de deux tests comportementaux :

. La mesure du temps de survie d'*Hypoponera eduardi* dans différentes sociétés de *Reticulitermes*.

. L'analyse comportementale : L'analyse des séquences comportementales après contact (fuite, recul, agression ou absence de réaction) permet de calculer une distance statistique entre les différents cas ( $D_2$  de Mahalanobis). Les distances obtenues sont projetées selon trois axes canoniques en fonction des variables les plus discriminantes.

Le 1er axe sépare les groupes contenant les Fourmis vivant dans les termitières, des Fourmis vivant hors termitières. Les 2ème et 3ème axes distinguent les groupes des *Hypoponera eduardi* en présence de *R.santonensis*, des autres groupes *Hypoponera eduardi* en présence des autres espèces de *Reticulitermes*.

L'étude de la contribution des variables montre que les réactions des Termites et l'absence de réaction des Fourmis sont les variables les plus discriminantes.

L'analyse chimique des hydrocarbures cuticulaires d'*Hypoponera eduardi* et des trois espèces de *Reticulitermes* montre des similitudes structurales entre les prédateurs et les proies.

Origine de <i>H-eduardi</i>	Sociétés de <i>Reticulitermes</i>	Temps de survie (heures)	Société Réf. (Rf.)	Variance par rapport à Rf.
Issue de société de <i>R. santonensis</i>	<i>R. santonensis</i> (hôte)	(84 ± 27)	*	
	<i>R. santonensis</i>	(105 ± 2)		N.S.
	<i>R. (l)banyulensis</i>	(96 ± 7)		N.S.
	<i>R. (i)grassei</i>	(12 ± 0)		S. dû au type de Fourmi
Vivant hors termitière	<i>R. santonensis</i>	(39 ± 6)		S. dû au type de Fourmi

Tableau 3 : Temps de survie et analyse de variance à deux facteurs croisés.

Chaque test est répété 5 fois. Les valeurs reportées sont des moyennes + écart-types.

Les différences des temps de survie montrent qu'une agression existe contre l'espèce *H. eduardi* mais dans certains cas, cette Fourmi ne sera pas identifiée comme prédateur (Ex: Fourmi vivant dans une société de *R. santonensis* en présence de cette espèce ou de *R. (l)banyulensis*).

#### CONCLUSION

Les Termites du genre *Reticulitermes* développent une défense efficace de leur société grâce à la caste des soldats solidement armée de mandibules et pourvus de substances défensives qui allient des propriétés toxiques, neurotoxiques, engluantes et répulsives. Les Fourmis prédatrices affrontent cette défense de façon variée et déploient 4 grands types de stratégie d'attaque en fonction de leurs capacités coloniales et individuelles. Cette "course aux armements" reflète une coévolution des prédateurs et des proies.

#### Références

- GUILLAUMIN M., LEFEBVRE J., 1974.- Etude biométrique des populations de *Pyrgus carlinae* et de *Pyrgus cirsi*. II. Utilisation de D2 de Mahalanobis dans l'analyse et la classification des populations naturelles. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 115, 505-548.
- PARTON A.H., HOWSE P.E., BAKER R. and CLEMENT J.L., 1981.- Variation in the chemistry of the frontal gland secretion of *Reticulitermes* species. *Biosystematics of Social Insects*. P. HOWSE and J.L. CLEMENT ed. Academic Press. London, 193-209.

