

LE CONDITIONNEMENT SPATIAL CHEZ LA FOURMI *MYRMICA SABULETI***M-C. Cammaerts**

Laboratoire de biologie animale et cellulaire, Faculté des Sciences,  
CP 160/11, Université Libre de Bruxelles, 50, A. F. D. Roosevelt, 1050 Bruxelles.

## INTRODUCTION

Chez *Myrmica sabuleti*, le conditionnement classique est possible à condition que le stimulus conditionnel (SC) soit présenté en même temps, juste avant ou peu de temps avant le stimulus inconditionnel (SIC) (Cammaerts, 2001 a). Chez cette espèce, l'apprentissage spatial est aussi possible, c'est-à-dire que les ouvrières peuvent apprendre à venir s'alimenter en un lieu précis de leur aire de récolte (Cammaerts, 2001 b). Il était donc logique de rechercher s'il est possible de conditionner les ouvrières de *M. sabuleti* à deux SC différents demandant chacun d'aller se nourrir en un lieu distinct. Cette recherche fut le but du présent travail.

## MATERIEL ET METHODES

Les expériences se déroulèrent sur plusieurs sociétés expérimentales, de composition identique, maintenues dans des tubes en verre au quart remplis d'eau, posés dans des bacs servant d'aire de récolte. Dans ces bacs, des morceaux de blattes furent déposés régulièrement sur deux lames en verre, mais aucun aliment sucré ne fut offert, en vue des expériences.

Le SIC fut une solution aqueuse de cassonade présentée, sur une lame en verre, au lieu approprié. Le SC fut un morceau de papier en forme de T inversé, sur une face verticale duquel un des quatre sigles suivants était dessiné : un segment vertical (5 mm de large, 3 cm de long), un segment horizontal (mêmes dimensions), un « + », un « x » (ces deux derniers sigles avaient 3 cm de long et de haut ; leur deux branches avaient 5 mm de large). Le sigle dessiné différa selon le lieu de dépôt du SIC et selon la société expérimentale utilisée. En fait, chaque série d'expériences se déroulèrent sur 4 sociétés nommées A, B, C, D. Les sociétés A, B, C, D reçurent respectivement le sigle vertical, horizontal, +, x associés au SIC placé devant ce sigle pour la série d'expériences préliminaires, et pour toutes les autres expériences, placé à gauche de l'entrée du nid. A un autre moment, les sociétés A, B, C, D reçurent aussi respectivement le sigle horizontal, vertical, x, + associé au SIC placé à droite de l'entrée du nid. Chaque fois, le SC fut présenté à 18 cm devant l'entrée du nid, puis, 1 à 2 minutes plus tard, Le SIC fut offert au lieu approprié. Les SC et SIC restaient ensemble sur l'aire de récolte, durant 15 minutes. Les ouvrières venant autour du SIC étaient dénombrées au terme de chaque minute et le nombre moyen de ces ouvrières était calculé. Cette procédure (présentation des SC puis du SIC, comptage des ouvrières et calcul des moyennes) constituait une expérience de renforcement et était réalisée 12 fois de suite à raison de deux fois en 24 heures, chaque fois à des heures différentes (du jour et de la nuit) pour éviter un apprentissage temporel de la part des fourmis.

Au terme des 12 renforcements, les ouvrières venant en 2 minutes à l'endroit où avait été posé le SIC étaient comptées, ce qui donnait les nombres contrôles. Les conditionnements (et discriminations) acquis étaient ensuite quantifiés comme suit.

Pour la série d'expériences préliminaires, nous comptons d'abord les ouvrières venant en 2 minutes à l'endroit du SIC en présence d'un stimulus différent du SC puis en présence du SC lui-même.

Pour toutes les autres séries d'expériences, nous présentons les SC qui correspondent au SIC placé à gauche de l'entrée du nid et nous comptons séparément les fourmis allant à droite et à gauche, tout en marquant d'une tache blanche (Humbrol enamel) celles allant (correctement) à gauche. Ensuite, nous présentons les SC correspondant au SIC placé à droite de l'entrée du nid et nous comptons séparément les fourmis allant à

droite et à gauche, tout en marquant en jaune celles allant (correctement) à droite. Ces comptages et marquages permirent de calculer la proportion d'ouvrières répondant correctement, c'est-à-dire allant à la fois à droite et à gauche chaque fois qu'elles le devaient \*. Cette procédure (présentation des SC, marquage et comptage des fourmis) fut reproduite jusqu'à l'extinction complète des réponses des ouvrières.

\* Cette proportion est la moyenne entre le nombre d'ouvrières « blanches » allant aussi à droite, divisé par le nombre total de fourmis « blanches » et le nombre de fourmis « jaunes » allant aussi à gauche, divisé par le nombre total de fourmis « jaunes ».

## RESULTATS

### Etude préliminaire (Tab.1)

Les résultats numériques montrent que les ouvrières ont bien été conditionnées au SC présenté et qu'elles discriminent celui-ci d'un autre stimulus, les deux stimuli pouvant dès lors être utilisés afin de tenter un conditionnement spatial.

### Essai de conditionnement spatial (Tab.2)

*Première méthode : les deux SC sont présentés en alternance*

Les ouvrières ont bien été conditionnées aux SC présentés, mais l'acquisition éventuelle d'un conditionnement spatial ne se décèle pas sur base des nombres de celles allant à droite et à gauche de l'entrée du nid. Un conditionnement spatial apparaît cependant sur base des proportions d'ouvrières répondant correctement. Ce conditionnement spatial s'éteignit en trois expériences d'extinction.

*Deuxième méthode : les deux SC sont présentés en alternance et, en plus du SIC offert à l'endroit correct, une solution aqueuse d'acide acétique (8%) est placée au lieu erroné*

Les ouvrières ont été conditionnées aux SC présentés, et, cette fois, un conditionnement spatial apparaît sur base de celles dénombrées à droite et à gauche de l'entrée du nid : les fourmis venues aux lieux corrects furent plus nombreuses que celles comptées aux lieux erronés mais ces dernières fourmis furent néanmoins plus nombreuses que celles observées lors des expériences contrôles. Les proportions d'ouvrières répondant correctement révèlent bien un conditionnement spatial et montrent qu'il s'estompa en 4 expériences d'extinction mais qu'il fut initialement un peu plus faible que celui obtenu à l'aide de la première méthode.

*Troisième méthode, 1<sup>ière</sup> façon : les SC sont présentés successivement, ceux associés au SIC placé à gauche de l'entrée du nid en premier lieu*

Les ouvrières ont effectivement été conditionnées aux SC et le conditionnement spatial qu'elles ont acquis se décèle déjà sur base des nombres de celles allant à droite et à gauche de l'entrée du nid. Les fourmis allant aux lieux corrects furent plus nombreuses que celles allant aux lieux erronés et, cette fois, ces dernières ouvrières furent aussi peu nombreuses que celles comptées lors des expériences contrôles. Les proportions d'ouvrières répondant correctement mettent clairement en évidence ce conditionnement spatial et montrent qu'il s'éteignit en 5 expériences d'extinction, bien qu'initialement, il ne fut pas supérieur à celui obtenu à l'aide de la première méthode

Lors des expériences d'extinction, les fourmis allant correctement à gauche furent plus nombreuses que celles allant correctement à droite. Cela est-il dû au fait qu'elles furent d'abord conditionnées à aller à gauche ou cela résulte-t-il de la présence incontrôlable d'un élément (mur, porte, tas de détritrus) dans leur environnement, servant de SC ou de SIC ? Répondre à cette question demanda de refaire sur les mêmes nids, positionnés de la même façon dans le même environnement, et après extinction complète des conditionnements acquis, les mêmes expériences, mais en inversant l'ordre de présentation des deux SC.

*Troisième méthode, 2<sup>ième</sup> façon : les SC sont présentés successivement, ceux associés au SIC placé à droite de l'entrée du nid en premier lieu*

Les résultats obtenus concordent avec ceux ci-dessus (troisième méthode, 1<sup>ière</sup> façon). Ils montrent sur base des mêmes quantifications, des conditionnements et conditionnements spatiaux identiques, éteints en 5 expériences d'extinction.

Cette fois, les ouvrières répondant correctement à droite furent plus nombreuses que celles allant correctement à gauche de l'entrée du nid. Ce n'est donc pas un élément de

l'environnement des ouvrières qui créa une différence dans leur conditionnement à aller à gauche et à droite du nid, mais c'est bien le premier conditionnement spatial que l'on tente de leur faire acquérir qui est toujours supérieur au second que l'on voudrait les voir présenter.

## REFERENCES

Cammaerts M-C., 2001a. Le conditionnement classique chez la fourmi *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera, Formicidae). Actes Coll. Insectes Sociaux, 14, 65-68.

Cammaerts M-C., 2001b. Apprentissage spatial et temporel chez la fourmi *Myrmica sabuleti* (Hymenoptera, Formicidae). Actes Coll. Insectes Sociaux, 14, 61-64.

Tableau 1. Nombre d'ouvrières venant en deux minutes à l'endroit où était le stimulus inconditionnel (SIC) en l'absence de stimulus (contrôle), en présence d'un stimulus différent du stimulus conditionnel (SC), puis en présence de ce dernier.

Société	A	B	C	D
SC et stimulus différent du SC	et —	— et	+ et x	x et +
En l'absence de stimulus	0	2	5	9
En présence d'un stimulus différent du SC	0	4	4	10
En présence du SC	7	19	14	25

Tableau 2. Résultats de 3 méthodes de conditionnement spatial. *1<sup>ère</sup> méthode* : présentation alternée des deux SC. *2<sup>ème</sup> méthode* : présentation alternée des deux SC avec dépôt d'une solution aqueuse d'acide acétique au lieu erroné. *3<sup>ème</sup> méthode 1°* : présentation successive des SC, celui correspondant au SIC placé à gauche en premier lieu. *3<sup>ème</sup> méthode 2°* : présentation successive des SC, celui correspondant au SIC placé à droite en premier lieu. Chiffres romains : expériences d'extinction successives. Les nombres donnés sont ceux des ouvrières venant en 2 minutes aux endroits (gauche ou droite) où étaient les SIC, en l'absence des SC (N<sup>bres</sup> contrôles) ou en présence de chacun d'eux (SC → gauche ; SC → droite). Le « % réponses correctes » est la proportion d'ouvrières répondant correctement aux deux SC.

Sociétés	A		B		C		D	
Endroits du SIC	gauche	droite	gauche	droite	gauche	droite	gauche	droite
<i>1<sup>ère</sup> méthode</i>								
N <sup>bres</sup> contrôles	1	1	1	0	4	6	6	5
I SC → gauche	6	6	5	4	11	12	14	13
SC → droite	5	8	4	9	6	14	11	14
% réponses correctes	0.50		0.40		0.55		0.19	
II SC → gauche	3	2	3	3	6	7	9	8
SC → droite	2	4	3	6	5	9	8	8
% réponses correctes	0.17		0.19		0.26		0.15	
III SC → gauche	1	1	2	0	5	5	7	5
SC → droite	1	2	2	2	4	5	6	5
% réponses correctes	0.19		0.06		0.03		0.08	

Sociétés	A		B		C		D	
Endroits du SIC	gauche	droite	gauche	droite	gauche	droite	gauche	droite
<i>2<sup>ème</sup> méthode</i>								
N <sup>bres</sup> contrôles	5	5	7	7	10	9	0	0
I SC → gauche	23	12	17	14	24	14	2	0
SC → droite	10	19	11	15	16	20	0	4
% réponses correctes	0.35		0.29		0.25		0.50	
II SC → gauche	13	8	11	10	16	13	3	0
SC → droite	9	16	9	12	12	16	1	3
% réponses correctes	0.33		0.31		0.27		0.17	
III SC → gauche	13	7	10	8	15	13	2	1
SC → droite	6	12	7	8	12	14	1	1
% réponses correctes	0.19		0.17		0.18		0.08	
IV SC → gauche	6	5	6	4	9	5	1	0
SC → droite	5	5	7	7	6	9	0	1
% réponses correctes	0.03		0.07		0.06		0.00	
<i>3<sup>ème</sup> méthode, 1<sup>o</sup></i>								
N <sup>bres</sup> contrôles	0	4	0	6	0	2	4	4
I SC → gauche	8	2	9	2	13	3	14	3
SC → droite	2	10	3	11	4	11	5	10
% réponses correctes	0.38		0.44		0.39		0.36	
II SC → gauche	8	4	9	4	7	3	14	1
SC → droite	2	8	1	10	3	8	3	9
% réponses correctes	0.29		0.41		0.26		0.58	
III SC → gauche	8	2	7	2	7	3	8	3
SC → droite	3	6	1	6	2	7	2	6
% réponses correctes	0.27		0.18		0.19		0.13	
IV SC → gauche	7	4	5	1	5	2	6	2
SC → droite	2	3	2	5	2	6	3	4
% réponses correctes	0.14		0.14		0.17		0.12	
V SC → gauche	3	1	2	1	5	2	6	2
SC → droite	1	3	0	2	3	4	3	4
% réponses correctes	0.08		0.06		0.05		0.12	
<i>3<sup>ème</sup> méthode, 2<sup>o</sup></i>								
N <sup>bres</sup> contrôles	1	1	1	0	5	3	4	5
I SC → gauche	4	1	5	1	11	4	10	4
SC → droite	0	8	1	8	3	17	4	17
% réponses correctes	0.75		0.40		0.46		0.40	
II SC → gauche	7	1	4	1	8	3	9	5
SC → droite	1	8	1	7	3	11	5	13
% réponses correctes	0.24		0.38		0.22		0.20	
III SC → gauche	4	0	3	2	7	3	7	4
SC → droite	1	5	1	7	2	8	3	11
% réponses correctes	0.25		0.27		0.12		0.14	
IV SC → gauche	2	0	3	1	3	3	4	3
SC → droite	1	3	0	4	1	8	2	8
% réponses correctes	0.12		0.12		0.08		0.05	
V SC → gauche	1	0	2	1	4	1	3	2
SC → droite	0	3	0	2	1	5	3	6
% réponses correctes	0.06		0.00		0.04		0.02	