

PRESENCE D'UN FACTEUR ETHOLOGIQUE AU NIVEAU DU DERNIER STERNITE DES OUVRIERES  
DE DEUX ESPECES DE MYRMICINES: *TETRAMORIUM IMPURUM* ET *PHEIDOLE PALLIDULA*

Cammaerts M-C, Detrain C., Verhaeghe J-C.

Laboratoire de Biologie Animale et Cellulaire, Faculté des Sciences,  
Université Libre de Bruxelles, 50, Av. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique.

**Résumé:** Les ouvrières de *Tetramorium impurum* et les minors de *Pheidole pallidula* présentent, au niveau de leur dernier sternite, un facteur éthologique attractif, locostimulant et synergique de la substance de piste. Au cours du temps, ce facteur perd ses propriétés, rapidement chez *T. impurum* et plus lentement chez *P. pallidula*. En conséquence, les *T. impurum* parviennent à distinguer les pistes récentes de plus anciennes, même peu âgées, tandis que les pistes de *P. pallidula* restent efficaces plus longtemps. L'espèce *Myrmica rubra* précédemment étudiée (Cammaerts, 1982b) dispose d'un facteur éthologique similaire, et la comparaison des trois espèces montre clairement comment ce facteur rend compte du choix des ouvrières entre des pistes d'âges différents.

**Mots-clés :** Myrmicines - *Tetramorium impurum* - *Pheidole pallidula* - Locomotion - piste - récolte.

**Summary :** Existence of an ethological factor on the workers' last sternite in *T. impurum* and *Pheidole pallidula* (Myrmicinae).

The last visible sternite of *Tetramorium impurum* workers and *Pheidole pallidula* minors is attractant, locostimulant and synergistic of the trail substance. In the course of time, the ethological activity of the factor decreases rapidly in *T. impurum*, and slowly in *P. pallidula*. Consequently, *T. impurum* can distinguish between old and recent trails, even if the age difference is slight, whereas the *P. pallidula* trails are followed efficiently during longer times. A similar factor exists in *Myrmica rubra* (Cammaerts, 1982b), and a comparison between the three species clearly shows how the factor can explain the foragers' ability to shift from an old trail to a new one during food exploitation.

**Key-words :** Myrmicinae - *Tetramorium impurum* - *Pheidole pallidula* - Locomotion - Trail - Foraging.

#### INTRODUCTION

Au niveau du dernier sternite des ouvrières de *Myrmica rubra*, un facteur éthologique attire les ouvrières, augmente leur suivi de piste et les aide à distinguer entre pistes récentes et anciennes (Cammaerts, 1982 a,b; 1984). Un facteur comparable existe aussi chez *Tetramorium meridionale* et *T. scutellaris* (Cammaerts et Cammaerts, 1990), mais reste à découvrir chez *T. impurum*. Par ailleurs, chez *P. pallidula*, le meilleur suivi de pistes naturelles comparé à celui de pistes artificielles tracées à l'aide d'extraits de glandes à

poison uniquement, nous a incité à rechercher l'éventuelle existence, chez cette espèce, du facteur du dernier sternite.

Ainsi, chez *T. impurum* et *P. pallidula*, nous avons étudié l'impact du facteur du dernier sternite sur trois types de comportements : la locomotion des fourmis, leur suivi de piste et leur choix entre pistes différentes. Chaque fois, nous avons envisagé l'évolution temporelle des comportements. En outre, pour *P. pallidula*, nous avons comparé les réponses des minors et des majors ainsi que l'activité de leur derniers sternites.

## MATERIEL ET METHODES

Des sociétés de *P. pallidula* récoltées dans le Sud de la France, et des nids de *T. impurum* ramenés du Grand Duché de Luxembourg (Perlé) ont été maintenus au laboratoire dans des nids artificiels (tubes à essai couverts de papier rouge et munis d'un réservoir d'eau).

La locomotion des fourmis a été quantifiée par deux variables (orientation vers le stimulus, vitesse linéaire de déplacement ; voyez Cammaerts et al., en préparation). Les médianes et quartiles des distributions des valeurs obtenues ont été calculés et les distributions ont été comparées à l'aide de tests  $\chi^2$  non paramétriques.

Le suivi de pistes a été quantifié en déposant des extraits glandulaires sur des pistes artificielles circulaires, puis en dénombrant les arcs de 10' parcourus sans discontinuité le long des circonférences. Les nombres obtenus ont été caractérisés par leur médianes et leurs quartiles, et analysés statistiquement à l'aide de tests  $\chi^2$  non paramétriques.

Les choix des fourmis entre des pistes chimiquement différentes ont été observés, durant 30 minutes, en présentant aux fourmis deux extraits glandulaires différents déposés sur deux lignes courbes croisées.

## RESULTATS

### Influence sur la locomotion des ouvrières (Tab.1)

Les ouvrières de *T. impurum* qui s'orientent vers un dernier sternite s'en approchent lentement puis circulent rapidement aux alentours. Isolés depuis plus de trois minutes, ce dernier sternite n'est plus attractif que de tout près, et n'augmente plus la vitesse linéaire des ouvrières. Chez *T. impurum*, son activité semble donc s'estomper rapidement au cours du temps.

Les derniers sternites des minors de *P. pallidula* sont attractifs et locostimulants. Ceux des ouvrières majors ne le sont pas, mais ces majors répondent, au même titre que des minors, à des derniers sternites isolés de minors. Isolés depuis plus de trois minutes, ces derniers sternites n'attirent plus que d'assez près, mais augmentent toujours la vitesse linéaire des fourmis. Leur activité dure donc plus longtemps chez *P. pallidula* que chez *T. impurum*.

### Influence sur le suivi de piste des ouvrières (Fig.1, 2)

Chez *T. impurum* et chez *P. pallidula*, des extraits de derniers sternites (ainsi que de premiers tergites) n'induisent aucun suivi (Fig.1). Mais des extraits mixtes de glandes à poison et de derniers sternites (de minors pour *P. pallidula*) sont nettement mieux suivis que des extraits de glandes à poison seules (Fig.1). Chez les deux espèces, le facteur décelable au niveau du dernier sternite est donc synergique de la substance de piste.

Espèces et stimuli testés	Variables mesurées		
	O	V, avant contact	V, après contact
<i>T. impurum</i>			
contrôle	78,0	10,5	11,0
t.	83,0	8,7	9,6
st. 0 min	45,0	8,1	13,4
st. + de 3 min	1-2 cm: 47,0 3-6 cm: 92,0		10,8
<i>P. pallidula</i>			
ouvrières minores			
contrôle	87,5	4,9	6,7
t. minor	62,0	6,1	5,6
st. minor 0 min	44,3	4,6	11,9
st. minor + de 3 min	2-3 cm: 42,0 3-6 cm: 91,0		15,9
t. major	84,0	8,2	7,8
st. major	53,0	6,8	7,1
ouvrières majors			
contrôle	92,5	10,3	12,1
st. minor	54,3	9,3	25,1

Tableau 1. Locomotion des ouvrières face à des derniers sternites isolés de congénères.

L'orientation des fourmis (O, degré angulaire) vers le stimulus et leur vitesse linéaire (V, mm/sec) sont quantifiées comme expliqué dans Cammaerts et al. (en préparation). Les médianes des distributions des valeurs obtenues sont données ainsi que les résultats de tests  $X^2$  non paramétriques. S : différence significative pour  $P = 0.05$  ; st. : dernier sternite ; t. premier tergite ; les temps (min) sont ceux pendant lesquels les structures sont isolées avant leur présentation aux fourmis ; les distances (cm) sont celles séparant le stimulus de l'ouvrière observée.

Table 1. Workers' locomotion in front of isolated last sternites.

The ants' orientation (O, angular degree) to the stimulus and their linear speed (V, mm/sec) are quantified as explained in Cammaerts et al. (in preparation). Medians of the distributions of the obtained values and the results of non-parametric  $X^2$  tests are given. S : significant difference for  $P = 0.05$  ; st. : last sternite ; t. : first tergite ; the times (sec) are those during which the structures are isolated before being presented to the ants ; the distances (cm) are those between the stimulus and the observed ant.

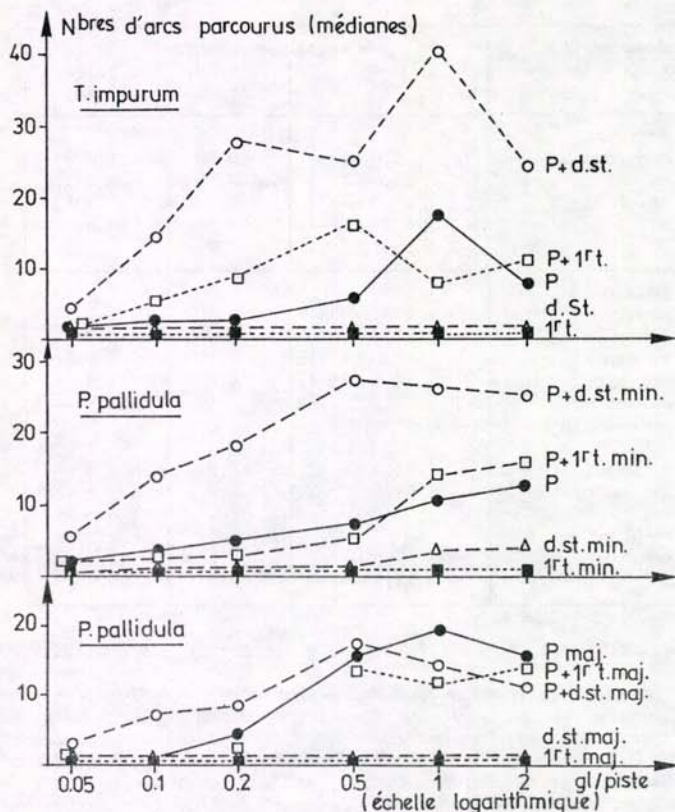


Figure 1. Impact du dernier sternite sur le suivi de piste.

Des quantités données d'extraits acétoniques de structures glandulaires sont déposées sur des pistes circulaires artificielles. L'abscisse indique les quantités de structures extraites déposées. L'ordonnée donne les médianes des nombres d'arcs que parcourent les ouvrières (minors pour *P. pallidula*) sans discontinuité le long des pistes. d.st. : dernier sternite ; 1<sup>st</sup> t. : premier tergite ; P : glande à poison (de minor pour *P. pallidula*) ; min. : ouvrière minor ; maj. : ouvrière major.

Figure 1. Impact of a last sternite on the trail-following behaviour.

Given amounts of acetonetic extracts of glandular structures are laid on circular artificial trails. The x axis gives the quantities of glandular structures extracted laid per trail. The y axis gives the medians of the numbers of arcs walked without discontinuity by ants (minors for *P. pallidula*) along the trails. d.st. : last sternite ; 1<sup>st</sup> t. : first tergite ; P : poison gland (from minors for *P. pallidula*) ; min. : minor worker ; maj. : major worker.

Chez *T. impurum*, l'activité de la substance de piste décroît progressivement au cours du temps, et celle de pistes mixtes "poison plus dernier sternite" chute en 15 minutes environ (Fig.2). L'activité synergique du facteur révélé diminue donc rapidement au cours du temps. Chez *P. pallidula*, l'activité à la fois des pistes simples "poison" et des pistes mixtes "poison plus dernier sternite" décroît progressivement au cours du temps (Fig.2), mais l'activité synergique du facteur se maintient plus longtemps, prolongeant l'activité des pistes.

### Choix des ouvrières entre des pistes différemment marquées (Fig.3)

Chez *P. pallidula*, les choix ne varient pas au cours du temps et ne dépendent pas du type de piste suivie avant ce choix. Les résultats (présentés plus en détail dans Cammaerts et Detrain, a, en préparation) montrent que les pistes mixtes "poison plus dernier sternite" sont statistiquement préférées aux pistes simples "poison" et aux pistes mixtes "poison plus tergite".

Chez *T. impurum*, les choix varient au cours du temps et dépendent de la piste suivie avant ce choix. Les résultats analysés en détail dans Verhaeghe et Cammaerts (en préparation) montrent, entre autre, les faits suivants. Devant des pistes simples "poison" et mixtes "poison plus tergite", les fourmis ne choisissent cette dernière que si elles la suivaient déjà avant le choix. Mais devant des pistes mixtes "poison plus tergite" et mixtes "poison plus dernier sternite", elles choisissent ce dernier type de piste. Enfin, face à des pistes simples "poison" et des pistes mixtes "poison plus dernier sternite", elles choisissent statistiquement cette dernière durant les 20 premières minutes expérimentales si elles la suivaient déjà avant le choix, et pendant les 15 premières minutes seulement si elles suivaient avant des pistes simples "poison".

En conséquence, les fourmis distinguent des pistes différemment marquées et choisissent statistiquement des pistes mixtes "poison plus dernier sternite", durant toute la demi-heure expérimentale, chez *P. pallidula*, et généralement, durant les 15 premières minutes chez *T. impurum*. Le facteur décelable au niveau du dernier sternite a donc un effet recruteur sur les fourmis qui subsiste au moins 30 minutes chez *P. pallidula* mais qui s'estompe en 15 minutes environ chez *T. impurum*.

### Choix des ouvrières entre pistes d'âges différents (Tab.2)

Les ouvrières de *T. impurum* choisissent statistiquement les pistes les plus récentes, qu'elles viennent de l'une ou de l'autre piste, que ce soit en début ou en fin d'expérience. Les ouvrières de *P. pallidula* ne présentent pas de choix marqué. Elles montrent une légère tendance non significative à emprunter le même type de piste que celle suivie avant la bifurcation.

L'explication d'une telle différence entre les deux espèces est simple. Chez *T. impurum*, l'activité du dernier sternite devient quasi nulle après 30 minutes: la "vieille" piste est donc nettement moins attractive et efficace que la nouvelle. Chez *P. pallidula*, l'activité du facteur révélé diminue peu en 30 minutes: l'attractivité et l'efficacité des deux pistes, vieilles et récentes, s'équivalent, même si leur composition chimique diffère quelque peu.

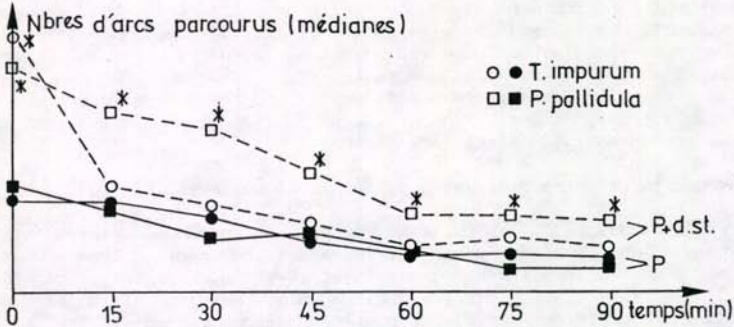


Figure 2. Temporal evolution of the activity of trails made with poison glands extracts or poison glands plus last sternites extracts.

The experimental procedure is identical to that summarized in Fig.1, but the trails (concentration = 1 gland/trail) are now presented 0 to 90 minutes after having been drawn. d.st. : last sternite ; P : poison gland ; \* : significant difference ( $X^2$  test).

Figure 2. Temporal evolution of the activity of trails made with poison glands extracts or poison glands plus last sternites extracts.

The experimental procedure is identical to that summarized in Fig.1, but the trails (concentration = 1 gland/trail) are now presented 0 to 90 minutes after having been drawn. d.st. : last sternite ; P : poison gland ; \* : significant difference ( $X^2$  test).

Figure 3	T. impurum		P. pallidula
— P - - - P+T			
— P+T - - - P+DS			
— P - - - P+DS	0-15min  16-30min 	0-20min  21-30min 	

Espèces testées	Pistes suivies avant la bifurcation	Pistes suivies après la bifurcation	
		piste ancienne	nouvelle piste
<i>T. impurum</i>	piste ancienne	25	96
	nouvelle piste	15	90
<i>P. pallidula</i>	piste ancienne	60	45
	nouvelle piste	64	95

Tableau 2. Choix des ouvrières entre des pistes d'âges différents

La technique expérimentale est identique à celle résumée en Fig.3. Les deux pistes présentées sont tracées, l'une, 30 min avant l'expérience, avec un extrait de 1 glande à poison et de 1 dernier sternite (piste ancienne), l'autre, au moment de l'expérience, avec un extrait de 0,5 glandes à poison et de 0,5 derniers sternites (nouvelle piste). NS (S) : différence non significative (significative) (pour  $P = 0.05$ , test  $X^2$ ).

Table 2. Ants' choices between differently aged trails.

The experimental procedure is identical to that summarized in Fig.3 but the two trails are drawn, either 30 mins before the experiment, with the extract of 1 poison gland and 1 last sternite (piste ancienne), or just before the experiment, with the extract of 0.5 poison gland and 0.5 last sternite (nouvelle piste). NS (S) : non significant (significant) difference (for  $P = 0.05$ , test  $X^2$ ).

← Figure 3. Choix des ouvrières devant des pistes différemment marquées.

Deux pistes différentes sont présentées en même temps aux fourmis sur deux lignes croisées. A chaque croisement, ces choix sont observés au cours du temps en notant le type de piste suivi avant la bifurcation. DS : dernier sternite ; P : glande à poison ; S : différence significative (test  $X^2$ ) ; T : premier tergite ; 0-15 min, 16-30 min : période des comptages ; s'il n'y a pas d'indication, les comptages se font de la 1<sup>ère</sup> à la 30<sup>ème</sup> minute.

Figure 3. Workers' choices between differently marked trails.

Two trails drawn with different extracts are presented together to ants on two crossed lines. The ants' choices are counted along time paying attention to the kind of trail followed before the fork. DS : last sternite ; P : poison gland ; S : significant difference (test  $X^2$ ) ; T : first tergite ; 0-15 min, 16-30 min : counting period ; when no indication is given, the countings occur since the first to the 30<sup>th</sup> minute.

## CONCLUSIONS - DISCUSSION

Les activités éthologiques du facteur du dernier sternite des ouvrières de *T. impurum* et de *P. pallidula*, ainsi que leur évolution temporelle pourrait expliquer le comportement des fourmis sur des pistes d'âges et de concentrations différents. Les ouvrières de *T. impurum* sont capables d'opter pour une nouvelle piste alors qu'une autre plus ancienne est établie. Elles peuvent donc bifurquer vers une seconde source de nourriture alors qu'a lieu la récolte d'une première source. Les ouvrières de *P. pallidula* ne le font que plus difficilement et ont tendance à rester focalisées sur la première piste établie (Detrain, observation personnelle).

Chez *Myrmica rubra*, le facteur du dernier sternite des ouvrières perd son activité éthologique relativement vite (Cammaerts, 1984), à une vitesse intermédiaire entre celle observée chez *T. impurum* et chez *P. pallidula*. Cela aide les ouvrières de *M. rubra* à distinguer entre pistes anciennes et pistes plus récentes, et à exploiter, dans certains cas, une nouvelle source de nourriture alors qu'elles en récoltent activement d'autres (Cammaerts, observation personnelle).

Les propriétés du facteur et la durée de vie de son activité éthologique explique, pour chaque espèce étudiée, le comportement, plus flexible ou plus figé, des fourrageuses sur leurs pistes naturelles de récolte.

Deux problèmes restent à résoudre : celui de l'origine anatomique du facteur et celui de son identification chimique. Le premier est résolu pour *T. impurum* et *P. pallidula* (Cammaerts et Detrain, b, en préparation) mais l'analyse chimique de ce facteur reste à effectuer.

## REFERENCES

- Cammaerts, M-C., 1982 a. - Une source inédite de phéromone chez *Myrmica rubra* L. Ins. Soc., 29, 524-534.
- Cammaerts, M-C., 1982 b. - Phéromone inédite chez *Myrmica rubra*. Proc. de la réunion de la Sec. Fr. de l'IUSSI, Barcelone, 65-72.
- Cammaerts, M-C., 1984. - Probable function for a previously unrecognized pheromone in ants of the genus *Myrmica*. Behavioural Processes, 9, 135-145.
- Cammaerts, M-C., Cammaerts, R., 1990. - Etude éthologique de la substance de piste de *Tetramorium semilaeve* et *Tetramorium meridionale* (Myrmicinae). Act. Coll. Ins. Soc., 6, 253-260.
- Cammaerts, M-C., Detrain, C. - a - Temporal evolution and function of an ethological factor recently found in the ant *Pheidole pallidula* (Myrmicinae). en préparation.
- Cammaerts, M-C., Detrain, C. - b - Origin of an ethological factor recently found in the workers of *Tetramorium impurum* and *Pheidole pallidula* (Formicidae, Myrmicinae). en préparation.
- Cammaerts, M-C., Verhaeghe, J-C., Cammaerts, R., Lesseux, R. - A hitherto unknown pheromone in the ant *Tetramorium impurum* (Myrmicinae). en préparation.
- Verhaeghe, J-C., Cammaerts, M-C. - Possible function of a previously discovered pheromone in *Tetramorium impurum* (Myrmicinae). en préparation.