

## TENTATIVE D'APPRENTISSAGE SPATIO-TEMPOREL CHEZ LA FOURMI *CATAGLYPHIS CURSOR* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

SCHATZ B.<sup>1,2</sup>, LACHAUD J.-P.<sup>1,3</sup> & BEUGNON G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LEPA, CNRS-UMR 5550, Université Paul-Sabatier, 31062 Toulouse (France)

<sup>2</sup>School of Biological Sciences, University of Sussex, Brighton BN1 9QG (U.K.)

<sup>3</sup>ECOSUR, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas (Mexique)

**Résumé:** Démontrée chez deux espèces de fourmis néotropicales, la capacité d'apprentissage temporel d'une période de disponibilité alimentaire n'a jamais pu être mise en évidence chez les quinze espèces européennes testées à ce jour, excepté chez la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor*. Nous avons poursuivi l'étude des capacités cognitives de cette espèce en entraînant les ouvrières à un programme spatio-temporel de renforcement alimentaire sucré (un site renforcé de 09h00 à 10h00 et un second site de 11h30 à 12h30). Dans ces conditions expérimentales, il s'avère que même si la colonie exploite de façon spatio-temporelle les deux sources alimentaires, le suivi individuel des ouvrières montre que chacune d'entre elles n'a réalisé qu'un apprentissage temporel. Ainsi, deux groupes d'ouvrières peuvent être distingués : un premier groupe ayant appris la période du premier renforcement et un second groupe ayant appris celle du second renforcement. Ces résultats confirment la capacité d'apprentissage temporel chez cette espèce et montrent l'absence d'apprentissage spatio-temporel. Ils démontrent également la nécessité d'un contrôle individuel des ouvrières pour ce type de test.

**Mots-clés:** *Apprentissages temporel et spatio-temporel, fidélité au site, biotope, fourragement individuel et collectif*

**Abstract:** *Attempt of spatio-temporal learning in the ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidae).*

The temporal learning of a period of food availability was shown in two neotropical ant species, but could not be revealed in any of fifteen European species, except the Mediterranean ant *Cataglyphis cursor*. We extended the study of the cognitive abilities in this species by training workers with a spatio-temporal program of food reinforcement (one site reinforced from 09h00 to 10h00 and a second site reinforced from 11h30 to 12h30). In these experimental conditions, the colony foraged on both food sources in a spatio-temporal schedule, but the individual monitoring of the workers showed that each of them only performed a temporal learning. Thus, two groups can be distinguished: one group which had learned the period of the first reinforcement and a second one which had learned the period of the second reinforcement. These results confirm the temporal learning ability of this species and show the failure to display spatio-temporal learning. They also demonstrate the necessity of an individual control of workers for such type of test.

**Key words:** *Temporal /spatio-temporal learning, site fidelity, biotope, individual /collective foraging*

### INTRODUCTION

La capacité d'apprentissage temporel d'une période de disponibilité alimentaire a été démontrée chez deux espèces de fourmis néotropicales (*Paraponera clavata* et *Ectatomma ruidum*) (Harrison et Breed, 1987; Schatz et coll., 1993, 1994, 1999b). Pour les espèces de milieu tempéré, elle a été uniquement démontrée chez la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor* (Schatz et coll., 1999a) alors qu'elle semble absente chez quinze autres espèces testées (Reichle, 1943; Dobrzanski, 1956; Fourcassié et Traniello, 1994).

Nous avons poursuivi l'étude de *C. cursor* en testant cette fois la capacité des ouvrières à réaliser un apprentissage spatio-temporel, c'est-à-dire à associer deux endroits distincts du milieu respectivement à deux moments distincts de la journée, et ceci au niveau individuel (Biebach et coll., 1989; Schatz et coll., 1994, 1999b).

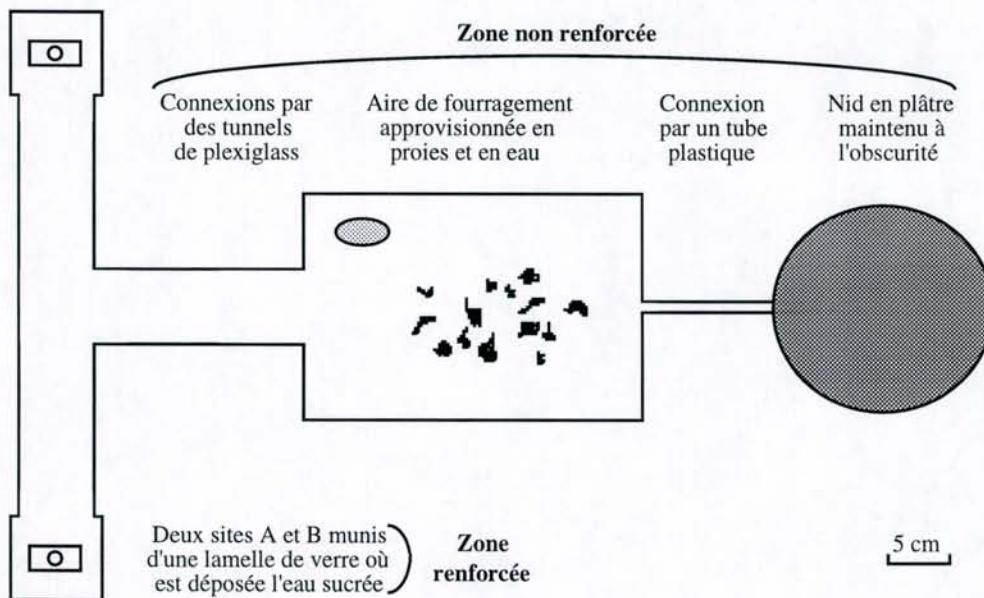
## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Présentation de l'espèce

*Cataglyphis cursor* est une Formicine méditerranéenne, dont les colonies sont monogynes et monodomes. Les ouvrières fourragent individuellement (il n'y a pas de recrutement) à des distances allant de quelques dizaines de centimètres à une vingtaine de mètres, et ceci généralement entre 08h30 et 16h30 (Lenoir et coll., 1990).

### Conditions d'élevage

Une colonie d'environ 300 ouvrières est placée dans un nid en plâtre humide, maintenu à l'obscurité. Ce nid est connecté à une aire de fourragement (approvisionnée en eau et en proies), elle-même connectée à un labyrinthe en T dont chaque branche mène à un site muni d'une lamelle de verre où est offerte de l'eau sucrée (Fig. 1). Cet ensemble "nid - milieu extérieur" est maintenu dans une pièce expérimentale où la température est d'environ 25 °C et où la photopériode suit un cycle de 12h de lumière / 12h d'obscurité. Trente et une ouvrières, précédemment observées en train de s'alimenter sur l'eau sucrée, ont été marquées individuellement par des taches de peintures placées sur le thorax.



**Figure 1.** Schéma du dispositif avec les zones renforcée et non renforcée.  
Experimental set-up with reinforced and non-reinforced areas.

### Procédure d'apprentissage

À partir du jour J0, une goutte d'eau sucrée est quotidiennement placée sur une lamelle de verre dans le site A de 09h00 à 10h00 puis dans le site B de 11h30 à 12h30. À la fin de chacune de ces périodes, la lamelle est remplacée par une lamelle propre. Le nombre d'ouvrières présentes dans les deux sites est relevé toutes les 10 minutes de 07h30 à 15h30. Ces relevés sont effectués après apprentissage à J7 et à J10, deux jours de tests pendant lesquels aucun renforcement n'est apporté. Seuls les résultats à J10 seront présentés ici.

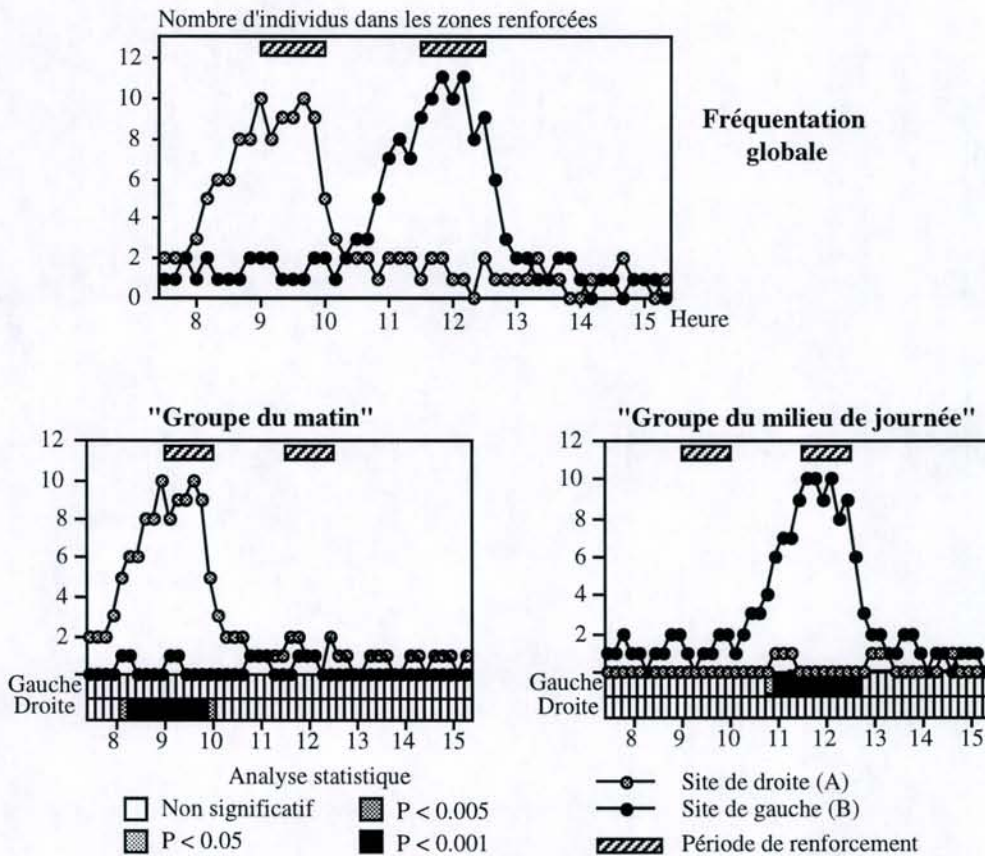
### Analyse statistique

Un test binomial pour chaque pointage permet de comparer la fréquentation observée à celle théorique, cette dernière étant établie sur la base d'une répartition aléatoire des ouvrières marquées en fonction du

rapport de surface entre les zones "renforcée" et "non-renforcée". La zone renforcée correspond au site où est apporté l'eau sucrée et la zone non-renforcée correspond au reste du dispositif (Fig. 1).

## RÉSULTATS

Avant apprentissage, les fourrageuses visitent les sites de renforcement de façon aléatoire au cours de la journée et sans jamais être plus de deux individus simultanément dans un site. Après 9 jours d'apprentissage, la courbe de fréquentation globale des deux sites renforcés, établie à J10, indique que les ouvrières qui s'y rendent suivent un schéma spatio-temporel d'organisation de leur activité de fourragement (Fig. 2). Cependant, l'analyse individuelle montre que deux groupes d'ouvrières peuvent être distingués : un premier groupe fréquente très significativement le site A pendant la période du premier renforcement et un second groupe le site B pendant la période du second renforcement (Fig. 2). Ainsi, chacune des ouvrières n'a réalisé en fait qu'un apprentissage temporel de la période de renforcement d'un des deux sites. Elles anticipent d'environ une heure la période de renforcement qu'elles ont apprise, période pendant laquelle leur nombre reste significativement important sur le site malgré l'absence de renforcement.



**Figure 2.** Fréquentations des sites renforcés au niveau global ou à celui des 2 groupes d'ouvrières. Visit frequency in the reinforced sites for all workers or two groups of them.

Au niveau spatial, les ouvrières montrent une importante fidélité pour une des deux branches du labyrinthe : les ouvrières du "groupe du matin" effectuent 94,0% de leurs visites ( $n = 67$ ) du côté droit alors que celles du "groupe de milieu de journée" les

effectuent à 95,5% du côté gauche (n = 67). Les résultats obtenus à J7 (non présentés ici) sont très similaires tant dans le domaine spatial que temporel.

## DISCUSSION

Tout d'abord, cette étude confirme que les fourrageuses de la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor* sont capables d'effectuer un apprentissage temporel d'une disponibilité alimentaire ponctuelle, d'anticiper cette disponibilité d'environ une heure et d'en estimer la durée (Schatz et coll., 1999a). Ces résultats étant obtenus en absence de renforcement pendant les tests indiquent même que les ouvrières sont capables d'établir une véritable représentation temporelle de ce type de source alimentaire. Les individus peuvent donc optimiser leur fourragement en ajustant leur activité de recherche alimentaire à la disponibilité journalière des sources alimentaires, ce qui s'observe également chez d'autres espèces animales (Bell, 1991; Schatz et coll., 1994, 1999 a ; Beugnon et coll., 1996).

Par contre, malgré le renforcement spatio-temporel du labyrinthe, toutes les ouvrières n'ont effectué qu'un apprentissage temporel correspondant à la disponibilité d'une des deux sources alimentaires. L'absence d'apprentissage spatio-temporel individuel semble surtout due à la très forte fidélité spatiale pour une des deux branches du labyrinthe. Les ouvrières ne peuvent donc pas acquérir d'informations sur les sources alimentaires situées en dehors de leur secteur de fourragement, à l'exemple de ce qui a été observé chez la fourmi moissonneuse *Pogonomyrmex occidentalis* (Fewell, 1990). Cependant, la fidélité spatiale des ouvrières n'empêche pas la colonie d'exploiter de façon spatio-temporelle les deux sources grâce à la répartition des ouvrières sur ces sources. Ce dernier point démontre la nécessité d'un contrôle individuel des visites effectuées par les différentes fourrageuses au cours des tests pour ce type d'apprentissage (Biebach et coll., 1989 ; Schatz et coll., 1994, 1999b).

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par la Commission Européenne (programme Marie-Curie).

## RÉFÉRENCES

- Bell, W.J., 1991. *Searching Behaviour. The Behavioural Ecology of Finding Resources*. D.M. Brown and P.W. Colgan Eds., Chapman and Hall, London, 358 pp.
- Beugnon, G., I. Pastergue-Ruiz, B. Schatz and J.-P. Lachaud, 1996. Cognitive approach of spatial and temporal information processing in insects. *Behav. Process.* 35: 55-62.
- Biebach, H., M. Gordijn and J.R. Krebs, 1989. Time-and-place learning by garden warblers, *Sylvia borin*. *Anim. Behav.* 37: 353-360.
- Dobrzanski, J., 1956. Badania nad zmyslem czasu u mrowek. *Folia Biol. Krakow.* 4: 385-397.
- Fewell, J.H., 1990. Directional fidelity as a foraging constraint in the western harvester ant, *Pogonomyrmex occidentalis*. *Oecologia* 82: 45-51.
- Fourcassié, V. and J.F.A. Traniello, 1994. Food searching behaviour in the ant *Formica schaufussi* (Hymenoptera, Formicidae): response of naive foragers to protein and carbohydrate food. *Anim. Behav.* 48: 69-79.
- Harrison, J.M. and M.D. Breed, 1987. Temporal learning in the giant tropical ant, *Paraponera clavata*. *Physiol. Entomol.* 12: 317-320.

- Lenoir, A., E. Nowbahari, L. Quérard, N. Pondicq and C. Delalande, 1990. Habitat exploitation and intercolonial relationships in the ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Oecologia*. 11: 3-18.
- Reichle, F., 1943. Untersuchungen über das Zeigedächtnisses der Bienen. *Z. vergl. Physiol.* 30: 227-256.
- Schatz, B., G. Beugnon and J.-P. Lachaud, 1994. Time-place learning by an invertebrate, the ant *Ectatomma ruidum*. *Anim. Behav.* 48: 236-238.
- Schatz, B., G. Beugnon and J.-P. Lachaud, 1999a. Apprentissage temporel chez la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor*. *Actes Coll. Insectes Sociaux* 12: 101-104.
- Schatz, B., J.-P. Lachaud and G. Beugnon, 1993. Apprentissage temporel chez la ponérine *Ectatomma ruidum* Roger. *Actes Coll. Insectes Sociaux* 8: 9-15.
- Schatz, B., J.-P. Lachaud and G. Beugnon, 1999b. Spatio-temporal learning by the ant *Ectatomma ruidum*. *J. Exp. Biol.* 202: 1897-1907.