

Actes Coll. Insectes Sociaux, 5:45-53 (1989)

LE VOL NUPTIAL CHEZ *Formica lugubris* ZETT. (HYMENOPTERA, FORMICIDAE). 1. FACTEURS INFLUENCANT L'APPARITION ET L'ENVOI DES SEXUES

D. CHERIX<sup>1</sup> & D. CHAITEMS<sup>1</sup> & D.J.C. FLETCHER<sup>2</sup> & W. FORTELIUS<sup>3</sup> & G. GRIS<sup>1</sup> & L. KELLER<sup>1</sup> & L. PASSERA<sup>4</sup> & R. ROSENGREN<sup>3</sup> & E.L. VARGO<sup>4</sup>

- 1) Musée de Zoologie, Palais de Rumine, CP 448, 1000 Lausanne 17, Suisse
- 2) Program in Animal Behavior, Bucknell Univ., Lewisburg PA 17837, U.S.A.
- 3) Institute of Zoology, Univ. of Helsinki, P. Rautatiekatu 13, 00100 Helsinki 10, Finlande
- 4) Laboratoire d'Entomologie, UPS, 118 rte de Narbonne, 31062 Toulouse, France

### Résumé

Les auteurs ont étudié le vol nuptial chez *Formica lugubris* dans une super-colonie du Jura suisse. La saison de vol s'étend sur 2-3 semaines (juin). La durée des vols et le nombre de sexués quittant les fourmilières sont variables. Il n'y a pas de rythme circadien pour l'envol pas plus que de différences entre mâles et femelles sauf dans le cas des nids mixtes.

**Mots-clés:** *Formica lugubris*, vol nuptial, saison de vol, période de vol.

### Nuptial flight in *Formica lugubris* Zett. (Hymenoptera, Formicidae) 1. factors influencing presence at nest surface and take-off of sexuals

#### Summary

Nuptial flight in *Formica lugubris* was studied within a super-colony located in the Swiss Jura. Sexuals (imago) were present in the nests during one month (June). The flight season was ca. 2-3 weeks. The presence of sexuals at nest surface as well as take-off were temperature-dependant, occurring above 10°C and 18°C, respectively. Length of daily flights, number of sexuals leaving the nest as well as number of sexuals produced were estimated. There was no proof of any circadian rhythm and no marked differences between males and females except in mixed nests where females did not fly and copulated at nest surface.

**Key-words:** *Formica lugubris*, nuptial flight, flight season, flight period.

## Introduction

Chez les insectes sociaux, la production de sexués et le vol nuptial sont deux étapes fondamentales pour assurer la reproduction et la dispersion des sociétés.

Chez les fourmis du genre Formica, différentes études ont été consacrées à l'influence des facteurs environnementaux comme la température et l'intensité lumineuse (KANNOWSKI, 1963; SCHERBA, 1961). En ce qui concerne l'envol et le vol proprement dit, on observe très souvent des vols assez courts, très localisés dans le temps et se répétant sur plusieurs jours consécutifs (BREEN, 1976; CLARK et COMANOR, 1986; KANNOWSKI, 1963; KANNOWSKI et JOHNSON, 1969). Dans le cadre de ce travail nous nous sommes penchés sur les différents aspects du vol nuptial chez Formica lugubris et plus particulièrement les facteurs influençant l'apparition des sexués à la surface des fourmilières et leur envol. Parmi les questions posées nous avons tenté de savoir si le comportement des mâles et des femelles étaient semblables ou non, si ces individus suivaient des rythmes particuliers et si l'on assistait à une certaine synchronisation de l'envol.

Notre étude a été entreprise dans une super-colonie de F. lugubris (voir GRIS et CHERIX, 1977; CHERIX, 1980, 1981), nous permettant d'avoir à disposition un abondant matériel comparatif et d'aborder par la suite (CHERIX *et al.* en prép) différents aspects liés au sex-ratio, au renouvellement des reines dans les fourmilières et aux stratégies développées par les sexués.

D'un point de vue pratique, nous utiliserons les termes saison de vol et période de vol au sens de KANNOWSKI (1959) à savoir: la saison de vol désigne l'intervalle de temps durant lequel des vols d'une espèce sont observés dans une région donnée; la période de vol indique le moment de la journée auquel des vols peuvent avoir lieu.

## Matériel et méthodes

Toutes les observations ont été réalisées dans la super-colonie du Chalet à Roch dans le Jura vaudois (Suisse) dans une zone d'environ 1 hectare et désignée sous le nom de zone expérimentale (EXP) (voir figure 1). Cette zone comprend 25 fourmilières reliées plus ou moins directement entre elles (voir CHAUTEMS, 1988). Sept nids (D1, EX2, EX3, EX4, EX5, R8 et R17) produisant des sexués ont été suivis au cours des années 1987 et 1988. Les mesures et observations suivantes ont été effectuées:

- dates d'apparition et nombre de sexués à la surface des fourmilières
- températures à la surface des fourmilières (Téléthermomètre et sonde à thermocouple Yellow Spring Instruments ®)
- fréquence des envols
- comportement des sexués et des ouvrières.

De plus nous avons marqué respectivement 2075 et 710 sexués femelles dans les nids EX2 et EX4 avec une tache de peinture sur le thorax (Mark-Tek Corp.®).

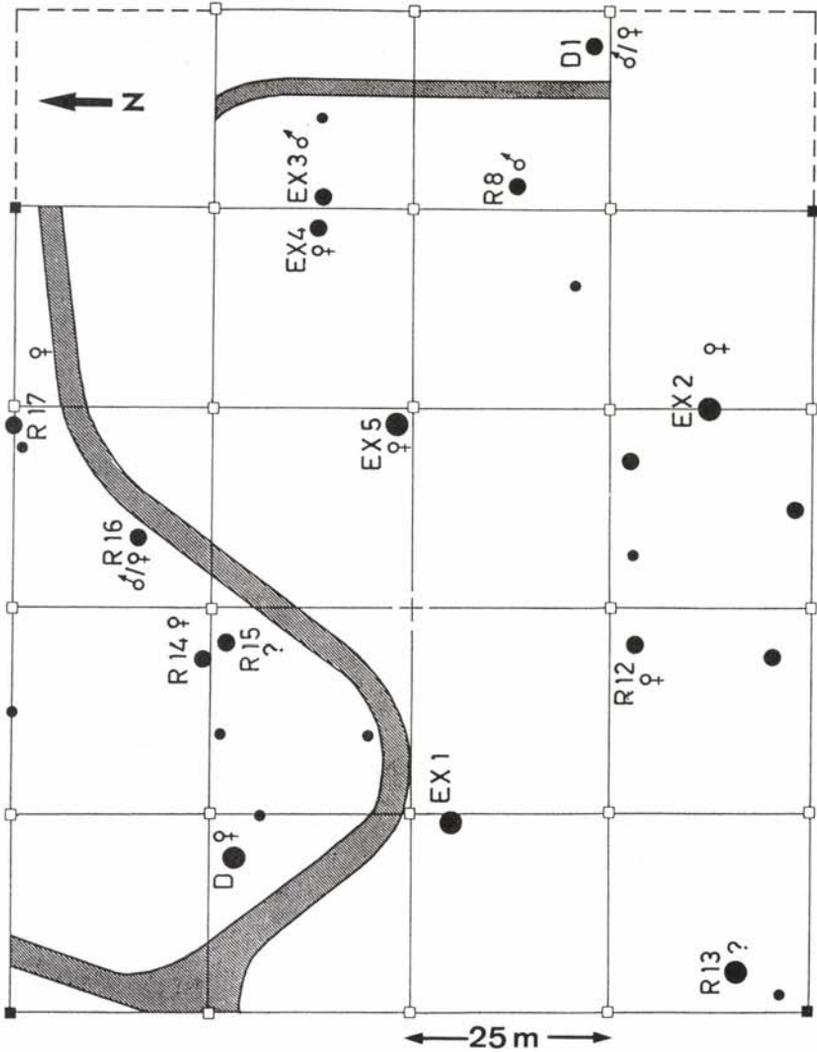


Figure 1. Zone expérimentale de la supercolonie avec l'emplacement des nids et les nids ayant produit des sexués avec indication du sexe. (Situation en 1987)

## Résultats

Sur les 7 nids observés, 4 n'ont produit que des femelles (EX2, EX4, EX5 et R17), 2 n'ont produit que des mâles (EX3 et R8), le dernier nid (D1) étant un nid mixte, produisant des mâles et des femelles en même temps.

La présence de sexués adultes dans les fourmilières s'étale du début juin (3 juin en 1987, 4 juin en 1988) au début juillet (2 juillet en 1987 et 4 juillet en 1988). L'apparition en masse des sexués à la surface des fourmilières ne se situe qu'une dizaine de jours plus tard aussi bien pour les nids produisant des mâles ou des femelles ou les deux sexes. La saison de vol ne dure que deux à trois semaines (12 juin au 29 juin 1987, 10 juin au 3 juillet 1988). Les mâles apparaissent un à deux jours plus tôt que les femelles pour les deux nids observés, mais en règle générale les saisons de vol ne diffèrent pas entre les deux sexes.

### *Présence des sexués à la surface de la fourmilière*

La température minimale permettant l'apparition de sexués à la surface des fourmilières est comprise entre 10 et 11°C et varie peu d'un nid à l'autre et d'un jour à l'autre (fig. 1). De plus nous n'avons pas constaté de différence entre les nids-mâles et les nids femelles. Entre 10 et 40°C on remarque une corrélation positive entre le nombre d'individus sexués présents à la surface de la fourmilière et la température (fig. 2 et 3). Au delà de 40°C les sexués tendent à retourner à l'intérieur de la fourmilière et à 55°C il n'y a plus aucune activité à la surface, au moins dans la zone ensoleillée. La présence des sexués, plus particulièrement des reines, à la surface du nid dépend également du comportement des ouvrières. En effet lorsque la température est soit trop élevée (> 40°C) ou trop basse (< 10°C) les ouvrières deviennent agressives et attaquent les reines qui s'aventurent en surface. En revanche ce comportement est beaucoup moins marqué vis-à-vis des mâles. A de nombreuses reprises nous avons pu observer des reines mutilées, voire exécutées par les ouvrières de la même fourmilière. Ce comportement agressif est encore plus marqué sur les pistes lorsque les sexués ailés (presque uniquement des femelles) quittent leur fourmilières par les pistes.

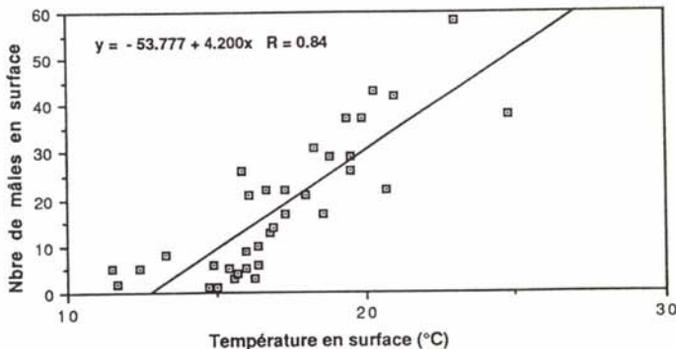


Figure 2. Relation entre le nombre de mâles à la surface du nid R8 en fonction de la température, le 23 juin 1987.

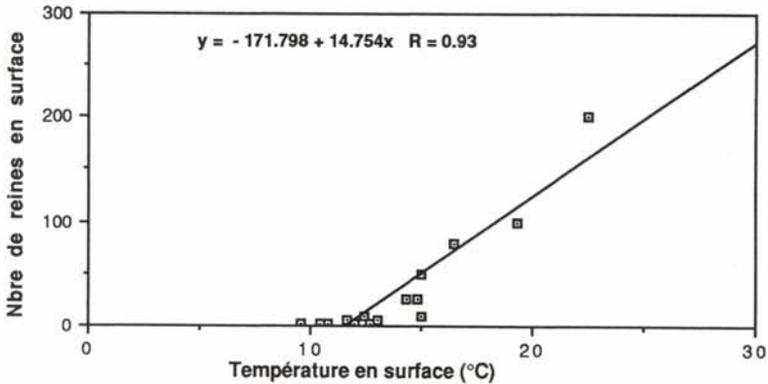


Figure 3. Relation entre le nombre de femelles à la surface du nid EX2 en fonction de la température

#### *Envol des sexués*

Comme nous l'avons vu précédemment, les envols commencent à mi-juin et se poursuivent jusqu'à la fin du mois. On remarque (fig. 4 et 5) à nouveau une forte dépendance entre l'envol des individus et la température à la surface des fourmilières. La température minimale permettant l'envol est comprise entre 18 et 25°C pour les nids femelles et environ 17°C pour les deux nids mâles. Il convient de remarquer que pour les nids peu ensoleillés une température de 18°C est suffisante, alors que l'envol ne débute sur les nids très ensoleillés que lorsque la température atteint 25°C. Le nombre restreint de données ne nous permet pas une analyse statistique.

L'envol peut se produire à n'importe quel moment de la journée et avoir une durée variable pour autant que les conditions de températures et par conséquent d'ensoleillement soient favorables. La durée de l'envol pour la fourmilière EX2 le 13 juin 1987 n'a duré que 2 heures (10h - 12 h) alors que le 25 juin à la même fourmilière l'envol s'est étalé de 12h à 18 h (heure locale). Il faut remarquer que le nombre d'individus quittant la fourmilière lors des envols est très variable (fig. 4 et 5), allant par exemple pour le nid EX4 le 25 juin 1987 de 1 individu à 106 individus par 5 minutes. Pour ce même nid 31 comptages répartis de 10h à 16h30 donnent un total de 633 individus pendant 155 minutes, ce qui permet d'estimer que 1600 sexués environ se sont envolés durant ce laps de temps (6h30).

Les mâles s'envolent principalement de la surface du dôme alors que les femelles ont tendance à grimper sur la végétation entourant le nid avant de s'envoler évitant ainsi le contact avec les ouvrières.

#### *Cas du nid mixte (nid D1)*

Nous avons pu remarquer dans ce nid mixte que si les mâles volent de manière comparable à ceux des nids ne produisant que des mâles, les femelles au contraire ne volent pas ou très peu.

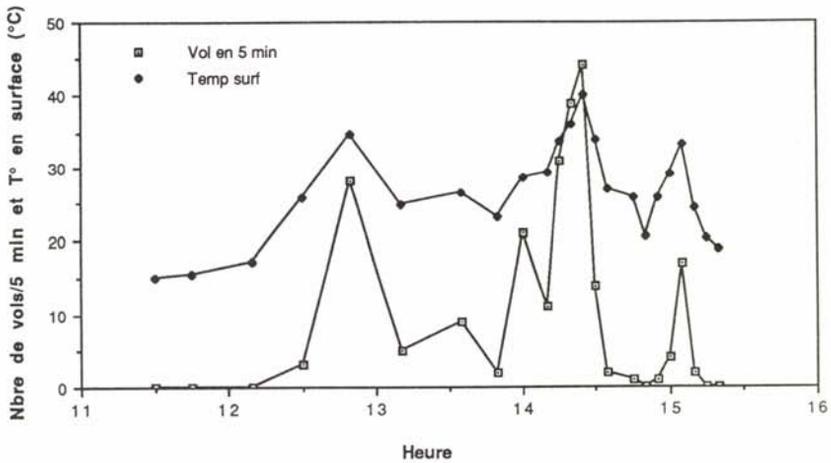


Figure 4. Variations du nombre d'envols de femelles par 5 minutes et de la température à la surface du nid EX5 en fonction de l'heure (heure locale) le 24 juin 1987.

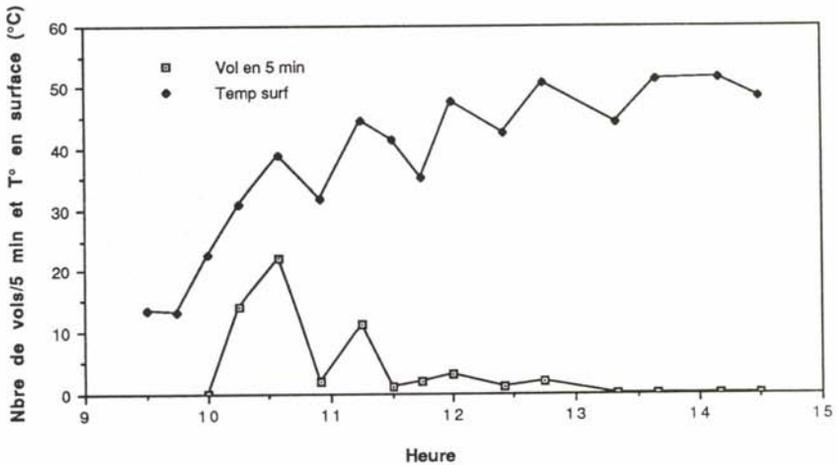


Figure 5. Variations du nombre d'envols de femelles par 5 minutes et de la température à la surface du nid R17 en fonction de l'heure (heure locale) le 25 juin 1987.

Par exemple le 23 juin 1987, lors de 6 comptages de 5 minutes (13h45 à 14h35) 9 mâles se sont envolés alors qu'aucune femelle n'a quitté la fourmilière. Nous avons pu constater de nombreux accouplements à la surface du nid, principalement entre mâles et femelles ailées, mais aussi avec quelques individus ne possédant plus qu'une aile ou même aucune. Sitôt l'accouplement réalisé, les femelles retournent à l'intérieur de la fourmilière.

#### *Reines marquées*

Le 12 juin 1987 nous avons marqué 2075 sexués femelles du nid EX2. Ces dernières ont été remises dans la fourmilière à 19h 30 juste avant une brève averse. Le lendemain de nombreux individus marqués ont été vus à la surface et se sont envolés (de 10h05 à 12h30, 342 femelles ont quitté la fourmilière), mais des individus marqués étaient toujours présents après cette période de vol. Dès le jour suivant nous n'avons plus jamais retrouvé d'individus marqués sur cette fourmilière. La situation est un peu différente pour la fourmilière EX4 où nous avons marqué 710 sexués femelles le 14 juin. Du 15 au 25 juin nous avons retrouvé des femelles marquées à la surface. La proportion la plus élevée découverte parmi les individus dénombrés à la surface était de 5 individus marqués pour 44 individus non-marqués, ce qui correspondrait (Lincoln index) à une population de 6250 sexués. Sur cette fourmilière, des sexués ont été observés jusqu'au 27 juin.

#### **Discussion**

La saison de vol chez *F. lugubris* s'étale sur plusieurs jours (14 à 21 jours) durant le mois de juin. Les périodes de vol sont dépendantes des conditions climatiques exprimées par les températures à la surface des fourmilières. Ces températures sont similaires pour les mâles et les femelles et comparables à celles indiquées par BREEN (1976) pour *F. lugubris* ou par TALBOT (1959), CLARK et COMANOR (1986) pour d'autres espèces du genre *Formica*. Il n'y a pas de différence significative entre sexués mâles et sexués femelles.

BREEN (1976), de même que MC CLUSKEY (1973) supposent l'existence d'un rythme circadien tant pour l'apparition des sexués en surface que pour l'envol. Il n'en est rien puisque nous avons pu mettre en évidence que les conditions de l'envol dépendent des conditions climatiques qui dans notre cas sont particulièrement instables et rudes. Il serait plus correcte de dire que chaque période favorable est utilisée par les sexués pour tenter de quitter la fourmilière.

Dans le cas du nid mixte étudié, il est intéressant de relever une nette différence de comportement entre mâles et femelles. Alors que les mâles s'envolent normalent, les femelles ne s'envolent pas et s'accouplent à la surface du dôme avant de regagner l'intérieur de la fourmilière. MARIKOVSKI (1961) admet qu'il n'y a pas d'accouplement entre sexués au sein d'un même nid chez *F. rufa* car les dates de maturité des deux sexes différent, ce qui n'est pas le cas chez *F. lugubris*.

Lors de certaines périodes de vol, nous avons montré que le nombre de sexués quittant la fourmilière pouvait être très élevé (342 femelles

en 2h30 au nid EX2; 1600 femelles en 6h30 au nid EX4). Ce dernier chiffre est d'autant plus intéressant que le marquage de sexués au nid EX4 nous a permis d'estimer la population de sexués présent à un moment donné de la saison de vol. Le chiffre obtenu de 6250 sexués femelles n'est qu'une approximation car certaines règles de base du Lincoln index (captures-recaptures) ne sont pas entièrement respectées. Néanmoins, il apparaît que le nombre de sexués produit par cette fourmilière secondaire (voir CHAUTEEMS, 1988) est élevé et nous pouvons penser que ce ne sont pas moins de 10'000 sexués qui pourraient être produits par cette fourmilière. Si l'on ramène cette estimation au nombre total d'individus d'une fourmilière secondaire (voir CHERIX, 1981) soit environ 160'000 on constate que l'investissement en sexués est très élevé. En effet une comparaison entre ouvrière et reine, du point de vue des poids uniquement, est de l'ordre de 1 à 10 (poids sec moyen d'une ouvrière: 1.6 mg / poids sec moyen d'un sexué femelle: 16.2 mg (CHERIX, non publié)). D'autre part un nombre élevé de nids de la super-colonie produit des sexués puisque sur un échantillonnage de 200 fourmilières plus de 50% produisent chaque année des sexués (ROSENGREN *et al.*, en prép.). Ces résultats sont surprenants puisqu'il est généralement admis, selon PAMILO et ROSENGREN (1983) et ITO et IMAMURA (1974), que la polygynie et la polydomie sont liées à une faible production de sexués.

### Remerciements

Ce travail n'aurait jamais pu être entrepris sans l'aide financière de la Société Académique Vaudoise, de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, de la Société Vaudoise d'Entomologie et de la Conservation de la faune du Canton de Vaud. Qu'elles trouvent dans ces lignes l'expression de notre sincère reconnaissance. Nos remerciements s'adressent aussi à la Commune du Chenit pour les facilités qu'elle nous accorde sur son territoire.

Ce travail s'inscrit dans le projet "*Biologie de la reproduction chez les fourmis du groupe Formica rufa*" (D. CHERIX - Lausanne et R. ROSENGREN - Helsinki, responsables du projet).

### Références

- BREEN, J. A. G. 1976. Studies on Formica lugubris Zett. in Ireland. Thèse (non publiée), Cork. 189 pp.
- CHAUTEEMS, D. 1988. Etude des relations dans une super-colonie de Formica lugubris Zett.. Aspects génétiques et comportementaux. Travail de diplôme (non publié), Université de Lausanne. 85 pp.
- CHERIX, D. 1980. Note préliminaire sur la structure, la phénologie et le régime alimentaire d'une super-colonie de Formica lugubris Zett.. *Insectes Soc.* 27 : 226-236.
- CHERIX, D. 1981. Contribution à la biologie et à l'écologie de Formica

- lugubris Zett. (Hymenoptera, Formicidae). Le problème des super-colonies. Thèse (non publiée), Université de Lausanne. 212 pp.
- CLARK, W. H. & COMANOR, P. L. 1986. Natural history and flight observations of the ant Formica haemorrhoidalis (Hymenoptera: Formicidae). *J. Kansas Entomol.* 59 : 181-183.
- GRIS, G. & CHERIX, D. 1977. Les grandes colonies de fourmis des bois du Jura (groupe Formica rufa). *Bull. Soc. Entomol. Suisse* 50 : 249-250.
- ITO, M. & IMAMURA, S. 1974. Observations on the nuptial flight and internal relationship in a polydomous ant: Formica (Formica) yessensis Forel. *Journal of the faculty of Science, Hokkaido University* 19 : 681-694.
- KANNOVSKI, P.B. 1959. The flight activities and colony behaviour of bog ants in southeastern Michigan. *Insectes Soc.* 6 : 115-162.
- KANNOVSKI, P. B. 1963. The flight activities of Formicine ants. *Symposia Genetica et Biologica Italia* 12 : 74-102.
- KANNOVSKI, P. B. & JOHNSON, R. L. 1969. Male patrolling behaviour and sex attraction in ants of the genus Formica. *Anim. Behav.* 17: 425-429.
- MAC CLUSKEY, E. S. 1973. Generic diversity in phase of rhythm in Formicine ants. *Psyche* 80 : 295-304.
- MARIKOVSKI, P.I. 1961. Material on sexual biology of the ant Formica rufa L.. *Insectes Soc.* 8 : 23-30.
- PAMILO, P. & ROSENGREN, R. 1983. Sex ratio strategies in Formica ants. *Oikos* 40 : 24-35.
- SCHERBA, G. 1961. Nest structure and reproduction in the mound-building ant Formica opaciventris Emery in Wyoming. *J. N. Y. Ent. Soc.* 69 : 71-87.
- TALBOT, M. 1959. Flight activities of two species of ants of the genus Formica. *Am. Middl. Nat.* 61 : 124-132.