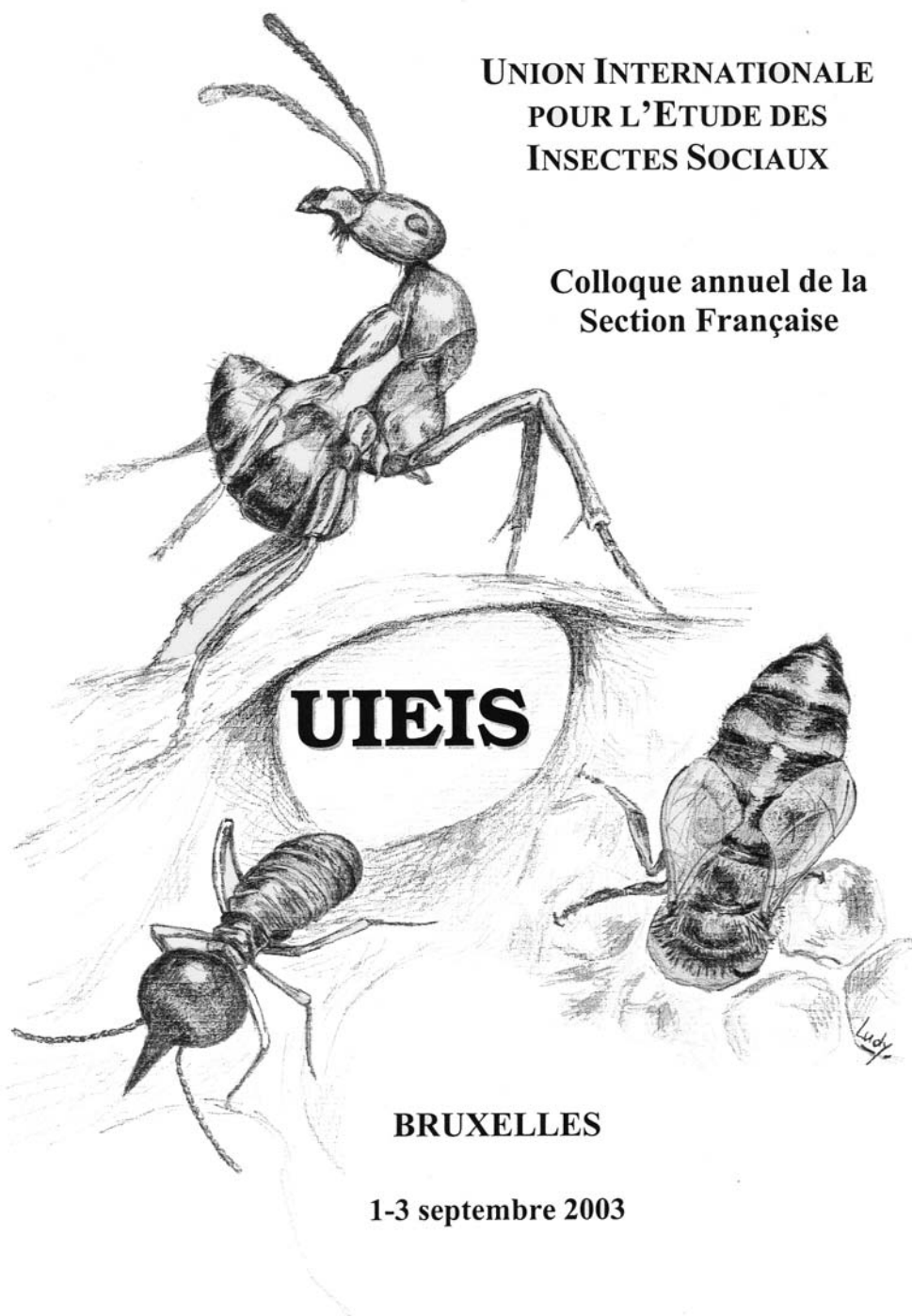


Actes des Colloques Insectes Sociaux

Volume 16 (2004)

UNION INTERNATIONALE
POUR L'ÉTUDE DES
INSECTES SOCIAUX

Colloque annuel de la
Section Française



BRUXELLES

1-3 septembre 2003

Dessin : Ludvine de Menten



CONFLIT REINE/OUVRIERE POUR LA PRODUCTION DE MALES CHEZ LE BOURDON *BOMBUS TERRESTRIS* (HYMENOPTERA: APIDAE): QUI PRODUIT LES MALES ?

C. Alaux¹, F. Savarit¹, P. Jaisson¹ et A. Hefetz²

¹ Laboratoire d'Éthologie Expérimentale et Comparée, CNRS FRE 2413, Université Paris 13, 93430 Villetaneuse, France, e-mail: Cedric.Alaux@leec.univ-paris13.fr

² Faculté des Sciences de la Vie G. S. Wise, Département de Zoologie, Université de Tel Aviv, 69978 Tel Aviv, Israël

INTRODUCTION

Les sociétés annuelles forment des colonies de petites tailles qui facilitent la reproduction des ouvrières, accentuant ainsi le conflit reine/ouvrière pour la production de mâles. Le bourdon *Bombus terrestris*, formant des colonies monogynes et monoandres, représente un bon modèle de ce type de système. Le conflit s'exprime à la fin du cycle colonial au cours de la phase de compétition durant laquelle la reine pond principalement des œufs haploïdes, les ouvrières essayant de les remplacer par leurs propres œufs. Malgré une oophagie mutuelle, une grande partie du couvain haploïde se développe jusqu'à l'émergence. Dans la population naturelle, deux types de colonies coexistent: les colonies protoandres (spécialisées dans la production de mâles) et protogynes (spécialisées dans la production de reines vierges; Beekman et van Stratum, 1998). Le comportement des ouvrières dépendrait du profil de la colonie: elles prendraient le contrôle de la production de mâles uniquement dans le premier type de colonies. Mais la proportion de mâles issus des ouvrières reste méconnue.

Le but de cette étude est donc de déterminer l'origine des mâles en tirant avantages de deux populations génétiquement disparates provenant de France (Fr) et de Grande Bretagne (GB). Afin de discriminer leur origine, nous avons manipulé les colonies afin d'obtenir des reines Fr adoptant des ouvrières GB et inversement. Nous avons ensuite analysé la parenté des mâles en utilisant des marqueurs microsatellites de l'ADN.

RESULTATS

Développement colonial

> Le début de la production de reines vierges et de la phase de compétition ne diffèrent pas significativement des colonies contrôles non manipulées (respectivement, test de Mann-Whitney, $U = 82$, $p = 0,701$ et $U = 48$, $p = 0,254$; Fig. 3).

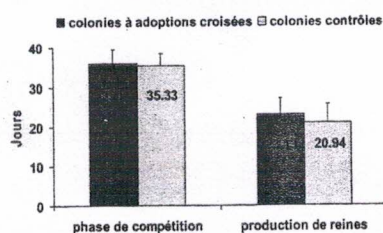


Fig. 3 : Début de la production de reines vierges et de la phase de compétition dans les colonies à adoptions croisées ($n = 10$) et dans les colonies contrôles ($n = 18$).

> Le pourcentage d'ouvrières pondueuses à la fin du cycle colonial est de $38,38 \pm 4,97\%$ ($n = 10$) et est similaire entre les colonies (test du χ^2 , $\chi^2 = 3,783$, $p = 0,925$).

> Quatre colonies sont protoandres: Fr3, Fr4, Fr5 et GB3 et six colonies sont protogynes: Fr1, Fr2, GB1, GB2, GB4 et GB5.

> La production cumulée de mâles suit une courbe exponentielle (Fig. 4). $4,84 \pm 8,54\%$ des mâles ont été pondus avant la phase de compétition ($n = 10$).

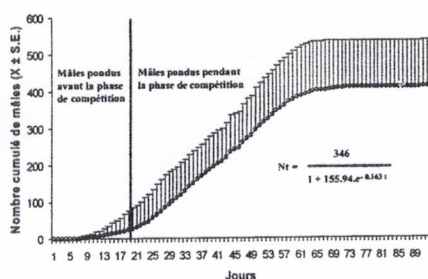


Fig. 4: Nombre cumulé de mâles produits par les 10 colonies au cours du cycle colonial. Le jour 1 correspond au premier jour de la phase de compétition. L'équation de la courbe exponentielle est présentée (Nt correspond au nombre de mâles présents au jour t du développement colonial).

MATERIEL ET METHODES

Développement colonial

Le développement colonial est suivi quotidiennement en notant la formation de nouvelles cellules de ponte, l'évolution du développement larvaire et l'émergence des nouvelles ouvrières. L'initiation de la production de mâles et des reines vierges est définie rétrospectivement à partir des suivis quotidiens.

Procédure expérimentale

5 colonies Fr et 5 colonies GB sont associées en 5 couples et utilisées pour les adoptions croisées d'ouvrières. Les ouvrières nouvellement écloses sont placées quotidiennement dans leur colonie respective d'adoption (Fig. 1). Ainsi chaque colonie est composée d'ouvrières non apparentées à la reine.

Procédure moléculaire

40 mâles (4 cohortes de 10 mâles) par colonies ont été analysés. La maternité a été établie en comparant la taille des allèles de la reine, des ouvrières et des mâles au locus B10 (Estoup et al., 1995) possédant 14 allèles. A ce locus, les ouvrières et la reine ne partagent aucun allèle au niveau de chaque couple de colonie Fr/GB (Fig. 2).

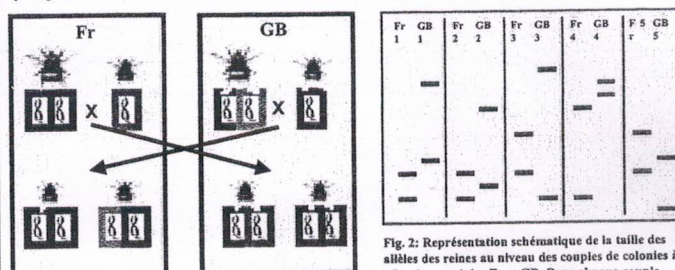


Fig. 1: Formation des couples de colonies Fr et GB par adoptions croisées d'ouvrières.

Fig. 2: Représentation schématique de la taille des allèles des reines au niveau des couples de colonies à adoptions croisées Fr et GB. Dans chaque couple, l'allèle mâle (non représenté) présent chez les ouvrières est différent des allèles de la reine adoptive.

Origine des mâles

> Les mâles produits avant la phase de compétition proviennent de la reine.

> $95 \pm 8,05\%$ des mâles produits durant la phase de compétition sont issus de la reine ($n = 10$; Fig. 5).

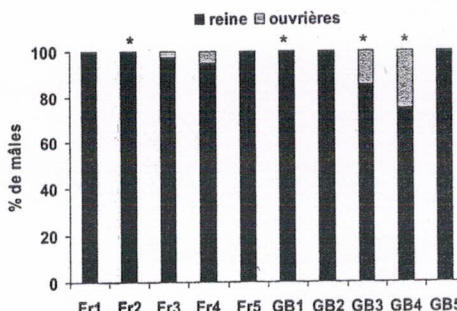


Fig. 5: Proportions de mâles issus de la reine et des ouvrières dans les 10 colonies. * matricide

> Leur origine est la même quelque soit le type de colonies, protoandre ou protogyn (test de Mann-Whitney, $U = 6,5$, $p = 0,238$).

> Le matricide a été observé dans 4 colonies: Fr2, GB1, GB3, GB4; les ouvrières ont produit respectivement 0, 146, 91 et 24 mâles après la mort de la reine.

CONCLUSIONS

> Les analyses moléculaires montrent clairement que la production de mâles chez *B. terrestris* est sous le contrôle royal (95 % des mâles sont issus de la reine) malgré le fort taux de ponte des ouvrières (environ 38 % des ouvrières ont pondus des œufs au cours de la phase de compétition).

> Théoriquement, il est prédit que les ouvrières vont exprimer leur intérêt en fonction du type colonial (Beekman & van Stratum 1998). Le fait que les mâles soient issus majoritairement de la reine dans toutes les colonies, y compris les colonies protoandres, permet de faire deux suggestions: soit les ouvrières sont incapables de détecter le type de la colonie dans laquelle elles vivent, soit la reine garde le contrôle de la production des mâles malgré les efforts des ouvrières.

> Le contrôle royal peut s'expliquer par une fertilité plus importante de la reine et par une oophagie mutuelle entre ouvrières. L'efficacité et les mécanismes proximaux de l'oophagie restent cependant mal connus. De plus, le taux d'ouvrières entrant dans le cercle de la compétition à un instant donné est encore inconnu mais il doit être inférieur à 38 % (pourcentage total d'ouvrières participant à la ponte des œufs au cours de la phase de compétition).

> Scénario probable de la course à l'armement qui se serait engagé entre ces deux castes, suite au contrôle royal:

- pour les ouvrières, une des solutions pour se soustraire au contrôle royal serait le matricide.
- en contrepartie, la reine serait sélectionnée pour produire des mâles avant de futures reines (colonies protoandres) et la phase de compétition. Les ouvrières ne semblant pas reconnaître le sexe du couvain, la reine les forcerait à élever ses fils durant la phase de développement. Le matricide au niveau des stades précoces de développement colonial infligerait un coût trop important à la colonie (pas de production de sexués femelles).

REFERENCES

- Beekman M, van Stratum P (1998) Bumblebee sex ratios: why do bumblebees produce so many males? *Proceedings of the Royal Society of London B*, 265, 1535-1543.
Estoup A, Schell A, Pouvreau A, Solignac M (1995) Monoandry and polyandry in bumble bees (Hymenoptera: Bombinae) as evidenced by highly variable microsatellites. *Molecular Ecology*, 4, 89-93.

