

MÉMOIRE VISUELLE ET REPRÉSENTATION SPATIALE LORS DU RETOUR AU NID CHEZ LA FOURMI *CATAGLYPHIS CURSOR*

PASTERGUE I., BEUGNON G., LACHAUD J.-P. & SCHATZ B.

*Centre de Recherche en Biologie du Comportement (URA CNRS 664),
Université Paul-Sabatier, F-31062 Toulouse (France)*

Résumé: Les ouvrières de *Cataglyphis cursor*, abondantes dans les biotopes de type méditerranéen, fourragent individuellement en utilisant des repères visuels. Afin de mieux comprendre les processus d'apprentissage et de représentation de leur environnement qui leur permettent de retourner progressivement de plus en plus rapidement au nid, nous avons effectué des expériences en laboratoire avec deux dispositifs différents. Le dispositif n°1 consiste à canaliser le chemin que doit parcourir les ouvrières entre la nourriture et le nid. Le dispositif n°2 laisse l'animal libre de trouver la direction du nid. Les résultats obtenus à partir du premier dispositif ne permettent pas de comprendre comment les fourmis construisent leur représentation spatiale. Deux raisons peuvent être invoquées. D'une part les fourmis *Cataglyphis cursor* ne se déplacent pas selon des pistes canalisées dans leur milieu naturel. D'autre part, dans ces conditions, la part active de l'apprentissage est très réduite. Les résultats préliminaires obtenus avec le deuxième dispositif laissent présager une bonne acquisition de la tâche.

Mots-clés: *Cataglyphis*, apprentissage spatial, mémoire visuelle.

Abstract: Visual memory and spatial representation during homing in the ant *Cataglyphis cursor*.

Cataglyphis cursor workers, inhabiting temperate Mediterranean areas, forage individually using visual cues. In order to understand the processes of spatial learning and of visual representation allowing ants to home more and more quickly back to their nest, we conducted two kinds of experiments in the laboratory. The first set-up canalizes the paths of the homing ants when the second set-up let them free to walk within it. When it is difficult to explain the great variability observed in the first experimental device, preliminary experiments conducted in the second set-up show that ants can apparently master the spatial task more easily. This could be explained by the fact that ants freely forage on the ground in the field but do not walk along canalized paths.

Key-words: *Cataglyphis*, spatial learning, visual memory.

INTRODUCTION

Des travaux de terrain effectués sur l'abeille, permettant d'inférer l'utilisation d'une carte cognitive par cet insecte (GOULD, 1986, 1990), ont été contestés par divers auteurs (WEHNER & MENZEL 1990; WEHNER & WEHNER, 1990; DYER, 1991; BEUGNON & LACHAUD, 1992). Souhaitant reprendre ce type d'expérience afin de comprendre si les insectes sont capables d'emprunter de nouvelles routes ou s'ils sont obligés de passer toujours selon le même chemin, nous avons choisi de travailler sur des insectes se déplaçant au sol et non plus dans les airs, en l'occurrence des fourmis, afin de pouvoir suivre au laboratoire l'ensemble de leurs trajets.

Les ouvrières de l'espèce *Cataglyphis cursor* apparaissent tout à fait appropriées à ce type d'étude puisque nous avons déjà montré qu'elles sont capables de s'orienter à l'aide de repères visuels (PASTERGUE et coll., 1992). Deux dispositifs ont été conçus afin de déterminer l'impact des contraintes du milieu sur les capacités de ces fourmis à mémoriser l'espace dans lequel elles évoluent à l'aide des repères visuels qui leur sont proposés.

MATERIEL ET METHODES

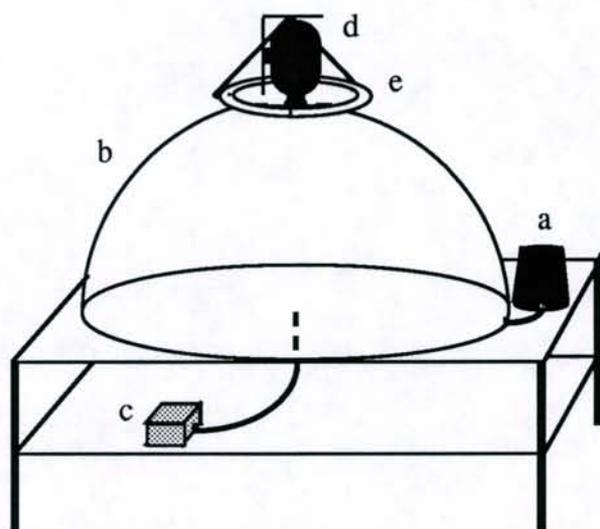


Figure 1. Dispositif général. Un nid (a) est relié à la périphérie du dôme (b) à l'intérieur duquel sont situés l'un ou l'autre des dispositifs. Au centre du plan de marche des fourmis, un orifice permet l'accès à une boîte contenant la nourriture (c). Le déroulement des expériences est filmé par une caméra (d) située au sommet du dôme. La lumière est fournie par un néon circulaire (e).

Experimental set-up. The nest (a) and the food site (c) are connected to the inner part of the dome (b) where the two devices are located. Paths of the ants are recorded by a camera (d) located just above the center of the dome which is lightened with a circular neon (e).

Les deux dispositifs expérimentaux utilisés sont placés dans une structure commune (Fig. 1) constituée d'un dôme en plexiglass opaque qui ne permet pas aux fourmis d'avoir accès à des repères extérieurs au dispositif.

Le dispositif n°1 (Fig. 2) a été réalisé en plexiglass transparent. Il est composé d'un premier chemin coudé (a) reliant l'accès au nid à l'accès à la nourriture. Trois autres chemins, dont l'un direct (b) entre la nourriture et le nid, relient le centre du plan de marche à la base d'un cylindre de 40 cm de diamètre (d) supportant quatre formes géométriques (e) disposées tous les 90°. L'axe de la première partie du chemin coudé et ceux des trois autres chemins sont situés sous les repères visuels géométriques.

Durant la phase d'apprentissage, 5 ouvrières se déplacent sur le chemin coudé les trois autres chemins étant bloqués. Après 20 trajets, le premier test consiste à proposer aux ouvrières quatre possibilités lors du retour au nid: emprunter le chemin habituel (a), emprunter un raccourci (b), emprunter une des deux voies sans issue (c). Le deuxième test permet de vérifier si les ouvrières utilisent les repères visuels proposés. Pour cela nous avons supprimé les quatre formes géométriques disposées sur la paroi du cylindre et nous observons la direction prise par les 5 ouvrières testées.

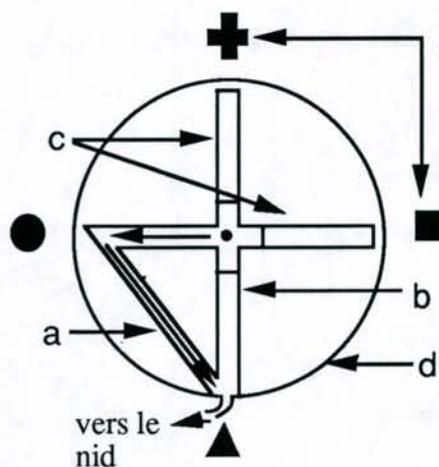


Figure 2. Dispositif n°1 vu de la caméra
First experimental device

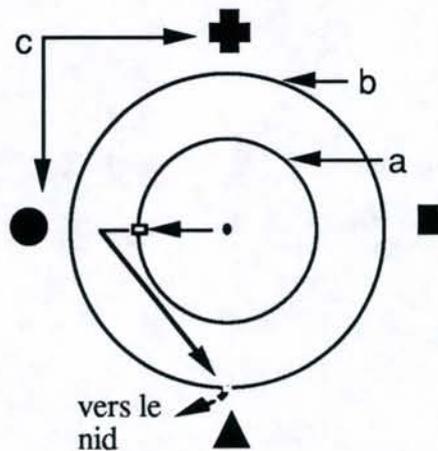


Figure 3. Dispositif n°2 vu de la caméra
Second experimental device

Le dispositif n°2 (Fig. 3) comprend deux cylindres de 40 cm (a) et 80 cm (b) de diamètre, les repères visuels (c) étant placés contre la paroi du dôme. Le petit cylindre (a) est percé à la verticale du repère visuel ●. Le grand cylindre (b) est percé à la verticale du repère ▲ et il est relié au nid.

Pendant trois jours les ouvrières sont laissées libres de se déplacer dans le dispositif et d'aller chercher de la nourriture dans la boîte située sous le plan de marche. Pour le premier test, le cylindre (a) est supprimé

pendant qu'une ouvrière se nourrit. Son retour est filmé dès son arrivée au centre de l'arène. La position de l'ouvrière est enregistrée toutes les 5 secondes pendant la première minute, ceci nous indiquant l'orientation initiale de la fourmi. Pour le deuxième test nous supprimons les repères visuels appliqués sur la paroi du dôme. Comme pour le premier dispositif, 5 fourmis ont été testées.

RESULTATS

Dispositif n°1 :

1^{er} test (Fig. 4, gauche): Nous observons une très grande variabilité entre les individus: 2 fourmis se dirigent vers la branche correspondant au raccourci, une autre prend le chemin habituel et les deux autres se dirigent vers une branche sans issue.

2^{ème} test (Fig. 4, droite): Il apparaît très peu de changements lorsqu'on supprime les repères visuels. Il semblerait donc que les ouvrières n'utilisent que peu ou même pas du tout ces repères pour s'orienter dans l'espace canalisé qui leur est proposé ici, alors que ces mêmes repères sont primordiaux pour l'orientation vers le nid dans un espace ouvert (cf. PASTERGUE et coll., 1992).

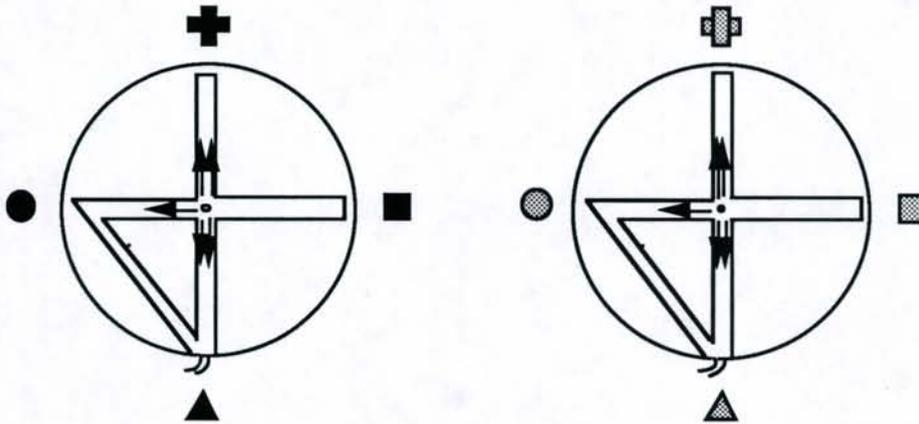


Figure 4. Orientations initiales prises par les fourmis (chaque flèche indique la première direction prise par chaque fourmi) dans le premier dispositif, en présence des repères visuels (à gauche) ou en leur absence (à droite).

Initial orientations taken by the homing ants (each arrow indicates the first direction taken by each ant) in the first device, with (left) or without (right) the visual cues.

A l'analyse des résultats il est impossible de savoir si les fourmis ont appris le trajet sur la base des repères visuels présents sur la paroi du cylindre. Il semble que chaque individu ait développé sa propre stratégie à partir de systèmes d'orientation visuel, kinesthésique ou autre. De plus il est important de noter qu'entre la phase d'apprentissage et la phase de test, les ouvrières disposent d'un espace à la fois plus grand et nouveau, et le comportement de certaines ouvrières peut fort bien correspondre à une simple exploration d'un lieu nouveau.

Dispositif n°2 :

1^{er} test (Fig. 5, gauche): Après trois jours d'apprentissage et en l'absence du cylindre (a), l'orientation des fourmis durant la première minute est intermédiaire entre la direction indiquée par ●, qui servait à repérer l'ouverture du cylindre (a) durant la phase d'apprentissage, et celle indiquée par ▲, situé au dessus de l'ouverture du cylindre (b) menant au nid.

2^{ème} test (Fig. 5, droite): En l'absence des formes géométriques, la répartition spatiale des individus est aléatoire. Les ouvrières utilisent donc ces repères visuels pour s'orienter dans ce milieu plus ouvert.

Une nette différence s'observe entre le test réalisé en présence des repères visuels et le test réalisé sans repères. Les ouvrières ont appris à s'orienter à l'aide de ces repères visuels. A partir de ces premiers résultats obtenus après seulement 3 jours d'apprentissage, l'orientation

initiale ne permet pas de préciser si les ouvrières s'orientent vers l'ouverture du cylindre (a) (absent pendant le test) ou vers l'ouverture du cylindre (b).

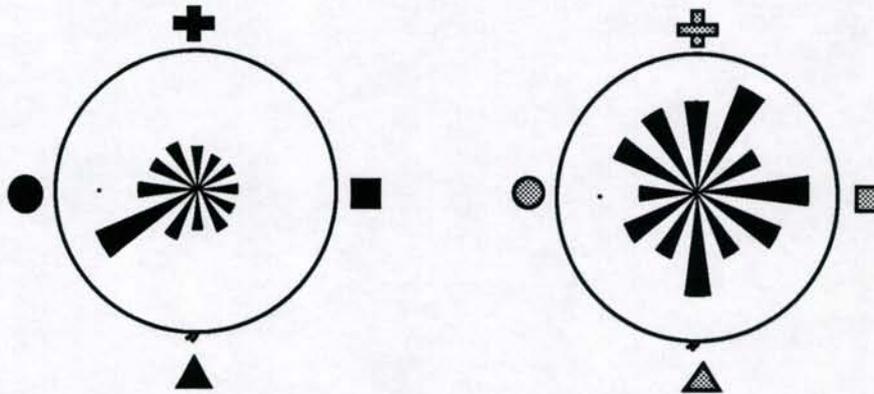


Figure 5. Orientations prises par 5 fourmis durant la première minute dans le deuxième dispositif en présence des repères visuels (à gauche) ou en leur absence (à droite). Les histogrammes circulaires représentent les directions des portions de trajets des fourmis retournant au nid.
Bearings taken by five ants during the first minute of walking within the second device with (left) and without (right) visual cues. Circular histograms show the directions of the segments of the paths described by the homing ants.

DISCUSSION

Ces premières observations mettent en évidence une différence de stratégie d'orientation en fonction des caractéristiques de l'espace dans lequel se déplacent les ouvrières de *Cataglyphis cursor*. Dans un milieu contraignant où les voies d'accès sont très limitées (ce qui ne correspond pas du tout au type d'environnement naturel exploité par cette espèce), *Cataglyphis cursor* semble perdre, ou du moins ne pas utiliser, la faculté de s'orienter grâce à des repères visuels alors que ces mêmes repères sont utilisés pour l'orientation vers le nid dans un espace plus ouvert. Cette différence apparaît nettement malgré un temps d'apprentissage beaucoup plus court. Il semble donc que les processus cognitifs mis en jeu lors de l'orientation vers le nid soient modulables en fonction du caractère "normal" ou "inhabituel" des contraintes du milieu dans lequel se déplacent les ouvrières.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce à des financements émanants du M.R.E. "Sciences de la Cognition", du programme Cognisciences du C.N.R.S. auprès de PRESCOT et du Conseil Régional Midi-Pyrénées.

REFERENCES

- BEUGNON G. & LACHAUD J.-P., 1992. La représentation spatiale chez l'insecte: au commencement était l'image... *Psychologie Française*, **37**, 21-28.
- DYER F.C., 1991. Bees acquire route-based memories but not cognitive maps in a familiar landscape. *Anim. Behav.*, **41**, 239-246.
- GOULD J.L., 1986. The local map of honey-bees: Do insects have cognitive maps? *Science*, **232**, 861-863.
- GOULD J.L., 1990. Honey bee cognition. *Cognition*, **37**, 83-103.
- PASTERGUE I., BEUGNON G. & LACHAUD J.-P., 1992. Visual spatial learning in the ant *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidæ). In: *Biology and Evolution of Social Insects* (J. Billen, Ed.), Leuven University Press, Leuven, pp. 227-231.
- WEHNER R. & MENZEL R., 1990. Do insect have cognitive maps? *Ann. Rev. Neurosci.*, **13**, 403-414.
- WEHNER R. & WEHNER S., 1990. Insect navigation: use of maps or Ariadne's thread? *Ethol. Ecol. & Evol.*, **2**, 27-48.