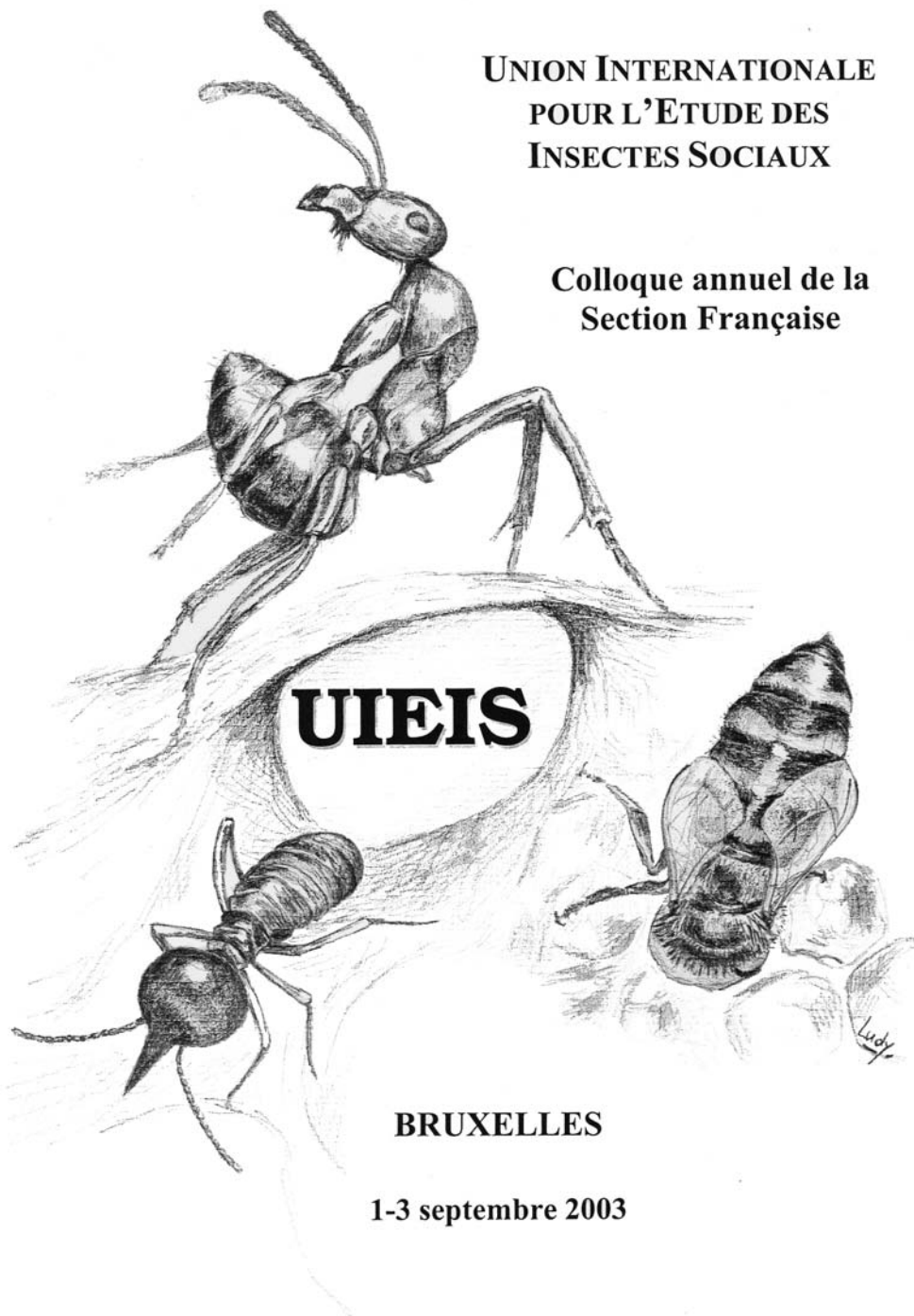


# Actes des Colloques Insectes Sociaux

Volume 16 (2004)

UNION INTERNATIONALE  
POUR L'ÉTUDE DES  
INSECTES SOCIAUX

Colloque annuel de la  
Section Française



BRUXELLES

1-3 septembre 2003

Dessin : Ludivine de Menten

## LE CONDITIONNEMENT OPERANT CHEZ UNE FOURMI

par Marie-Claire Cammaerts

Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences, CP 160/11, 50 Av. F. Roosevelt, 1050, Bruxelles. [mtricot@ulb.ac.be](mailto:mtricot@ulb.ac.be)

### Introduction

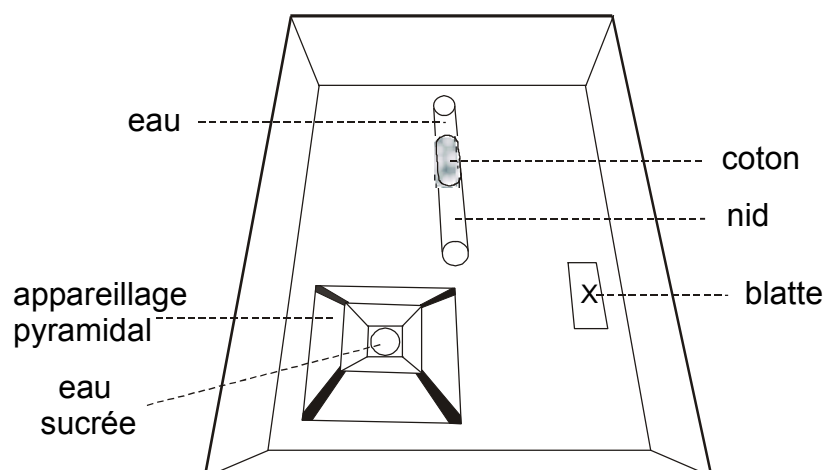
Chez la fourmi *Myrmica sabuleti*, le conditionnement classique est possible ainsi que l'apprentissage spatial et temporel (Cammaerts, a). Un conditionnement spatial peut aussi être obtenu (Cammaerts, b). Il est donc probable qu'il soit possible d'obtenir un conditionnement opérant chez la même espèce, d'autant que, dans son milieu naturel, elle en subit sans doute lors de diverses activités. Le but du présent travail est l'obtention d'un conditionnement opérant chez *M. sabuleti*, en utilisant soit de l'eau sucrée, soit des blattes comme récompense.

### Matériel et méthode

Les expériences se sont déroulées sur deux séries de six sociétés expérimentales maintenues au laboratoire dans des nids artificiels placés dans des bacs en polyéthylène (Fig.1). Pendant 8 jours avant les expériences, six de ces sociétés n'ont plus été nourries que de blattes ; les six autres sociétés n'ont plus reçu que de l'eau sucrée durant les 8 jours qui précéderent leur conditionnement. Un appareillage expérimental fut construit à partir d'un morceau de carton blanc, plié en forme de pyramide tronquée avec, à son extrémité supérieure, une autre pyramide tronquée, placée à l'envers à l'intérieur (Fig.1). Les quatre arêtes de la grande pyramide furent peintes en noir. La réponse des fourmis consistait à grimper sur la grande pyramide et à descendre dans la petite au fond de laquelle se trouvait la récompense. Celle-ci consistait en eau sucrée pour les six sociétés nourries de blattes, et en morceaux de blattes pour celles alimentées d'eau sucrée. La phase d'entraînement durait 6 jours, l'appareillage étant changé de place et réapprovisionné en récompense, à plusieurs reprises. Après cette phase d'entraînement, l'appareillage était remplacé par un autre, identique mais neuf (donc exempt de phéromone) et dépourvu de récompense. Les ouvrières présentes sur les nouveaux appareillages étaient alors comptées pendant 15 minutes, au terme de chaque minute. Les moyennes correspondant à chaque société étaient établies. Les mêmes quantifications ayant été faites avant la phase d'entraînement, les six valeurs « test » pouvaient être comparées aux six valeurs contrôles à l'aide du test non paramétrique de Wilcoxon. Les moyennes des 6 valeurs contrôles d'une part, des 6 valeurs « test » d'autre part ainsi que la conclusion du test statistique permettent de résumer les résultats d'une expérience. Pour déconditionner les fourmis, il suffisait de leur laisser l'appareillage neuf dépourvu de récompense et de quantifier leur réponse toutes les heures, après quoi un second conditionnement pouvait être réalisé selon la même procédure expérimentale.

La figure 1 représente le dispositif expérimental lors d'une phase d'entraînement. Les fourmis nichent dans le tube. Elles sont ici nourries de blattes (X) et sont conditionnées en recevant de l'eau sucrée (O) comme récompense.

Figure 1. Nid et appareillage expérimentaux.



## Résultats

### Conditionnement opérant obtenu en utilisant de l'eau sucrée comme récompense

Un résumé des résultats est donné dans le Tableau.1. Après six jours d'entraînement, les fourmis furent conditionnées. Après trois jours supplémentaires d'entraînement, elles ne le furent pas davantage. L'extinction de ce premier conditionnement fut rapide : après 1 heure, la réponse des fourmis fut non significative et après 4 heures, elle fut inférieure à la valeur contrôle. Après un jour sans appareillage, les fourmis donnèrent une réponse quasi-semblable à celle contrôle. Maintenus alors six autres jours sans appareillage et sans sucre, elles furent dans les conditions requises pour subir un second conditionnement. Celui-ci fut légèrement supérieur au premier et fut plus long à s'éteindre, ce qui est une règle générale à tout conditionnement.

Tableau 1. Conditionnement opérant obtenu en utilisant de l'eau sucrée comme récompense. Le tableau donne les nombres moyens d'ouvrières présentes sur l'appareillage (N = moyenne de 15 relevés sur 6 nids, donc de 90 relevés), et les résultats de tests non paramétriques de Wilcoxon (P).

	Contrôle	Après 6 jours d'entraînement	Après 3 jours supplémentaires	Extinction				Un jour après
				1h	2h	3h	4h	
N	0,99	2,66	2,38	1,57	1,32	1,39	0,56	1,10
P		<0,047	0.031	0,22	0,28	0,22	<0,50	

	6 autres jours plus tard	Après 6 nouveaux jours d'entraînement	Extinction				
			1h	2h	3h	4h	5h
N	0,76	2,63	2,17	1,75	1,58	1,38	0,96
P	=2 <sup>nd</sup> contrôle	0,016	0,031	0,031	<0,047	<0,047	0,22

Nous avons ensuite conditionné une troisième fois les fourmis puis leur avons présenté séparément un appareillage dont les arêtes n'étaient pas peintes en noir, et un carton sur lequel étaient dessinées quatre lignes noires dans la position et l'orientation qu'elles avaient sur l'appareillage. Les ouvrières n'ont répondu à aucun de ces deux éléments : pour la pyramide sans couleurs : N = 1,08 et P = 0,28 ; pour les lignes noires seules : N = 0,96 et P = 0,50 (résultats non repris en un tableau). Les fourmis ne répondent donc qu'à un appareillage identique à celui qui a permis de les conditionner.

**Conditionnement opérant obtenu avec une nourriture carnée comme récompense**

Tableau 2. Conditionnement opérant obtenu en utilisant de la nourriture carnée comme récompense. La légende est identique à celle du Tableau.1.

	Contrôle	Après 6 jours d'entraînement	Après 3 jours supplémentaires	Extinction						
				1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h
N	0,75	5,89	6,57	5,32	5,34	4,48	4,03	3,47	3,13	2,67
P		0.016	0.016	0,13	0,078	0,078	0,078	0,22	0,28	0,28

	Un jour après	Un autre jour après	6 autres jours après	Après 6 jours d'entraînement
N	2,58	1,39	0,94	6,73
P	0.16	0,28	= 2 <sup>nd</sup> contrôle	0.016

	Extinction								Un jour après			Un autre jour après	
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	0h	1h	2h	0h	1h
N	6,28	5,09	4,47	4,25	4,12	3,40	3,34	3,34	4,32	4,21	3,38	3,10	2,80
P	← 0,016 →	← 0,031 →	← 0,047 →						0,016	0,016	0,06	0,047	0,016

Les résultats numériques sont résumés dans le Tableau 2. Après six jours d'entraînement, les fourmis furent conditionnées et leur conditionnement fut plus prononcé que celui qu'elles avaient acquis en recevant de l'eau sucrée comme récompense. Que la cause en fut une grande privation en nourriture carnée pu être testé en réalisant un second conditionnement (voir plus loin). Après 3 jours supplémentaires d'entraînement, les fourmis présentèrent un conditionnement légèrement supérieur à celui obtenu après 6 jours. L'extinction de ce premier conditionnement (de 9 jours au total) fut relativement lente : les réponses des fourmis restèrent significatives pendant 4 heures et après 7 heures elles furent encore égales à 2 fois et demi celle contrôle. Ensuite, après être restées un jour sans appareillage et sans nourriture carnée, les fourmis eurent une réponse non significative mais encore notoire. Le jour suivant, leur réponse ne fut plus que très légèrement supérieure à la réponse contrôle, et enfin, 6 jours plus tard, elle lui fut identique. Cette dernière réponse des fourmis fut prise comme second contrôle, et un second conditionnement fut alors réalisé, après un jeûne non excessif. Ce second conditionnement fut tout aussi prononcé (et même un peu plus) que le premier : la cause d'un tel résultat n'est donc pas une grande privation en nourriture carnée de la part des fourmis, mais bien le caractère très motivant pour cette espèce d'une récompense consistant en nourriture carnée, déduction logique puisque les *M. sabuleti* sont essentiellement carnivores. L'extinction de second conditionnement fut longue. Après 8 heures d'extinction, la réponse des fourmis fut encore significative. Suite à cela, après un jour sans appareillage et sans nourriture carnée, la réponse ré-augmenta et des expériences d'extinction permirent de l'amener à une valeur tout juste significative. Après un autre jour sans appareillage et sans nourriture carnée, le conditionnement apparut encore significatif, nécessitant des expériences d'extinction pour disparaître.

**Conclusion**

Le conditionnement opérant est possible chez la fourmi *M. sabuleti*. Il est plus prononcé lorsqu'il est obtenu en utilisant de la nourriture carnée comme récompense au lieu d'eau sucrée. Il est précis, les fourmis ne répondant qu'à un appareillage identique à celui qui a permis de les conditionner. Tant qu'il n'est pas éteint, un arrêt de toute expérience permet de le ré-accentuer. A peine éteint, un même arrêt ne le diminue ni ne le ré-augmente.

Précis, aisé à réaliser et à quantifier, le conditionnement opérant nous permettra de poursuivre l'étude de la vision des ouvrières de *M. sabuleti*, étude commencée en utilisant le conditionnement classique comme méthode (Cammaerts, 2002).

Chez l'abeille, une expérience de conditionnement opérant, telle un paradigme, a été réalisée (Kisch et Erber, 1999) offrant un vaste champ d'études neurophysiologiques. Toujours chez l'abeille, une technique de conditionnement opérant « collectif », semblable à celle que nous relatons dans le présent travail, a été mise au point et est utilisée (comme nous projetons de le faire avec l'espèce que nous étudions) afin d'analyser des facultés perceptives et l'influence de substances sur le comportement de cet hyménoptère (par exemple : Decourtye *et al.*, 2002).

### **Remerciements**

Nous tenons à remercier Roger Cammaerts qui réalisa la figure 1 et Alain Lenoir qui corrigea notre texte.

### **Références**

Cammaerts M.-C., a. Classical conditioning, temporal and spatial learning in the ant *Myrmica sabuleti*. *Biologia*, in press.

Cammaerts M.-C., b. Spatial conditioning in the ant *Myrmica sabuleti*. *Biologia*, in press.

Cammaerts M.-C., 2002. La perception visuelle chez la fourmi *Myrmica sabuleti*. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, 15, 19-21.

Decourtye H., Tisseur M., Gandrey J., Pham-Delègue M.H., 2002. Impact de traitements phytopharmaceutiques effectués en conditions semi-naturelles sur les performances d'apprentissage olfactif des butineuses. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, 15, 114-118.

Kisch J., Erber J., 1999. Operant conditioning of antennal movements in the honey bee. *Behav. Brain Res.* 99, 93-102.