

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

Edités par l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes Sociaux
Section française

VOL.6 - COMPTE RENDU COLLOQUE ANNUEL,
LE BRASSUS 19-23 Sept. 1989



(Photo Muséum d'Histoire Naturelle de Paris)

ETUDE ETHOLOGIQUE DE LA SUBSTANCE DE PISTE DE *TETRAMORIUM SEMILAEVE* ET *T. MERIDIONALE* (MYRMICINAE)

M.-C. CAMMAERTS et R. CAMMAERTS

*Laboratoire de Biologie Animale et Cellulaire, Faculté des Sciences,
Université Libre de Bruxelles, 50 av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles.*

Résumé : En zone méditerranéenne française, et plus précisément aux environs de Banyuls-sur-mer, nidifient non seulement des *Tetramorium semilaeve* comme indiqué dans la littérature (Bernard, 1968), mais aussi et surtout des *T. meridionale*. Ces deux espèces élaborent dans leur glande à poison une ou plusieurs substances de piste, semblables, mais les glandes de *T. meridionale* déclenchent un meilleur suivi de piste que celles de *T. semilaeve*, et *T. meridionale* suit mieux les pistes que *T. semilaeve*.

De tests croisés entre quatre espèces de *Tetramorium*, on peut déduire les deux informations suivantes. Aucune des deux espèces ne suit ni ne secrète la ou les substances produites par la glande à poison de *T. impurum*. Mais, elles suivent un peu et produisent en faible quantité du 3-éthyl-2,5-diméthylpyrazine (EDMP) et/ou du 2,5-diméthylpyrazine (DMP), substances constituant de la phéromone de piste de *T. caespitum*.

Par ailleurs, les ouvrières des deux espèces étudiées présentent, au niveau de leur dernier sternite abdominal, un facteur éthologiquement actif. Chez *T. semilaeve*, il augmente la vitesse linéaire et angulaire des fourmis et les incite à préférer quelque peu des pistes additionnées de ce facteur. Chez *T. meridionale*, il attire les fourmis à courte distance, renforce l'activité de la substance de piste et confert à cette piste un caractère nettement préférentiel.

Une première analyse chimique de glandes à poison et de derniers sternites fut réalisée, mais les résultats ne permettent pas encore de préciser de manière indubitable la composition chimique exacte des substances de piste recherchées.

Mots-clés : Myrmicinae - *Tetramorium* - piste - dernier sternite.

Summary : Ethological study of the trail substance of *Tetramorium semilaeve* and *Tetramorium meridionale* (Myrmicinae).

In the South of France, and more precisely in the neighbourhoods of Banyuls sur mer, are living *Tetramorium semilaeve*, as stipulated in literature (Bernard, 1968), and *T. meridionale* which colonies are more numerous and populous. These species produce in their poison gland one or several similar trail substances. But the glands of *T. meridionale* induce a better trail following behaviour than those of *T. semilaeve*, and *T. meridionale* follows the trails more accurately than *T. semilaeve*.

Tableau 1. Réponses de 4 espèces de *Tetramorium* à des extraits de leur glandes à poison (médianes de nombres d'arcs parcourus; gl/p : glandes/piste).

Table 1. Responses of four species of *Tetramorium* to their poison glands (median of numbers of arcs followed ; gl/p : glands/trail).

<i>pistes présentées</i>	gl/p : médiane <i>espèces testées</i>	gl/p : médiane <i>espèces testées</i>
A	<i>T. semilaeve</i>	<i>T. meridionale</i>
	0,01 : 5,2	0,01 : 16,5
	0,05 : 2,7	0,05 : 7,5
	0,1 : 6,0	0,1 : 16,0
	0,5 : 2,5	0,5 : 10,0
	1 : 2,9	1 : 10,1
	<i>T. meridionale</i>	
	0,01 : 1,0	0,01 : 4,2
	0,05 : 5,0	0,05 : 13,0
	0,1 : 7,0	0,1 : 17,0
0,5 : 6,0	0,5 : 16,0	
1 : 7,4	1 : 15,5	
B	<i>T. caespitum</i>	
	0,001 : 0,6	0,001 : 0,8
	0,01 : 0,6	0,01 : 0,8
	0,1 : 3,3	0,1 : 10,6
	1 : 8,5	1 : 13,5
	<i>T. impurum</i>	
	0,001 : 0,6	0,001 : 0,7
	0,01 : 0,6	0,01 : 0,9
	0,1 : 0,7	0,1 : 1,8
	1 : 0,5	1 : 1,2
C	<i>T. semilaeve</i>	<i>T. impurum</i>
	0,001 : 0,6	0,001 : 0,8
	0,01 : 0,7	0,01 : 0,8
	0,1 : 2,4	0,1 : 0,7
	1 : 7,1	1 : 0,7
	<i>T. meridionale</i>	
	0,001 : 1,8	0,001 : 0,8
	0,01 : 2,9	0,01 : 0,9
	0,1 : 8,7	0,1 : 1,0
	1 : 16,7	1 : 1,1

From cross-activity tests between four species of *Tetramorium*, the two following hypothesis can be deduced. None of the two studied species follows or secrete the substance(s) produced by *T. impurum* poison glands. They follow weakly and produce, in small amount, EDMP and/or DMP, the trail pheromone constituents of *T. caespitum*.

On the other hand, in the two studied species, an ethologically active factor can be revealed in the vicinity of the workers last sternite. In *T. semilaeve*, it increases the workers speed and sinuosity; if added to a trail, it incites the ants to prefer somewhat this trail. In *T. meridionale*, it attracts the ants from short distances, enhances the activity of the trail pheromone and gives to the trail an obvious preferential character.

Chemical analysis of poison glands and last sternites have already been done, but until now, results do not allow to precise, without any doubt, the chemical composition of the researched trail substances.

Key-words : *Myrmicinae* - *Tetramorium* - trail - last sternite.

INTRODUCTION

La substance de piste de *T. caespitum* est constituée de 3-éthyl-2,5-diméthylpyrazine (EDMP) et de 2,5-diméthylpyrazine (DMP) (Attygalle et al., 1984). Un mélange aux proportions naturelles de ces deux substances donne un suivi de piste identique à celui qu'entraîne la sécrétion totale. La glande à poison de *T. impurum* contient du méthyl-6-méthyl-salicylate (Morgan et al., 1987). Mais le suivi de piste induit par cette substance est inférieur à celui que déclenche une glande entière. Les ouvrières de *Tetramorium semilaeve* provenant de Corse ne suivent pas les pistes des deux espèces pré-citées, qui elles mêmes, ne répondent pas au contenu de la glande à poison de *T. semilaeve* (Cammaerts et al., 1985). La substance de piste de cette dernière espèce est encore inconnue. C'est en vue d'étudier cette substance de piste que nous avons récolté, dans les environs de Banyuls-sur-mer (Pyrénées Orientales, France) ce qui était stipulé dans la littérature (Bernard, 1968) comme étant des *T. semilaeve*. Il s'avéra cependant que la majorité des nids de *Tetramorium* peuplant les environs de Banyuls-sur-mer sont des *T. meridionale*, l'espèce *T. semilaeve* n'y étant représentée que par quelques sociétés peu populeuses.

Une étude éthologique des substances de piste des deux espèces fut dès lors entreprise. Nous la résumons ici. Elle se doublera, par après, d'une analyse chimique.

MATERIEL ET METHODES

Les sociétés de *T. semilaeve* et *T. meridionale* étudiées proviennent des environs de Banyuls-sur-mer (Pyrénées Orientales, France), notamment des rives de la Ballaurie. Des nids de *T. caespitum* furent récoltés à Virton (Belgique), et des sociétés de *T. impurum* furent prélevées à Perlé (Grand-Duché de Luxembourg). Les sociétés furent maintenues au laboratoire dans des tubes en verre constituant des nids artificiels, posés dans des bacs en polyéthylène (59/38/5 cm) servant d'aire de récolte et de lieu expérimental.

Des extraits de glandes à poison ou de derniers sternites furent réalisés et dilués dans des mélanges d'hexane et d'acétone, 1/1, V/V.

Tableau 2. Agrégation de *T. semilaeve* et *T. meridionale* autour d'un dernier ou avant-dernier (av. der.) sternite d'ouvrières.

Table 2. Aggregation of *T. semilaeve* and *T. meridionale* around a last or a penultimate (av. der.) sternite of workers.

especes testées	stimulus présente	fourmis présentes	fourmis atteignant
<i>T. semilaeve</i>	dernier sternite	11,21	33,22
	av. der. sternite	6,9	20,50
<i>T. meridionale</i>	dernier sternite	5,64	21,19
	av. der. sternite	4,62	15,06

Tableau 3. Réaction locomotrice de *T. semilaeve* et *T. meridionale* à des derniers ou des avant-derniers sternites isolés.

Table 3. Locomotion reaction *T. semilaeve* and *T. meridionale* to last (der.) ou penultimate (av.der.) isolated sternites.

espèces testées	Orientation(deg.ang.) médiane de 30 valeurs moyennes de 10 à 40 mesures	Vitesse(mm/sec) médiane de 20 valeurs analysant chaque fois un trajet de 5-20 cm ou 5-20 secondes	Sinuosité(deg./cm)
<i>T. semilaeve</i>			
contrôle		9,9	117,0
der.ster.	77,7	13,4	139,0
av.der.ster.	87,5	10,3	110,0
der.ster. <i>meridionale</i>	84,0	11,6	103,0
<i>T. meridionale</i>			
contrôle		10,2	181,5
der.ster.	48,0	9,0	183,0
av.der.ster.	89,0	9,1	186,5
der.ster. <i>semilaeve</i>	78,0	9,9	186,0

Les quantités de structures glandulaires et de solvants utilisées furent choisies afin d'obtenir des nombres désirés de structures à présenter dans des quantités souhaitées de solvants (par exemple 0,5 glandes dans 50 µl de solvants). L'activité en tant que substance de piste d'un extrait fut quantifiée de la manière rapportée par Cammaerts et al., 1990. Les distributions, médianes et quartiles des nombres obtenus furent établis et des distributions furent comparées entre-elles à l'aide de tests χ^2 non paramétriques.

Les agrégations occasionnées par des derniers ou des avant-derniers sternites furent quantifiées comme précisé dans d'autres travaux (par exemple Cammaerts et al., 1988). L'orientation des fourmis vers ces stimuli ainsi que leur vitesse linéaire et angulaire furent enregistrées comme précédemment (par exemple op. cit.), puis quantifiées d'une manière similaire, que précisera un travail ultérieur. Les distributions, médianes et quartiles furent à nouveau établis à chaque fois.

Une expérience de choix entre deux pistes, semblable à celle relatée dans d'autres travaux (par exemple Cammaerts, 1984), fut réalisée en utilisant, d'une part, un extrait de glandes à poison, et d'autre part, un extrait de glandes à poison et de derniers sternites spécifiques ou non. Les fourmis hésitant ou choisissant l'un ou l'autre des deux extraits furent dénombrées durant 10 minutes par deux observateurs.

RESULTATS

Activité en tant que substance de piste des glandes à poison de *T. semilaeve* et *T. meridionale* (Tab.1 A)

Chaque espèce produit une ou plusieurs substances de piste dans sa glande à poison, et peut suivre la piste de l'autre espèce. Remarquons que *T. meridionale* présente un meilleur suivi de piste que *T. semilaeve*, et que sa glande à poison est un peu plus active.

Réponses de *T. semilaeve* et *T. meridionale* aux glandes à poison de *T. caespitum* et *T. impurum* et de ces deux dernières espèces aux glandes à poison des deux premières espèces citées (Tab.1 B et C)

Les ouvrières de *T. semilaeve* et *T. meridionale* ne suivent jamais les pistes de *T. impurum*, mais elles répondent légèrement à celles de *T. caespitum* donc, logiquement, à l'EDMP et/ou au DMP.

T. impurum ne suit nullement les pistes de *T. semilaeve* et *T. meridionale*. Ces espèces ne produisent donc pas la ou les substances de piste de *T. impurum*. *T. caespitum* répond à de grandes quantités d'extraits de glandes à poison de *T. semilaeve* et *T. meridionale*. Les glandes de ces espèces pourraient donc contenir un peu d'EDMP et/ou de DMP, ce qui ne suffit cependant pas à expliquer le bon suivi de piste qu'induit, chez *T. semilaeve* et *T. meridionale*, leurs propres glandes à poison.

Tableau 4. Réponses de *T. semilaeve* et *T. meridionale* à des pistes imbibées d'extraits précisés (médianes de nombres d'arcs parcourus; résultats de tests X^2).

Gl.P : glande à poison; D.S. : dernier sternite; sp. : spécifique.

Table 5. Responses of *T. semilaeve* and *T. meridionale* to trails traced with the extracts described (median of numbers of arcs followed; results of X^2 tests). Gl.P : poison gland; D.S. : last sternite; sp. : specific.

espèces testées	nature des extraits présentés	concentrations (glandes / piste)					
		0,05	0,1	0,2	0,5	1	2
<i>T. semilaeve</i>	Gl.P + D.S. sp.	2,50	8,75	5,50	9,50	7,50	2,67
		NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Gl.P + D.S.non sp.	5,67	6,44	4,94	7,50	4,75	2,75
	Gl.P seule				NS	NS	
	D.S. sp. seul				10,17	0,80	
<i>T. meridionale</i>	Gl.P + D.S. sp.	6,00	9,50	16,00	27,50	19,00	8,00
		NS	NS	P<0.02	P<0.05	P<0.01	NS
	Gl.P + D.S.non sp.	5,21	11,75	14,50	20,50	9,50	7,67
	Gl.P seule			P=0.01	NS		
	D.S. sp. seul				10,67	4,27	

Tableau 5. Choix de *T. semilaeve* et *T. meridionale* pour des pistes imprégnées de glandes à poison ou de glandes à poison et de derniers sternites spécifiques ou non spécifiques.

Gl.P : glande à poison; d.st. : dernier sternite; sp. : spécifique

P : seuil de probabilité; NS : différence non significative; résultats de tests X^2 appliqués aux nombres d'ouvrières choisissant l'une ou l'autre des deux pistes présentées.

Table 5. Choices of *T. semilaeve* and *T. meridionale* for trails traced with poison glands extracts or with poison glands and last sternites extracts of the same species or the other one.

Gl.P : poison gland; d.st. : last sternite; sp. : specific

P : level of probability; NS : non significant difference; results of X^2 tests applied to the numbers of ants choosing either trail.

espèces testées	Nombre d'ouvrières indécises	Nombre d'ouvrières choisissant les pistes tracées avec un extrait de		
		Gl.P + d.st.sp.	Gl.P	Gl.P + d.st.non sp.
<i>T. semilaeve</i>	34	47	26	NS
	29		32	21 NS
<i>T. meridionale</i>	2	61	15	P<0.001
	31		44	30 NS

Activité éthologique du dernier sternite abdominal des ouvrières de *T. semilaeve* et *T. meridionale*.

Présentée ponctuellement, le dernier sternite abdominal agrège les fourmis de manière différente selon l'espèce concernée (Tab.2). Les *T. meridionale* sont attirés par un dernier sternite isolé de congénère, tandis que les *T. semilaeve* subissent une augmentation de vitesse linéaire et angulaire au voisinage d'une telle structure (Tab.3).

En Tab.4, il apparaît que, chez *T. meridionale*, des pistes mixtes "poison + dernier sternite spécifique" sont mieux suivies que des pistes mixtes "poison + dernier sternite non spécifique". D'autre part (les expériences n'ont porté ici que sur une dilution), les *T. meridionale* suivent mieux des pistes mixtes "poison + dernier sternite spécifique" que des pistes imprégnées uniquement d'extraits de glandes à poison. Enfin, chez les deux espèces, des extraits de derniers sternites n'induisent jamais de suivi de piste.

Les expériences de choix (Tab.5) montrent que les fourmis préfèrent des pistes mixtes "poison + dernier sternite spécifique" à des pistes établies uniquement à partir de glandes à poison, et ces dernières à des pistes mixtes "poison + dernier sternite non spécifique". Mais seules, des *T. meridionale* face à un extrait de glandes à poison d'une part et à un extrait de glandes à poison et de derniers sternites spécifiques d'autre part, affichent sans hésitation une préférence significative pour le second extrait cité.

Les préférences des fourmis pour des extraits mixtes, d'une part de glandes à poison et de derniers sternites spécifiques, et d'autre part de glandes à poison et de derniers sternites non spécifiques, sont dans les rapports de 3/1 pour *T. semilaeve* et de 6/1 pour *T. meridionale*.

CONCLUSIONS ET DISCUSSION RELATIVES AUX ETUDES ETHOLOGIQUES

T. semilaeve et *T. meridionale* élaborent dans leur glande à poison une ou plusieurs substances de piste, semblables, mais légèrement plus actives chez *T. meridionale*, et induisant chez cette espèce un meilleur suivi de la piste.

Les deux espèces ne produiraient pas la ou les substances de piste émises par *T. impurum* et n'y répondraient pas, mais sécrèteraient de faibles quantités d'EDMP et/ou de DMP, et répondraient quelque peu à l'un et/ou à l'autre de ces deux substances. Ce dernier résultat diffère de celui obtenu en 1985 par Cammaerts et al., pour des *T. semilaeve* originaires de Corse. Une comparaison des *T. semilaeve* issus de Corse et du sud de la France se justifiera donc.

Un facteur éthologiquement actif peut être mis en évidence au niveau du dernier sternite des ouvrières. Chez *T. semilaeve*, il modifie la locomotion des ouvrières et donne à la piste un caractère préférentiel. Chez *T. meridionale*, il est attractif, augmente l'activité de la substance de piste, et lui confère un caractère significativement spécifique. Il rappelle le facteur mis en évidence au niveau du dernier sternite des ouvrières de *Myrmica rubra* (Cammaerts, 1982, 1984).

ANALYSE CHIMIQUE

Une première analyse chimique de derniers sternites isolés révéla l'existence d'une faible quantité d'un constituant encore non identifié.

Des glandes à poison de *T. meridionale*, analysées chimiquement, se sont avérées contenir de l'indole (environ 1 ng par glande), et de petites quantités d'EDMP et de DMP. Ce dernier résultat est en accord avec les observations éthologiques (second paragraphe des résultats). Mais l'indole, considéré par les chimistes comme étant la substance de piste des espèces étudiées, ne nous a jamais permis d'obtenir de suivi valable de la piste chez l'une ou l'autre des deux espèces étudiées. Les recherches se poursuivent et s'étendront aux autres espèces de *Tetramorium* récoltées et découvertes en France au cours de trois années consécutives d'étude sur le terrain.

REFERENCES

- Attygalle, A.B., Morgan, E.D., 1984.- Identification of the trail pheromone of the ant *Tetramorium caespitum* L. (Hymenoptera : Myrmicinae). *J. of Chemical Ecology*, 10, 1543-1468.
- Bernard, F., 1968.- Les fourmis (Hymenoptera - Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. 3. Masson, Paris, 411 pp.
- Cammaerts, M-C., 1982.- Une source inédite de phéromone chez *Myrmica rubra* L. *Insectes Sociaux*, 29, 524-534.
- Cammaerts, M-C., 1984.- Probable function for a previously unrecognized pheromone in ants of the genus *Myrmica*. *Behavioural Processes*, 9, 135-145.
- Cammaerts, R., Pasteels, J-M., Roisin, Y., 1985.- Identification et distribution de *Tetramorium caespitum* (L.) et *T. impurum* (Foerster) en Belgique (*Hymenoptera Formicidae*). *Actes Coll. Insectes Soc.*, 109-118.
- Cammaerts, M-C., Attygalle, A.B., Vostrowsky, O., Bestmann, H.J., 1988.- Ethological studies of the mandibular gland secretion of the ant *Manica rubida* (Formicidae - Myrmicinae). *J. Insect Physiol.*, 34, 347-350.
- Cammaerts, R., Detrain, C., Cammaerts, M-C., 1990.- Host trail following by the Myrmecophilous Beetle *Edaphopausus favieri* (Fairmaire) (Carabidae Paussinae). *Insectes Sociaux*, sous presse.
- Morgan, E.D., Ollett, D.G., 1987.- Methyl 6-methylsalicylate, trail pheromone of the ant *Tetramorium impurum*. *Naturwissenschaften*, 74, 596-597.