

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

Edités par l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes Sociaux
Section française

VOL.6 - COMPTE RENDU COLLOQUE ANNUEL,
LE BRASSUS 19-23 Sept. 1989



(Photo Muséum d'Histoire Naturelle de Paris)

**EVOLUTION ONTOGENETIQUE CHIMIQUE DE LA GLANDE
MANDIBULAIRE DE *FORMICA SANGUINEA* (LATR.).
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE)**

N. Moens (1) , J. Billen (1), B.D. Jackson (2) et E.D. Morgan (2)

- 1) Institut de Zoologie, K.U.Leuven, Naamsestraat 59, B-3000 Leuven (Belgique)
2) Department of Chemistry, Keele University, Staffordshire
ST5 5BG (England)

Résumé. La glande mandibulaire des ouvrières fraîchement écloses de *Formica sanguinea* se remplit lentement pendant les premiers mois de la vie adulte. La composition et la quantité de la sécrétion varient d'un individu à l'autre, bien que les valeurs moyennes varient en fonction de l'âge. Le méthyl 3-isopropylpentanoate est la substance la plus importante parmi les jeunes individus. La quantité du 3-isopropylpentanol augmente exponentiellement en fonction de l'âge. Cette évolution dans la composition chimique pourrait refléter un changement comportemental.

Mots clés : *Formica sanguinea*, glande mandibulaire, 3-isopropylpentanol, méthyl 3-isopropylpentanoate.

Summary: Chemical ontogenesis of the mandibular gland of *Formica sanguinea* (Latr.).

The contents of the mandibular glands of *Formica sanguinea* workers at different ages were chemically analysed. The glands of callow workers are nearly empty but they steadily fill over the first six months. A considerable individual variation in quantity and composition of the secretion is observed. Pooling the individuals into age groups reveals a distinct evolution. Methyl 3-isopropylpentanoate is the major component in younger individuals. The amount of 3-isopropylpentanol increases exponentially with age. They appear to reach their final composition one year after emergence. This chemical evolution may reflect changes in worker function.

Key-words : *Formica sanguinea*, mandibular gland, 3-isopropylpentanol, methyl 3-isopropylpentanoate.

INTRODUCTION

La glande mandibulaire se retrouve sans distinction chez toutes les castes des Hyménoptères. Le rôle éthologique de sa sécrétion peut néanmoins varier d'une espèce à l'autre. Cette glande exocrine est la source principale des phéromones d'alarme chez la majorité des fourmis (Wilson, 1971). Chez les Formicinae, les substances terpénoïdes dominent les sécrétions (Blum & Hermann, 1978).

Les *Formica sanguinea* pillent les nids, surtout des *F. fusca* et *F. rufibarbis*, en enlevant les nymphes d'ouvrières. Ces dernières éclosent dans les nids de leurs ravisseurs, dont elles deviennent les esclaves (Dobrzanski, 1961). Pendant les pillages, les *F. sanguinea* repoussent les ouvrières défensives, probablement à l'aide d'une sécrétion chimique (Wilson & Regnier, 1971).

Dans le contexte d'une étude globale de la glande mandibulaire chez *F. sanguinea*, la contribution actuelle reprend l'étude chimique, qui pourrait éclaircir le polyéthisme des ouvrières et le rôle éthologique de la sécrétion glandulaire.

MATERIEL ET METHODES

Les fourmis étudiées proviennent de deux nids artificiels. Il s'agit de populations orphelines. Après l'éclosion, les ouvrières ont été marquées d'une tache de peinture. A des époques déterminées, elles étaient préparées pour une analyse chimique, étant tuées par immersion dans l'azote liquide. Des demi-têtes ou des glandes préparées ont été enfermées individuellement dans des tubes de verre (2mm x 30mm).

La technique du "solid sampling" (Morgan & Wadhams, 1972) a été utilisée pour l'analyse du contenu des glandes mandibulaires. Ces analyses ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse (programmée de 60 à 230°C; 6°/min), à l'aide d'une colonne capillaire OV-1 (25mx0.32mm) et d'un détecteur à ionisation de flamme. Un intégrateur Shimadzu Chromatopac C-R3A permet d'obtenir les quantités relatives des pics. Les substances découvertes ont été identifiées sur base de leur spectre de masse, ainsi que par la comparaison de leur temps de rétention avec des substances standards. La recherche quantitative a été faite au moyen d'une comparaison avec des injections de quantités connues de carvone dans de l'hexane (100ng/μl).

Les spectres de masse des deux produits ont été obtenus par un système GC-MS (Hewlett-Packard 5970B MSD).

RESULTATS

La sécrétion de la glande mandibulaire des ouvrières est dominée par le 3-isopropylpentanol et le méthyl 3-isopropylpentanoate (Fig. 1). Cependant, une variation considérable de la quantité et de la proportion des deux substances est constatée: des substances quantifiables de 3-isopropylpentanol sont observées chez des individus de 3 jours, tandis que d'autres de 10 jours ne contiennent que des traces.

En regroupant les individus par catégorie d'âge, on observe une évolution exponentielle du 3-isopropylpentanol, sa présence initiale étant minimale (Tabl. I). Le méthyl 3-isopropylpentanoate, par contre, apparaît très tôt: des valeurs maximales sont déjà notées après trois mois (Fig. 2).

Les moyennes obtenues pourraient suggérer que la composition finale n' est atteinte que chez des ouvrières âgées (+1 an). Il n' existe pas de différence significative entre les quantités moyennes des 2 substances chez des individus âgés de plus d' un an ($Z=-0,98$; $P=0,33$, Test U de Mann-Whitney).

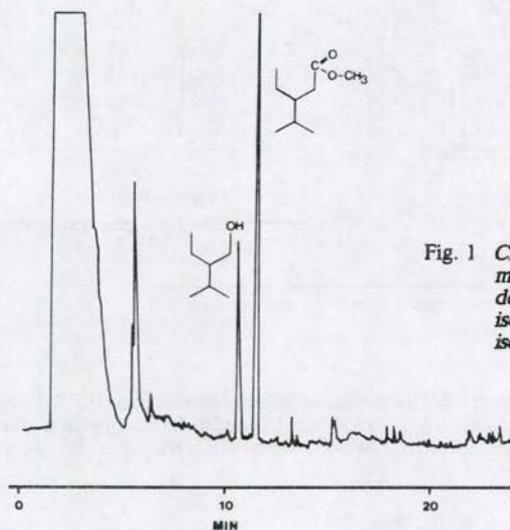


Fig. 1 Chromatogramme d' une glande mandibulaire d' un individu âgé de plus d' un an, montrant le 3-isopropylpentanol et le méthyl 3-isopropylpentanoate.

Tabl. I Quantité moyenne de 3-isopropylpentanol et de méthyl 3-isopropylpentanoate par catégorie d' âge et leur totaux. N = nombre d' individus; m = moyenne; D.S. = déviation standard; % = pourcentage par rapport au contenu globale.
Remarque: Si N = nombre de demi-têtes, m, par contre, est calculé sur 2N, présence de 2 glandes par individu.

Age (jours)	3-isopropylpentanol					méthyl 3-isopropylpentanoate					total		
	N	m	D.S.	%	D.S.	N	m	D.S.	%	D.S.	N	m	D.S.
0-2	8	0	-	-	-	8	0	-	-	-	8	0	-
3-9	3	0,4	0,2	6,6	3,8	5	5,9	1,4	93,4	3,8	3	6,5	1,5
10-20	7	0,9	0,3	5,2	2,2	9	17,3	7,3	94,8	2,2	6	18,0	6,8
21-40	11	1,2	0,7	6,4	4,9	12	23,3	12,9	93,6	4,9	11	23,8	13,6
41-70	7	1,9	1,5	9,7	4,4	7	15,9	4,5	90,3	4,4	7	17,7	5,8
71-110	12	6,0	5,7	15,8	9,8	12	33,0	15,1	84,2	9,8	12	39,0	16,5
111-150	5	5,0	2,0	20,9	14,4	5	24,6	12,5	79,1	14,4	5	29,6	11,6
151-200	8	19,3	13,6	34,4	14,3	8	32,9	11,0	65,6	14,3	8	52,1	21,3
+365	10	32,7	23,9	59,0	23,9	10	21,4	15,4	41,0	23,9	10	54,1	30,3

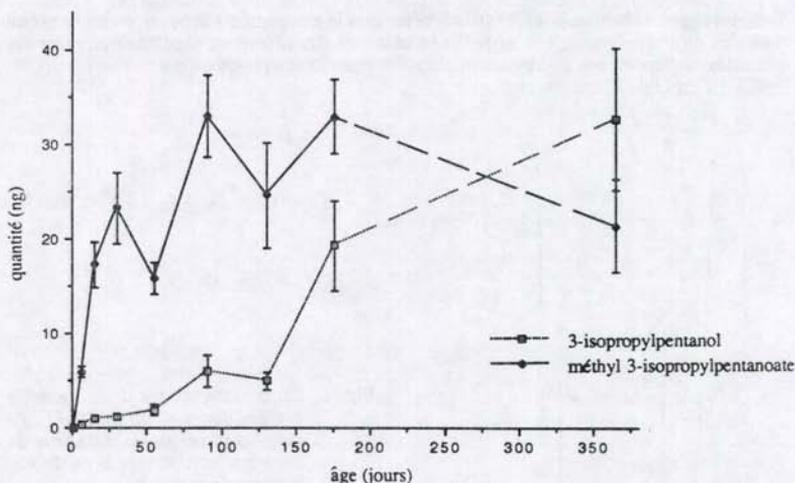


Fig. 2 Evolution de la composition des glandes mandibulaires en fonction de l'âge des individus. La présentation des moyennes a été complétée par les erreurs standards. Chaque catégorie d'âge est représentée par sa moyenne arithmétique.

DISCUSSION

L'examen des jeunes ouvrières démontre que la glande mandibulaire se remplit lentement. Les compositions initiales et finales ne se ressemblent pas du tout. Alors que le méthyl 3-isopropylpentanoate apparaît rapidement, et reste prédominant pendant plus ou moins 200 jours après l'éclosion, l'accumulation de 3-isopropylpentanol semble beaucoup plus lente. Après 6 mois la quantité totale des sécrétions des glandes mandibulaires ne varie plus. Chez les adultes âgés de plus d'un an, les deux substances apparaissent en proportion identique.

Ces deux substances sont en même temps les deux éléments les plus importants trouvés dans les têtes de *Formica rufa* (Francke & Borchert, 1985). Le méthyl 3-isopropylpentanoate a été également identifié dans les têtes des ouvrières de *Formica polyctena*, et en concentration nettement plus importante chez les reines (Francke *et al.*, 1980). Selon ces auteurs l'ester semble tempérer l'agressivité.

L'activité de ces deux substances chez *F. sanguinea* reste spéculative jusqu'à présent. Vu les particularités de polyéthisme d'âge chez cette espèce, l'évolution ontogénétique chimique indiquée dans nos résultats suggère une fonction éthologique. Selon Dobrzanski (1961), ce ne sont que les fourrageuses qui sont actives dans le pillage des nids esclaves, ces fourrageuses à la fois représentant une catégorie d'ouvrières âgées (Billen, 1984).

Les pillages par *sanguinea* sont apparemment réglés par des substances émises par la glande de Dufour (Regnier & Wilson, 1971), dont nous avons en effet constaté une évolution chimique liée à l'âge des ouvrières (Ali *et al.*, 1988). Les différences chimiques révélées dans les glandes mandibulaires d'ouvrières d'âge différent pourraient également correspondre avec leur fonction dans le nid.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous envisageons d'entreprendre une étude comportementale examinant l'activité éthologique des substances pures de la glande mandibulaire et de la glande de Dufour, lesquelles interviennent dans les comportements d'alarme et de défense chez les Formicinae (Wilson & Regnier, 1971).

REMERCIEMENTS

Nous remercions le British Council, le I.W.O.N.L. belge et le S.E.R.C. pour leur support financier à la réalisation de cette recherche.

REFERENCES

- ALI M.F., ATTYGALLE A.B., BILLEN J., JACKSON B.D., MORGAN E.D., 1988.- Change of Dufour gland contents with age of workers of *Formica sanguinea* (Hymenoptera: Formicidae). *Physiol. Ent.*, 13, 249-255.
- BILLEN J.P., 1984.- Stratification in the nest of the slave-making ant *Formica sanguinea* Latreille, 1798 (Hymenoptera, Formicidae). *Annls. Soc. r. zool. Belg.*, 114, 215-225.
- BLUM M.S., HERMANN H.R., 1978.- Venoms and Venom Apparatuses of the Formicidae : Myrmeciinae, Ponerinae, Dorylinae, Pseudomyrmecinae, Myrmicinae and Formicinae. In : *Arthropod Venoms* (S. Bettini, Ed.), Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, p. 849 - 853.
- DOBZANSKI J., 1961.- Sur l' Ethologie Guerrière de *Formica sanguinea* Latr. (Hymenoptère, Formicidae). *Acta Biol. Exper.*, 21, 53-73.
- FRANCKE W., BORCHERT J., 1985.- Volatile Constituents of the Red Wood Ant *Formica rufa* L. (Hymenoptera: Formicidae). *Z. Naturforsch.*, 40c, 661-664.
- FRANCKE W., BÜHRING M., HORSTMANN K., 1980.- Untersuchungen über Pheromone bei *Formica polyctena* (Förster). *Z. Naturforsch.*, 35c, 829-831.
- MORGAN E.D., WADHAMS L.J., 1972.- Gas Chromatography of Volatile Compounds in Small Samples of Biological Materials, *J. Chromatogr. Sci.*, 10, 528-529.
- REGNIER F.E., WILSON E.O., 1971.- Chemical Communication and 'Propaganda' in Slave-Maker Ants. *Science*, 172, 267-269.
- WILSON E.O., 1971.- *The Insect Societies*. Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, pp 548.
- WILSON E.O., REGNIER F.E. 1971.- The Evolution of the Alarm-Defense System in the Formicine Ants., *Amer. Nat.*, 105, 279-289.