

APPRENTISSAGE SPATIAL ET TEMPOREL CHEZ LA FOURMI *MYRMICA SABULETI* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

Marie-Claire CAMMAERTS

*Laboratoire de Biologie Animale et Cellulaire, Faculté des Sciences,
Université Libre de Bruxelles, 50, A. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles*

Résumé: En 12 jours de renforcements, les ouvrières de *Myrmica sabuleti* apprirent à venir s'alimenter à un moment précis. Cet apprentissage disparut en 3 séances d'extinction. Il fut réacquis en 5 renforcements et ce second apprentissage supérieur au premier, disparut en 7 séances d'extinction. Les ouvrières de *M. sabuleti* apprirent aussi, en 12 renforcements, à venir s'alimenter soit vers la droite ou la gauche de leur nid, soit à l'étage inférieur ou supérieur d'une plate-forme à deux étages, soit devant ou derrière leur nid. Ces apprentissages s'éteignirent en 4 (droite, gauche), 1 et 4 (étages inférieur et supérieur) et 7 (devant, derrière) séances d'extinction. Des seconds apprentissages, effectués de 5 renforcements, donnèrent de meilleurs résultats et ne s'éteignirent qu'après 6, 2 et 7, et 10 séances d'extinction s'ils concernaient respectivement la droite et la gauche du nid, l'étage inférieur et supérieur de la plate-forme, l'avant et l'arrière du nid.

Mots-clés: *Apprentissage spatial, apprentissage temporel, Myrmica sabuleti.*

Abstract: **Spatial and temporal learning in the ant *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera, Formicidae).**

After 12 daily reinforcements, workers of *M. sabuleti* were able to come to food at a precise time. This learning extinguished in 3 days. A second learning needed only 5 reinforcements, was of better value than the first one, and extinguished in 7 experiments. Workers of *M. sabuleti* were also able, after 12 reinforcements, to come to a food source placed either to the right or to the left from the nest entrance, or on the lower or the upper stage of a platform with two stages, or in front of or behind the nest. These learnings extinguished in 4 (right, left), 1 and 4 (lower, upper stages), 7 (in front of, behind) experiments without reinforcement. Second learnings, obtained thanks to only 5 reinforcements, were of better quality and extinguished after 6, 2 and 7, 10 experiments when the learning concerned respectively the right and the left from the nest entrance, the lower and the upper stages of the platform, an area laying before and one behind the nest.

Key words: *Spatial learning, temporal learning, Myrmica sabuleti.*

INTRODUCTION

Un apprentissage temporel a pu être obtenu chez deux espèces de fourmis néotropicales (*Paraponera clavata*, *Ectatomma ruidum*), ainsi que chez une espèce méditerranéenne (*Cataglyphis cursor*), mais n'a pu être obtenu chez des espèces de milieux tempérés plus froids (telles diverses espèces de *Formica*, de *Lasius*, de *Leptothorax*, *Myrmica scabrinodis*, *Tetramorium caespitum*) (Schatz et coll., 1999a). Par ailleurs, des études concernant des apprentissages à base visuelle réalisées chez *Cataglyphis cursor* (Pastergue et coll., 1995 ; Chameron et coll., 1999), montrent que certaines fourmis peuvent effectuer un apprentissage spatial. Nous avons donc tenté d'effectuer un apprentissage temporel et un apprentissage spatial chez une fourmi de climat tempéré assez froid, *Myrmica sabuleti*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une société de *M. sabuleti*, provenant de Lorraine, fut divisée en fragments maintenus dans des tubes en verre posés dans des bacs servant d'aire de récolte. Chaque semaine, ces fragments de société recevaient une blatte morte coupée en deux. Lors des séances d'apprentissage, une goutte d'une solution nutritive sucrée était présentée comme renforcement sur une lame en verre, à l'heure ou à l'endroit faisant l'objet de l'apprentissage. Les divers endroits choisis, brièvement décrits au début du paragraphe « Apprentissage spatial » seront détaillés dans une prochaine et plus complète publication. Des méthodes de quantification sont expliquées plus loin dans le texte, dans les alinéas appropriés.

RÉSULTATS

Apprentissage temporel

Durant 12 jours, deux fragments (nommés simple et prime) d'une même société reçurent, pendant 15 min, une solution sucrée, à un moment précis, toujours le même, de la journée (1 h du matin). Chaque fois, nous avons compté les fourmis venant sur la lame en 1 min, successivement, 3 fois avant la présentation de la solution nutritive (soit a1, a2, a3, a'1, a'2, a'3), 3 fois pendant sa présentation (soit n1, n2, n3, n'1, n'2, n'3) et 3 fois après sa présentation (soit b1, b2, b3, b'1, b'2, b'3). Pour chaque présentation, nous avons calculé l'indice d'apprentissage I tel que :

$$I = \frac{2 \times (n1 + n2 + n3 + n'1 + n'2 + n'3)}{a1 + a2 + a3 + a'1 + a'2 + a'3 + b1 + b2 + b3 + b'1 + b'2 + b'3}$$

Ces indices furent respectivement de 0,46 ; 0,97 ; 1,48 ; 1,77 ; 2,35 ; 3,33 ; 3,45 ; 3,83 ; 4,00 ; 4,00 ; 3,82 ; 4,00 pour les 12 jours d'observation. Juste avant de réaliser la douzième et dernière présentation, l'indice calculé (sans donner de solution sucrée) fut de 3,45. Il est donc probable que les fourmis aient appris à venir s'alimenter à un moment précis. Cette hypothèse fut testée en comptant au cours du temps (toutes les heures, pendant une minute) les fourmis de chaque fragment de société venant en 1 min sur les lames en verre exemptes de solution sucrée. Ces nombres varièrent de 0 à 5, mais furent de 14 à l'heure choisie pour l'apprentissage, de 9 à cette heure plus une, et de 6 à cette heure plus deux. Ces résultats sont statistiquement significatifs. Les fourmis ont donc bien appris.

La première journée passée sans donner de solution sucrée fut la première expérience d'extinction. Le jour suivant, 12 fourmis vinrent à l'heure adéquate ; le surlendemain, 6 ; et le quatrième jour, 3. Nous avons alors effectué un second apprentissage fait de 6 renforcements. L'indice fut au départ plus grand (1,40 au lieu de 0,46), puis augmenta plus vite (il valut successivement 2,43 ; 3,09 ; 3,75 ; 4,25 ; 4,00). Les différences entre les indices obtenus lors du premier et du second apprentissage sont statistiquement significatives. Le nombre de fourmis venant ensuite, en 1 min, sur les lames dépourvues de nourriture, à l'heure adéquate, furent au cours de 8 jours consécutifs, de 28, 18, 11, 8, 6, 4, 4, 2. Le second apprentissage fut donc meilleur que le premier, et son extinction plus longue ; ces deux observations étant statistiquement significatives.

Apprentissage spatial

En travaillant sur 3 groupes de 2 fragments d'une même société, nous avons présenté, 12 fois de suite, à raison de 2 fois en 24 heures, une solution nutritive, la lame en verre étant placée soit à droite ou à gauche à 10 cm de l'entrée du nid, soit à l'étage inférieur ou supérieur d'une plate-forme à deux étages, soit 10 cm devant ou derrière le nid. En général, les nombres moyens d'ouvrières s'alimentant à un moment donné des 15 min de présentation augmentèrent au cours des 12 présentations successives (résultats non illustrés). Nous avons ensuite compté, lors de 3 min, les fourmis venant en 1 min sur deux lames placées soit à droite et à gauche à 10 cm de l'entrée du nid, soit à l'étage inférieur et supérieur de la plate-forme, soit devant et derrière le nid. Les pourcentages d'ouvrières venant sur la lame ayant fait l'objet de l'apprentissage s'échelonnèrent de

75% à 92% (Tableau 1), ce qui diffère statistiquement de 50% : les fourmis ont donc appris à venir s'alimenter en un lieu précis.

I	À gauche ou à droite du nid		À l'étage inférieur ou supérieur		Devant ou derrière le nid	
	1	88.9	85.7	75.0	87.5	78.1
2	75.0	85.7	50.0	77.8	65.9	81.0
3	50.0	77.8		71.4	65.3	76.7
4		57.1		66.7	63.2	67.5
5				50.0	54.0	58.3
6					52.6	58.3
7					52.0	52.2
II						
1	88.9	87.0	75.0	90.9	81.8	90.9
2	72.2	76.2	60.0	87.5	75.0	89.7
3	68.0	69.2	50.0	83.3	72.0	77.8
4	66.7	61.5		80.0	65.6	72.0
5	64.3	57.1		71.4	59.7	64.5
6	50.0	57.1		60.0	53.5	55.1
7				58.3	54.1	54.8
8				50.0	50.8	55.8
9					50.0	55.3
10						53.4
11						51.9

Tableau 1. Pourcentages d'ouvrières venant en 1 min aux lieux ayant fait l'objet d'un premier (I) puis d'un second (II) apprentissage, au cours d'expériences successives d'extinction (1 à 7, 1 à 11).

Table 1. Percentages of ants coming, in 1 min, onto places for which a first (I) then a second (II) learning have been pursued, during successive sessions of extinction (1 to 7, 1 to 11).

Cette expérience fut répétée jusqu'à l'extinction des apprentissages, puis de seconds apprentissages furent effectués en 5 renforcements. Les nombres moyens d'ouvrières s'alimentant augmentèrent plus vite que la première fois (résultats non illustrés mais statistiquement significatifs). Les seconds apprentissages (quantifiés comme les premiers) furent en général quelque peu supérieurs aux premiers et s'éteignirent plus lentement (Tableau 1 ; résultats statistiquement significatifs).

CONCLUSION - DISCUSSION

Nos expériences montrent que la fourmi *Myrmica sabuleti* sait apprendre à venir s'alimenter à un moment précis, ainsi qu'en un lieu précis de son aire de récolte. Des apprentissages successifs donnent de meilleurs résultats et s'éteignent plus lentement, deux caractéristiques usuelles de tout apprentissage.

Il serait intéressant de voir si l'espèce étudiée pourrait effectuer un apprentissage spatio-temporel (cela fut tenté avec succès chez *Ectatomma ruidum* (Schatz et coll., 1999b), mais en vain chez *Cataglyphis cursor* (Schatz et coll., 2000)) ce qui permettrait, par le biais de marquages d'ouvrières, de préciser si l'apprentissage est individuel ou social.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement Roger Cammaerts pour son aide au comptage des fourmis et Bertrand Schatz pour sa correction du manuscrit.

RÉFÉRENCES

- Chameron, S., B. Schatz, I. Pastergue-Ruiz, G. Beugnon and T. Collet, 1998. The learning of a sequence of visual patterns by the ant *Cataglyphis cursor*. *Proc. R. Soc. Lond. B* 265: 2309-2313.
- 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.
- Schatz, B., G. Beugnon and J.-P. Lachaud, 1999a. Apprentissage temporel chez la fourmi méditerranéenne *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidae). *Actes Coll. Insectes Sociaux* 12: 101-104.
- Schatz B., J.-P. Lachaud and G. Beugnon, 1999b. Spatio-temporal learning by the ant *Ectatomma ruidum*. *J. Exp. Biol.* 202: 1897-1907.
- Schatz, B., J.-P. Lachaud and G. Beugnon, 2000. Tentative d'apprentissage spatio-temporel chez la fourmi *Cataglyphis cursor* (Hymenoptera, Formicidae). *Actes Coll. Insectes Sociaux* 13: 157-161.