

**INFLUENCE DE L'OCTOPAMINE SUR LE COMPORTEMENT
TROPHALLACTIQUE DE LA FOURMI *CAMPONOTUS FELLAH*
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)**

BOULAY R.¹, AUGER J.², GODZINSKA E.J.³ et A. LENOIR¹

1 Laboratoire d'Éthologie et Pharmacologie du Comportement (LEPCO), Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France.

2 Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France.

3 Laboratory of Ethology, Department of Neurophysiology, Nencki Institute of Experimental Biology, 3 Pasteur St., 02-093 Warsaw, Poland.

Résumé : Chez les formicines les trophallaxies permettent les transferts de nourriture et d'hydrocarbures entre tous les membres de la colonie et assurent le maintien d'un lien social. Chez *Camponotus fellah*, nous avons démontré qu'une période d'isolement social provoquait une augmentation des durées des trophallaxies lorsque les ouvrières étaient réunies (Boulay et coll., sous presse). Ceci nous a conduit à rechercher l'existence de substances agissant au niveau du cerveau et pouvant moduler le déclenchement du comportement de trophallaxie. Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'octopamine qui semble impliquée dans les processus de motivation et d'éveil (Menzel, 1990). Les travaux présentés ici combinent donc des données pharmacologiques et comportementales qui montrent que chez *C. fellah*, une injection d'octopamine atténue l'augmentation de la durée des trophallaxies observées après une période d'isolement social de 5 jours.

Mots-clés: Octopamine, Amines biogènes, Trophallaxies, HPLC

Summary: Influence of octopamine on trophallaxis behaviour in the ant *Camponotus fellah* (Hymenoptera: Formicidae).

In species of the Formicinae sub-family, trophallaxis allow food and recognition cues exchange. It was demonstrated in *Camponotus fellah* that a prolonged isolation period induced an increase of the trophallaxis duration when workers were reunited (Boulay et al., in press). On the basis of this observation, we studied the effect of neurochemical compounds on trophallaxis behaviour. We were mainly interested by octopamine which is implicated in arousal and motivation processes (Menzel, 1990). Here, we present pharmacological and behavioural results showing that an octopamine administration can reduce trophallaxis duration in individuals isolated for 5 days.

Key-words: Octopamine, Biogenic amines, Trophallaxis, HPLC

INTRODUCTION

Le comportement et la physiologie des animaux sont influencés par de nombreuses substances produites par l'organisme (hormones, neurotransmetteurs...).

Chez les insectes, le système nerveux central synthétise plusieurs monoamines, dont l'octopamine (OA), souvent présentée comme l'analogue de la noradrénaline des vertébrés. Divers travaux ont montré qu'elle était impliquée dans de nombreux comportements, comme les réactions de fuite et d'alarme (Orchard, 1982). Bien que certaines études aient été effectuées chez l'abeille (*Apis mellifera*) (Menzel, 1990), peu d'entre elles se sont encore intéressées aux comportements sociaux.

Nous présentons ici la première partie d'une étude mettant en évidence le rôle de l'OA sur le comportement d'une fourmi, *Camponotus fellah*. Dans un premier temps nous avons mesuré le taux d'OA dans le cerveau des ouvrières à la suite d'une administration d'OA dans l'abdomen. Cela nous a permis de connaître le laps de temps optimal pour étudier les effets comportementaux d'une injection d'OA dans l'abdomen. Nous avons ensuite recherché son influence sur les trophallaxies, qui chez les formicines constituent des comportements sociaux essentiels aux échanges entre les membres de la colonie (Soroker et coll., 1994), et dont les durées peuvent être augmentées à la suite d'une période d'isolement social (Boulay et coll., sous presse).

MATERIEL ET MÉTHODES

Expérience 1 : Évolution de la quantité d'octopamine après une administration abdominale de cette hormone

Des ouvrières (non isolées) ayant reçu une injection abdominale d'octopamine (0,5µl ; 2µg / mg de masse corporelle de fourmi) ou de sérum physiologique étaient congelées instantanément dans de l'acétone à -80°C, 5, 30, 60 ou 120 minutes après l'administration. Les cerveaux étaient ensuite prélevés par dissection à sec sur de la glace carbonique. L'extraction des monoamines était ensuite réalisée par sonication des tissus dans de l'acide perchlorique. Enfin, la séparation et la quantification des différentes monoamines était effectuée grâce à la technique HPLC couplée à un détecteur électrochimique.

Expérience 2 : Influence de l'octopamine sur le comportement

Des fourmis étaient placées en condition d'isolement total pendant 5 jours. Une heure avant d'être replacées en contact avec une congénère soumise au même traitement, elles recevaient une injection de 0,5µl d'OA à la dose de $2 \text{ à } 2 \cdot 10^{-3} \text{ µg / mg}$. L'administration était réalisée à l'aide d'un microcapillaire inséré entre le 6^{ème} et le 7^{ème} tergite abdominal. La durée totale des trophallaxies était alors enregistrée au cours d'un test comportemental de 15 mn. Toutes les ouvrières utilisées étaient des média nées en élevage au laboratoire.

RÉSULTATS

Expérience 1

Sur la figure 1 on peut constater qu'une injection d'octopamine (0,5µl ; 2µg/mg) provoque une augmentation importante du taux d'octopamine dans le cerveau

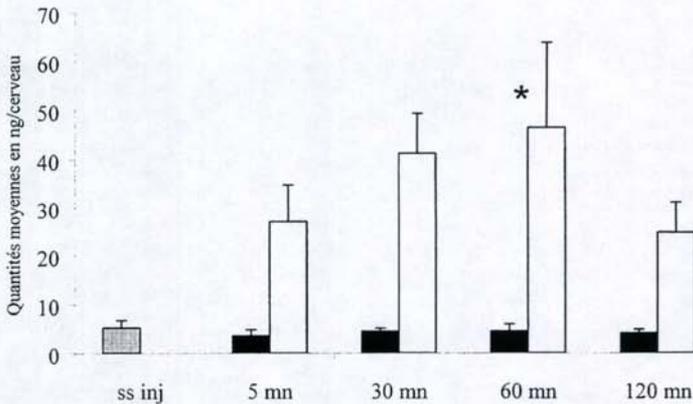


Figure 1. *Quantité moyenne d'octopamine (\pm erreur type) dans le cerveau des fourmis après une injection d'octopamine (blanc), de liquide physiologique (noir) ou chez les individus ne recevant aucun traitement (gris = ss inj, sans injection). Mean quantity of brain octopamine (\pm sem) after an injection of octopamine (0.5 μ l ; 2 μ g/mg of body weight) (white bars), an injection of 0.5 μ l of physiological serum (black bars) or in individuals that received no treatment (grey bar = ss inj).*

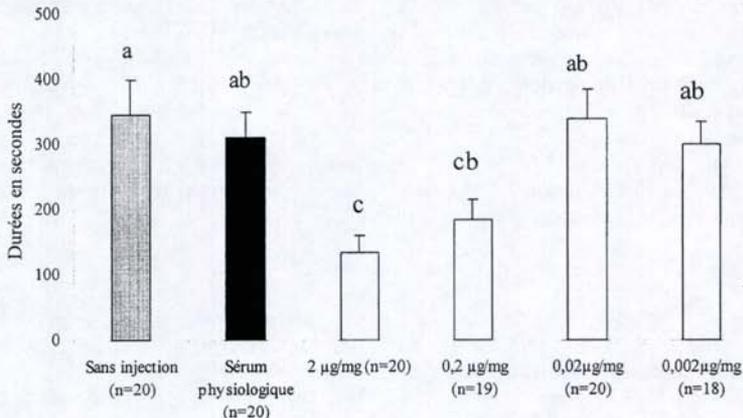


Figure 2. *Moyenne (\pm erreur type) des durées totales des trophallaxies lors de rencontres dyadiques de 900 secondes entre deux fourmis isolées depuis 5 jours. Des lettres différentes indiquent des différences significatives (ANOVA, $p < 0,05$). Mean value (\pm sem) of the total duration of trophallaxis between ants isolated for 5 days in a 900 seconds behavioural test. Grey bars: ants without any treatment. Black bars: ants receiving physiological serum (0.5 μ l). White bars: ants receiving octopamine (0.5 μ l).*

des ouvrières après 5 minutes. Cette augmentation est significative (ANOVA, $p < 0.001$) et maximum une heure après l'injection (Test post hoc de Neuman Keuls, $p < 0,05$). L'administration de sérum physiologique ne provoque au contraire aucune modification du taux d'octopamine

Expérience 2

La durée totale des trophallaxies enregistrée entre les fourmis ayant reçu une administration d'octopamine était plus faible que celle des fourmis ayant reçu seulement une injection de sérum physiologique ou n'ayant reçu aucun traitement (fig. 2). Cette diminution était dose-dépendante et maximum pour $2\mu\text{g}/\text{mg}$ (ANOVA, $p < 0,05$).

DISCUSSION

Comparée aux autres monoamines, l'OA est présente en grande quantité dans le cerveau des fourmis ($4,5 \pm 1,7$ ng/cerveau) comme c'est le cas chez de nombreux insectes (Evans, 1978). Avant de rechercher l'effet comportemental, il était important d'estimer l'évolution du taux d'OA au niveau du cerveau après l'injection d'une dose élevée dans l'abdomen. Une heure après l'injection, le taux d'OA cérébral est maximal ($46,4 \pm 17,5$ ng). L'abdomen des fourmis présente une grande quantité de corps gras, et donc certainement beaucoup d'enzymes, notamment des monoamines oxydases (MAO) responsables de la dégradation des amines biogènes. L'augmentation observée peut résulter soit du passage direct de l'OA dans le cerveau des fourmis, soit de la stimulation, par l'OA injectée, du catabolisme de synthèse de l'OA.

Une telle dose provoque une diminution de 50 % de la durée des trophallaxies. Cette diminution de la durée des trophallaxies après une injection d'OA pourrait correspondre à une diminution du stress provoqué, chez les insectes sociaux, par un isolement social prolongé.

Afin de savoir si l'effet observé est spécifique, cette étude sera prolongée par l'analyse des effets des antagonistes (phentolamine) et des agonistes (synéphrine) de l'octopamine sur le comportement des ouvrières.

RÉFÉRENCES

- Boulay R., Quagebeur, M., Godzińska, E. J. & A. Lenoir, 1999, *sous presse*. - Social isolation in ants: evidence of its impact on survivorship and behavior in *Camponotus fellah* (Hymenoptera, Formicidae). *Sociobiology*, 34.
- Evans, P.D., 1978. - Biogenic amines in the insect nervous system. In Berridge M. J., Treherne J. E. & V. B. Wigglesworth (Eds.) *Adv. Insect Physiol.*, 15 : 317-473. New York Academic Press.
- Menzel, R., 1990. - Learning, memory and cognition in honey bees. In Kesner R. P. & D. S. Olten, (Eds.) *Neurobiology of Comparative Cognition*, 237-292. Hillsdale, N. J. Erlbaum Inc.
- Orchard, I., 1982. - Octopamine in insects: neurotransmitter, neurohormone, and neuromodulator. *Can. J. Zool.*, 60: 659-668.
- Soroker, V., Vienne, C., Hefetz, A. & E. Nowbahari, 1994. - The postpharyngeal gland as a "gestalt" organ for nestmate recognition in the ant *Cataglyphis niger*. *Naturwissenschaften*, 81: 510-513.