

# 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)

**LE POLYETHISME CHEZ CATAGLYPHIS CURSOR****MAYADE Sophie & SUZZONI Jean-Pierre**

Laboratoire d'Entomologie, Université Paul-Sabatier, 118 route  
de Narbonne, 31062 Toulouse-Cedex, France.

**Résumé:** *Cataglyphis cursor* est une Formicine à affinités méditerranéennes. La caste ouvrière montre un polymorphisme continu mais chez cette espèce, le polyéthisme est lié à l'âge. Lorsqu'on compare les ouvrières prises à l'intérieur du nid et celles de l'extérieur, les premières sont caractérisées par des ovaires développés, des mandibules intactes ou peu usées et des réserves énergétiques abondantes. A l'inverse, les fourmis prélevées hors du nid présentent des ovaires atrophiés, des mandibules usées et une très faible quantité de réserves énergétiques. L'étude des glandes abdominales (glande de Dufour, glande à poison) montre aussi des différences qui pour l'instant, n'ont pas été interprétées.

**Mots clés:** Fourmi, *Cataglyphis cursor*, polyéthisme d'âge, morphologie, anatomie, réserves énergétiques.

**Title:** Polyethism in *Cataglyphis cursor*

**Summary:** *Cataglyphis cursor* is a mediterranean Formicine. The worker caste presents a continuous polymorphism but in this species the polyethism is based on age. When we compare workers captured in the nest to those sampled outside, the first ones are characterized by developed ovaries, intact or a little worn mandibles, and abundant energetic reserves. On the contrary, ants gathered out of the nest present atrophied ovaries, worn mandibles and a very little quantity of energetic reserves. Furthermore abdominal glands study (Dufour and poison glands) shows also differences that have not been explained yet.

**Key words:** Ant, *Cataglyphis cursor*, age polyethism, morphology, anatomy, energetic reserves.

## INTRODUCTION

Chez les ouvrières de Fourmis, la division du travail est basée, soit sur la morphologie (polyéthisme de caste ou de sous-caste), soit sur l'âge (polyéthisme d'âge) mais ces deux types peuvent coexister. Pour une espèce donnée, il est intéressant d'établir les bases du polyéthisme et de préciser les modifications qui les accompagnent. Dans le cas d'un polyéthisme de caste, celles-ci concernent en premier lieu la morphologie et l'anatomie, ce qui en entraîne d'autres sur les plans de la physiologie et du comportement, par exemple. Dans le cas d'un polyéthisme d'âge, seules les dernières citées peuvent être révélées.

Le but de ce travail est de préciser la nature du polyéthisme chez *Cataglyphis cursor* et de mettre en évidence quelques-unes des modifications morpho-anatomo-physiologiques qui le caractérisent.

## METHODES

Des prélèvements ont été effectués, de mai à octobre avec un échelonnement de deux à trois semaines, dans la région de Saint-Hippolyte (Pyrénées-orientales). Parmi les ouvrières récoltées, on distingue celles dont les activités s'exercent: (i) à l'intérieur du nid, ce sont les ouvrières que nous appellerons "int" et (ii) à l'extérieur du nid, que nous appellerons "ext". Pour chacune de ces catégories, nous avons mesuré plusieurs paramètres que nous avons comparés à l'aide du test t de Student.

### A. Paramètre morphologique

Pour estimer l'amplitude du polymorphisme des ouvrières et par la suite, corriger la variation due à ce paramètre, nous avons mesuré largeur et longueur de la tête (en mm). La corrélation entre ces deux paramètres étant hautement significative ( $r=0,96$  pour  $n=742$ ,  $P>0.01\%$ ) nous avons choisi de n'utiliser par la suite que la largeur de la tête.

### B. Paramètres anatomiques

La dissection permet de mettre en évidence dans l'abdomen des ouvrières plusieurs glandes ou organes intéressants: glande de Dufour, glande à poison, ovaires et intestin postérieur.

Le volume des glandes et celui de l'intestin postérieur sont calculés en  $\text{mm}^3$  mais pour corriger la variation éventuellement liée à la taille de l'individu, la valeur obtenue est rapportée à la largeur de la tête.

Les ouvrières possèdent un appareil reproducteur avec deux ovarioles polytrophiques par ovaire. Le volume du plus gros ovocyte présent dans les ovaires est mesuré en  $\text{mm}^3$ .

### C. Paramètre physique

L'usure des mandibules a été estimée à l'aide d'un coefficient, appelé  $u$ , représentant la longueur de la plus grande dent mandibulaire rapportée à la largeur de la mandibule pour corriger la variation liée à la taille de l'individu. Plus le coefficient  $u$  est élevé, moins l'usure est importante et inversement.

### D. Paramètres physiologiques

L'état des réserves énergétiques est donné par le dosage des lipides et des glucides *in toto*.

a/ Lipides (d'après Peakin, 1972 et Passera & Keller, 1987). Après passage à l'étuve (70°C pendant 24 h), on obtient le poids sec en mg. L'extraction par l'éther de pétrole a lieu dans un appareil micro-Soxhlet (à 50°C pendant 24 h). Après un second passage à l'étuve (70°C pendant 24 h), les fourmis sont pesées (poids sec sans lipides).

Les résultats sont exprimés en mg de lipides/mg de poids sec.

b/Glucides (d'après Van Handel, 1985)

Il s'agit essentiellement du glycogène.

Après dénaturation des enzymes au bain-marie à 92° C pendant 45 mn et passage à l'étuve à 70°C pendant 24 h (poids sec), les fourmis sont broyées dans une solution de sodium (200µl) et de méthanol (500 µl). Après centrifugation (15000t/mn), nous récupérons le culot renfermant le glycogène. Après adjonction du réactif d'anthrone, ce précipité est porté à 92° C pendant 17 mn. Le taux de glycogène de chaque ouvrière est déterminé par spectrophotométrie (625 nm).

Les résultats sont exprimés en µg de glycogène/mg de poids sec.

## RESULTATS

Les résultats sont des moyennes  $\pm$  l'erreur-standard,  $x_i$  correspond aux ouvrières "int" et  $x_e$  aux ouvrières "ext".

### A. Paramètre morphologique

La largeur de la tête s'établit ainsi:  $x_i = 1,271 \pm 0,007$  mm et  $x_e = 1,266 \pm 0,008$  mm ( $t=0,43$  pour  $n=795$ ).

Que les ouvrières soient récoltées à l'intérieur ou à l'extérieur du nid, leur taille n'est pas significativement différente.

### B. Paramètres anatomiques (corrigés)

#### 1. Glandes abdominales

##### a/ Glande de Dufour

$x_i = 0,023 \pm 0,002 \text{ mm}^3$  et  $x_e = 0,031 \pm 0,002 \text{ mm}^3$   
avec  $t = 2,66$  pour  $n = 403$ . Cette glande a un volume  
significativement ( $ddl = 401$ ,  $P < 0,01\%$ ) plus grand chez les  
ouvrières du service extérieur.

b/ Glande à poison

$x_i = 0,170 \pm 0,005 \text{ mm}^3$  et  $x_e = 0,149 \pm 0,005 \text{ mm}^3$   
( $t = 2,91$  pour  $n = 830$ ). Le volume de la glande à poison est  
significativement ( $ddl = 828$ ,  $P < 0,01\%$ ) plus grand chez les  
ouvrières récoltées à l'intérieur du nid.

## 2. Intestin postérieur

Le volume de l'intestin postérieur s'établit ainsi:  $x_i = 0,053$   
 $\pm 0,002 \text{ mm}^3$  et  $x_e = 0,042 \pm 0,002 \text{ mm}^3$  avec  $t = 3,86$  pour  $n = 833$ .

Le test  $t$  est hautement significatif ( $ddl = 831$ ,  $p < 0,001\%$ ):  
les ouvrières "int" possèdent un intestin postérieur plus distendu  
que les ouvrières "ext".

## 3. Ovaires

Dans 98% des cas, l'ovaire est constitué de deux ovarioles  
et dans les 2% restants de 3 ou 4 ovarioles. Le volume du plus gros  
ovocyte est  $x_i = (50,378 \pm 2,199) \times 10^{-3} \text{ mm}^3$  et  $x_e = (10,726 \pm$   
 $1,262) \times 10^{-3} \text{ mm}^3$  avec  $t = 10,83$  pour  $n = 881$ .

Le test  $t$  est hautement significatif ( $ddl = 879$ ,  $P < 0,001\%$ ):  
les ovocytes les plus volumineux sont observés chez les ouvrières  
du service intérieur.

## C. Paramètre physique

Le coefficient  $u$  (longueur dent mandibulaire/largeur  
mandibule) s'établit ainsi:  $x_i = 0,533 \pm 0,003$  et  $x_e = 0,471 \pm 0,005$ .

Le test ( $t = 11,13$  pour  $n = 866$ ) est hautement significatif  
( $ddl = 864$ ,  $P < 0,1\%$ ): les ouvrières du service intérieur présentent  
des mandibules moins usées que celles récoltées à l'extérieur du  
nid.

## D. Paramètres physiologiques: les réserves énergétiques

### a/ Lipides

Les réserves lipidiques sont pour  $x_i = 0,255 \pm 0,011 \text{ mg/mg}$   
poids sec et pour  $x_e = 0,011 \pm 0,005 \text{ mg/mg}$  poids sec.

Le test  $t$  ( $t = 12,47$  pour  $n = 297$ ) est hautement significatif  
( $ddl = 295$ ,  $P < 0,001\%$ ), il indique un taux de lipides beaucoup plus  
élevé chez les ouvrières "int".

## b/ Glycogène

Les réserves glycogéniques sont pour xi =  $68,050 \pm 3,281 \mu\text{g}/\text{mg}$  poids sec et pour xe =  $28,039 \pm 1,170 \mu\text{g}/\text{mg}$  poids sec.

Le test t ( $t = 11,29$  pour  $n=280$ ) est hautement significatif ( $\text{ddl}=278$ ,  $P < 0,001\%$ ), les ouvrières "int" contiennent plus de glycogène, forme essentielle de mise en réserve des glucides, que leurs congénères "ext".

## DISCUSSION

Lors des prélèvements, l'ensemble des ouvrières prélevées à l'intérieur du nid ne représente pas seulement les ouvrières "int", mais aussi une petite part d'ouvrières "ext" en transit. De ce fait, les différences entre ces deux groupes d'individus sont minorées. D'un autre côté, il faut aussi considérer les effectifs prélevés, leur importance numérique donne au test t de Student une bonne valeur de fiabilité.

L'analyse du paramètre *taille des ouvrières* de *C. cursor* fait ressortir un polymorphisme de cette caste mais on ne constate aucune différence significative entre les ouvrières "int" et "ext". Les ouvrières du service intérieur sont les mêmes de ce point de vue que celles du service extérieur. Il n'y a donc pas de polyéthisme de caste chez *C. cursor*.

L'étude de plusieurs organes: *intestin postérieur*, *glande de Dufour* et *glande à poison* dans les deux catégories d'ouvrières fait apparaître un certain nombre de différences qui peuvent être reliées de manière plus ou moins évidente au polyéthisme. D'après la bibliographie, ces organes peuvent intervenir dans le comportement d'orientation, de marquage du territoire, d'alarme ou encore de défense.

Chez les *Cataglyphis*, le fourrageage est individuel et ainsi que l'ont montré Wehner & al. (1983) chez *bicolor*, il se fait grâce à une orientation spatiale plutôt qu'à l'aide d'un marquage olfactif; par conséquent les glandes abdominales n'interviendraient pas dans l'orientation. Par contre, il pourrait y avoir un marquage du territoire de fourrageage. Ce phénomène serait comparable à celui connu chez *Æcophylla longinoda* (Hölldobler & Wilson, 1978 & 1979). Les individus majeurs, le plus souvent fourrageurs, explorent le terrain et effectuent un marquage territorial en déposant des gouttelettes de leur vésicule rectale avec une densité de plus en plus faible au fur et à mesure

que l'on s'éloigne du nid. Chez *C. cursor*, il pourrait en être de même, les ouvrières du service intérieur utilisant le contenu de leur intestin lorsqu'elles sont hors du nid, soit pour marquer les abords de l'entrée, soit pour baliser leur territoire: ceci expliquerait que l'intestin postérieur soit moins distendu chez les ouvrières "ext" que chez les ouvrières "int". Toutefois, on a pu remarquer sur le terrain que la rencontre de deux ouvrières fourrageuses se traduit par une réaction d'évitement plutôt qu'un comportement d'agression, l'existence d'un territoire et de son balisage éventuel reste à démontrer chez cette espèce. Les phéromones d'alarme et de défense sont sécrétées par la glande à poison et les glandes mandibulaires chez plusieurs espèces de *Cataglyphis* (Hefetz & Orion, 1982) et on peut penser qu'il en est de même chez *C. cursor*. Dans ce cas, on peut se demander quelle est la signification fonctionnelle d'une glande à poison plus volumineuse chez les ouvrières du service intérieur que chez leurs congénères du service extérieur.

En résumé, la mesure des volumes de l'intestin postérieur et des glandes de Dufour et à poison révèle des différences significatives qui sont probablement en relation avec le polyéthisme mais une étude expérimentale complémentaire doit être entreprise pour vérifier les hypothèses proposées.

Au niveau des *ovaires*, les résultats sont plus probants. A quelques exceptions près, on observe le même nombre d'ovarioles chez toutes les ouvrières. Il n'y a donc pas de sous-castes anatomiques en ce qui concerne les ovarioles.

Par ailleurs, bien que les ouvrières ne pondent pas en présence de la reine (Cagniant, 1973), les ovaires fonctionnent et renferment des ovocytes bien individualisés chez les individus du service intérieur alors qu'ils sont complètement atrophiés chez les ouvrières fourrageuses. Chez les ouvrières "int", on observe un début d'ovogénèse mais il est suivi d'un phénomène de résorption ovocytaire conduisant à une remise en circulation hémolymphatique des composés réutilisables par l'individu sous forme de nutriments, par exemple pour nourrir le couvain. Ce phénomène est connu chez *Myrmica rubra* (Minkenberg & Petit, 1985) où les ouvrières "int" sont de jeunes ouvrières ayant un rôle de nourrices; à l'inverse, les ouvrières "ext" sont plus âgées et possèdent des ovaires de petite taille ayant achevé de fonctionner.

Ainsi l'hypothèse d'un polyéthisme temporel se précise, mais le problème reste l'estimation de l'âge des fourmis. Nous

avons cependant une échelle de chronologie relative en utilisant l'usure des mandibules. *L'usure des mandibules* augmente avec l'âge et avec certaines activités, comme le broyage des graines chez les fourmis moissonneuses, par exemple chez *Messor* (Rosengren, 1977) ou le forage de galeries dans le bois, par exemple chez *Melissotarsus titubans* (Delage-Darchen, 1972). Dans le biotope étudié, les nids de *Cataglyphis cursor* sont construits dans un sol constitué de débris coquilliers, de sable et de graviers. Ce site est soumis à des conditions météorologiques assez extrêmes (vents, pluies, embruns) et les nids sont souvent submergés ou ensablés, ce qui impose aux ouvrières "ext" de fréquents déblaiements qui contribuent à l'usure de leurs mandibules. Le problème est de savoir si cette activité est équitablement répartie entre les ouvrières du service extérieur.

Enfin, la physiologie des individus évolue avec l'âge, en particulier pour les réserves énergétiques. Chez les Insectes, le corps gras sert d'organe de stockage des réserves (lipides, glucides, protides) permettant ensuite à l'imago de subvenir à ses besoins énergétiques. Par exemple, chez les jeunes ouvrières de *Messor sanctus* (Passera, com. pers.), les lipides constituent 14% de leur poids sec tandis que chez les ouvrières âgées, à rôle de fourrageuses, ils ne représentent plus que 7%. De même, chez *Iridomyrmex humilis* (Passera & Keller, 1987), les lipides sont plus abondants à l'émergence, ce qui permet à ces jeunes ouvrières d'assurer immédiatement des tâches telles que le nourrissage du couvain. Ainsi l'ensemble des ouvrières "int" peut être assimilé au réservoir énergétique de la colonie (Rosengren, 1977). D'une manière générale, les réserves énergétiques sont maximum chez le jeune imago et s'amenuisent tout au long de la vie imaginale.

Nos résultats sont tout à fait conformes à ceux connus chez *Cataglyphis bicolor* (Wehner & al., 1983). Les ovarioles et le corps gras des ouvrières régressent en taille au fur et à mesure que ces individus assurent les différentes tâches dans le nid, et passent des chambres superficielles au déblaiement et enfin au fourragement à l'extérieur.

### CONCLUSION

Au sein de la caste ouvrière de *Cataglyphis cursor* nous avons individualisé deux sous-castes temporelles:

- Les jeunes ouvrières présentent des ovaires bien développés, des mandibules peu usées et possèdent d'importantes réserves énergétiques. Elles constituent le service intérieur et participent

à l'activité de nourrissage du couvain.

- A l'inverse, les ouvrières plus âgées assurent les tâches à l'extérieur du nid (fourragement, déblaiement), elles sont caractérisées par des ovaires au repos, des mandibules très usées et une faible quantité de réserves.

Cette répartition offre une bonne optimisation en terme d'énergie car les ouvrières du service extérieur, exposées en particulier à la prédation, représentent une perte minimum pour la colonie en cas de mort accidentelle.

#### BIBLIOGRAPHIE

- CAGNIANT H., 1973. - Apparition d'ouvrières à partir d'oeufs pondus par des ouvrières chez la Fourmi *Cataglyphis cursor* Fonscolombe (Hyménoptères, Formicoidæ). *C.R. Acad. Sci., D*, 277, 2197-2198.
- DELAGE-DARCHEN B., 1972. - Une fourmi de Côte-d'Ivoire: *Melissotarsus titubans* DEL., n.sp. *Ins. Soc.*, 19, 213-226.
- HEFETZ A., ORION T., 1982. - Pheromones of ants of Israël: I. The alarm defense system of some larger Formicinae. *Israël J. Ent.*, 16, 87-97.
- HOLDOBLER B., WILSON E.O., 1977. - Colony-specific territorial pheromone in the African weaver ant *Ecophylla longinoda* (Latreille). *Proc. natl. Acad. Sci.*, 74, 2072-2075.
- MINKENBERG O.P., PETIT M., 1985. - Ovariole development in workers of *Myrmica rubra linnaeus* (Hymenoptera, Formicoidæ) and its relation to age-polyethism. *Annls Soc. roy. zool. Belg.*, 115, 29-43.
- PASSERA L., KELLER L., 1987. - Energy investment during the differentiation of sexuals and workers in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Bull. Soc. ent. Suisse*, 60, 249-260.
- PEAKIN G.S., 1972. - Aspects of productivity in *Tetramorium caespitum* L. *Ekol. Pol.*, 20, 55-63.
- ROSENGREN R., 1977. - The significance of age polyethism in social foraging of wood ants (*Formica rufa* group). *Proc. 8<sup>th</sup> int. Congr. IUSSI*, Wageningen, 99-100.
- VAN HANDEL E., 1985. - Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 1, 299-301.
- WEHNER R., HARKNESS R.D., SCHMID-HEMPEL P., 1983. - Foraging strategies in individually searching ants *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera: Formicoidæ). In *Information Processing in Animals*, Lindauer M. Ed., G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1, 79 p.