

APPRENTISSAGE TEMPOREL CHEZ LA FOURMI MÉDITERRANÉENNE *CATAGLYPHIS CURSOR* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

SCHATZ B.^{1,2}, BEUGNON G.¹ & LACHAUD J.-P.^{1,3}

¹LEPA, CNRS-UMR 5550, Université Paul-Sabatier, 31062 Toulouse (France)

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

³ECOSUR, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas (Mexique)

Résumé: D'après certains auteurs, l'exploitation de ressources ponctuellement disponibles dans le temps aurait été le moteur de la sélection de la capacité d'apprentissage temporel chez les fourmis et, de fait, une telle capacité n'a été démontrée jusqu'ici que chez deux espèces de fourmis néotropicales (*Paraponera clavata* et *Ectatomma ruidum*) exploitant des ressources qui ne sont produites qu'à certains moments de la journée. Nous avons ici testé l'existence de cette capacité chez la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor*. Il s'avère qu'en offrant de petites quantités d'eau sucrée, les ouvrières de cette espèce paléarctique ont, elles aussi, été capables de réaliser un apprentissage temporel de la disponibilité alimentaire. En effet, après une période d'apprentissage relativement courte, plusieurs ouvrières se sont rendues de manière hautement significative au bon moment sur le site, et ceci au cours de tests effectués en l'absence de renforcement. Ces résultats suggèrent que les fourrageuses de *C. cursor* sont capables d'établir une représentation temporelle de la disponibilité de la source alimentaire, ce qui contredit l'hypothèse exposée précédemment et incite à l'extension de ce type d'études à d'autres espèces de milieu tempéré.

Mots-clés: *Apprentissage temporel, Cataglyphis cursor, espèce paléarctique, disponibilité alimentaire.*

Abstract: *Temporal learning by the Mediterranean ant Cataglyphis cursor (Hymenoptera, Formicidae).*

Some authors have proposed that the use of food sources with restricted time availability could have been the selective force of the temporal learning ability in ants. Until now this ability has been demonstrated only in two neotropical ant species (*Paraponera clavata* and *Ectatomma ruidum*) which exploit sugary resources produced only at restricted times of the day. We tested the presence of this ability in the Mediterranean ant *Cataglyphis cursor*. Foragers of this palaeartic species were surprisingly able to perform temporal learning related to food availability when small quantities of sugar water were offered. After a short training period, they significantly visited the site at the right time in spite of the absence of reinforcement during tests. These results suggest that *C. cursor* is able to establish a temporal representation of the food availability, which contradicts the hypothesis previously presented and encourages to the extension of this type of temporal learning experiments to other temperate ant species.

Key words: *Temporal learning, Cataglyphis cursor, palaeartic species, food availability.*

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), alors qu'elle n'a jamais pu l'être chez quinze espèces de milieu tempéré (*Formica cinerea*, *F. exsecta*, *F. fusca*, *F. pratensis*, *F. rubescens*, *F. rufa*, *F. rufibarbis*, *F. sanguinea*, *F. schaufussi*, *Lasius fuliginosus*, *L. niger*, *Leptothorax acervocum*, *L. nylanderi*, *Myrmica scabrinodis*, *Tetramorium caespitum*), et ceci malgré des conditions prolongées d'apprentissage

(Reichle, 1943; Dobrzanski, 1956; Fourcassié et Traniello, 1994). Ces deux espèces néotropicales exploitent des ressources qui ne sont produites qu'à certains moments de la journée (Carroll et Janzen, 1973; Jaffe et coll., 1989; Passera et coll., 1994), comme par exemple le nectar des nectaires extrafloraux d'orchidées, alors que ce n'est pas le cas pour les espèces de milieu tempéré.

Certains auteurs, comme Cruden et coll. (1983), ont émis l'hypothèse selon laquelle l'exploitation de ressources ponctuellement disponibles dans le temps aurait été le moteur de la sélection de la capacité d'apprentissage temporel chez les fourmis. Il nous a donc paru intéressant de tester si la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor*, dont les fortes capacités d'apprentissage à base visuelle ont récemment été démontrées (Pastergue et coll., 1995; Beugnon et coll., 1996; Chameron et coll., sous presse), était capable d'apprendre à exploiter une source alimentaire à disponibilité ponctuelle.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Présentation de l'espèce

Cataglyphis cursor est une Formicine méditerranéenne, dont les colonies monogynes et monodomes contiennent généralement entre 200 et 1500 ouvrières. 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 600 ouvrières est placée dans un nid en plâtre humide, maintenu à l'obscurité. Ce nid est connecté par des tubes en plastiques à une aire de fourragement (approvisionnée en eau et en proies), puis à une boîte de Pétri munie 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. Vingt quatre ouvrières ont été marquées individuellement par des taches de peintures placées sur le thorax. Ces ouvrières avaient précédemment été observées en train de s'approvisionner sur l'eau sucrée.

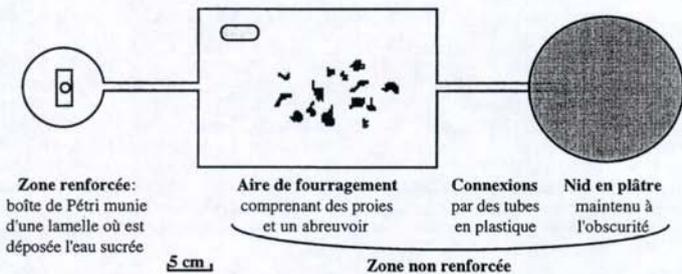


Figure 1. Schéma du dispositif avec les zones renforcées et non renforcées.
Experimental set-up with reinforced and non-reinforced areas.

Procédure d'apprentissage

A partir du jour J_0 , une goutte d'eau sucrée est placée quotidiennement entre 11h30 et 12h30 sur la lamelle de verre dans la boîte de Pétri. A 12h30, la lamelle est remplacée par une lamelle propre. Le nombre d'ouvrières est relevé toutes les 20 minutes de 08h30 à 16h30, excepté entre 10h20 et 12h50 où il est relevé toutes les 10 minutes. Ces relevés sont effectués à J_2 et J_1 (avant apprentissage), et à J_7 et J_{10} (après apprentissage). Aucun renforcement (eau sucrée) n'est apporté pendant ces quatre jours de tests.

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 à la boîte de Pétri où est apportée l'eau sucrée et la zone non-renforcée correspond au reste du dispositif (Fig. 1).

RÉSULTATS

Au cours de la période d'observation effectuée avant apprentissage, quelques fourrageuses peuvent visiter la boîte où sera présentée l'eau sucrée lors de la phase d'entraînement, mais elles le font de façon aléatoire aussi bien à J-2 qu'à J-1 (Fig. 2).

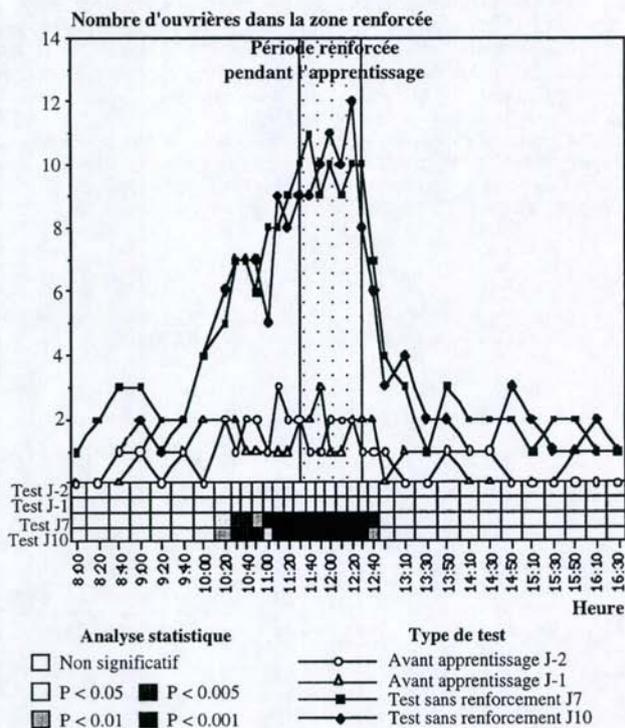


Figure 2. Fréquentations du site renforcé avant et après apprentissage (voir texte).
Visit frequency in the reinforced site before and after the learning period (see text).

Après seulement 6 jours d'entraînement, elles apprennent à s'y rendre pendant la période correspondant à celle où le renforcement était présent au cours de l'apprentissage, la fréquentation entre 11h00 et 12h30 de la zone normalement renforcée étant très significativement supérieure ($P < 0,001$), dès J7 à celle de la zone non-renforcée (Fig. 2). Les fourrageuses ont donc réalisé un apprentissage temporel de la période de disponibilité alimentaire. De plus, les différences significatives de fréquentation obtenues tant à J7 qu'à J10 à partir de 70 minutes avant l'heure normale de présentation du renforcement et jusqu'à 10 minutes après, montrent que ces fourmis sont capables d'anticiper cette période et de présenter un certain degré de persistance sur le site en l'absence de tout renforcement.

DISCUSSION

Dans le cadre d'une optimisation du fourrageage, la capacité d'apprentissage temporel procure à l'animal un avantage important dans l'exploitation des sources ponctuellement disponibles de son milieu, en lui permettant une meilleure organisation de son activité de recherche alimentaire au cours de la journée (Bell, 1991; Beugnon et coll., 1996). Cette étude montre que les fourrageuses de la fourmi méditerranéenne *C. cursor* sont non seulement capables d'effectuer un apprentissage temporel d'une disponibilité alimentaire ponctuelle, mais également d'anticiper cette disponibilité et d'en estimer la durée, alors que cette capacité ne semblait être réservée qu'aux espèces tropicales. L'absence de renforcement pendant les tests indique même qu'elles sont capables d'établir une véritable représentation temporelle de ce type de source alimentaire.

Ces résultats contradictoires par rapport à l'hypothèse de Cruden et de ses collaborateurs (1983) suggèrent que la capacité d'apprentissage temporel chez les fourmis serait plus fréquente qu'on ne le pensait jusqu'à présent et incitent à l'application de ce type de test d'apprentissage temporel à d'autres espèces de milieu tempéré.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à un financement du programme Marie Curie de la Commission Européenne. Nous remercions Stéphane CHAMERON pour son aide ponctuelle au cours de différentes étapes de ce travail.

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.
- Carroll, C.R. and D.H. Janzen, 1973. Ecology of foraging by ants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4: 231-258.
- Chameron, S., B. Schatz, I. Pastergue-Ruiz, G. Beugnon and T. Collett, 1998. The learning of a sequence of visual patterns by the ant *Cataglyphis cursor*. *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: sous presse.
- Cruden, R.W., S.M. Hermann and S. Peterson, 1983. Patterns of nectar production and plant-pollinator coevolution. In: *The Biology of Nectaries* (B. Bentley and T. Elias, Eds.), Columbia University Press, New York, pp. 80-125.
- Dobrzanski, J., 1956. Badania nad zmyslem czasu u mrowek. *Folia Biol. Krakow.* 4: 385-397.
- Fourcassie, 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.
- Jaffe, K., C. Pavis, G. Vansuyt and A. Kermarrec, 1989. Ants visit extrafloral nectaries of the orchid *Spathoglottis plicata* Blume. *Biotropica.* 21: 278-279.
- Lenoir, A., E. Nowbahari, L. Quéraud, N. Pondicq and C. Delalande, 1990. Habitat exploitation and intercolonial relationships in the ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Oecol.* 11: 3-18.
- Passera, L., J.-P. Lachaud and L. Gommel L., 1994. Individual food source fidelity in the neotropical ponerine ant *Ectatomma ruidum* Roger (Hymenoptera; Formicidae). *Ethol., Ecol. Evol.* 6: 13-21.
- Pastergue-Ruiz, I., G. Beugnon and J.-P. Lachaud, 1995. Can the ant *Cataglyphis cursor* encode global landmark-landmark relationships in addition to isolated landmark-goal relationships? *J. Insect Behav.* 8, 115-132.
- Reichle, F., 1943. Untersuchungen über das Zeigedächtnisses der Bienen. *Z. vergl. Physiol.* 30: 227-256.
- 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., G. Beugnon and J.-P. Lachaud, 1994. Time-place learning by an invertebrate, the ant *Ectatomma ruidum*. *Anim. Behav.* 48: 236-238.