

## RESUME

La stratégie de reproduction est l'un des principaux facteurs responsables du maintien de l'eusocialité et du succès écologique des fourmis. Chez les fourmis monogynes, la fondation solitaire induit de forts degrés d'apparentement entre les membres de la colonie, ce qui garantit la *fitness* indirecte des ouvrières. Par ailleurs, la territorialité assure le maintien de l'intégrité de la colonie. Par contre, chez les fourmis polygynes, l'ouverture sociale est plus importante, les reines ont perdu la capacité à fonder de manière indépendante et la présence de plusieurs lignées maternelle peut faire chuter les degrés d'apparentement, ce qui à terme, pourrait pousser les membres de la colonie au népotisme. *Crematogaster pygmaea* est une fourmi hautement polygyne dont la biologie la rapproche paradoxalement des fourmis monogynes. Dès lors, elle représente un modèle intéressant pour tester ces différentes prédictions, qui dans un cadre plus large, contribuent à une meilleure compréhension de l'évolution et de la maintenance de la coopération des reines chez les fourmis.

A l'aide de confrontations en milieu naturel, nous avons montré que *C. pygmaea* est clairement une espèce multicoloniale. Les confrontations traditionnelles en boîte de Pétri se sont avérées insuffisantes pour déterminer le degré d'ouverture des colonies de *C. pygmaea*. Le profil d'hydrocarbures cuticulaires des ouvrières est simple mais présente quelques alcanes branchés et quelques alcènes qui pourraient suffire au codage de l'odeur coloniale. Les colonies de *C. pygmaea* sont formées de plusieurs calies qui s'échangent des ouvrières. Ces échanges contribueraient à l'homogénéité et à l'intégrité génétique et chimique des colonies au sein des populations.

Contrairement à ce qui est observé chez d'autres fourmis, la forte polygynie de *C. pygmaea* n'est pas associée à l'incapacité d'une fondation solitaire. En effet, le dimorphisme reines-ouvrières est très marqué, l'haplométrie et la pléométrie sont possibles en laboratoire et des essaimages et tentatives de fondations solitaires ont été observés dans la nature. La dissémination des colonies par essaimage pourrait avoir lieu sur de courtes distances, comme le suggère la corrélation positive entre les distances génétique et géographique qui séparent les colonies.

Les reines sont capables de suivre des pistes, ce qui pourrait favoriser leur pénétration dans une colonie existante. Néanmoins, les ouvrières sont capables de reconnaître une reine étrangère et les degrés d'apparentements au sein des colonies sont élevés. Les analyses

génétiques ont montré que les colonies forment des unités familiales dont les reines sont recrutées au sein d'une même génération. Ces reines sont à l'origine des ouvrières présentes dans la colonie. Chez les colonies pérennes, la présence d'un *bottleneck royal* pendant la saison sèche, associée à des accouplements intranidiaux, devraient atténuer l'érosion des degrés d'apparentement liée au chevauchement entre les générations. Par ailleurs, nos résultats montrent aussi que les ouvrières peuvent produire des mâles fertiles. Le maintien de forts degrés d'apparentement et la présence de *worker policing* devraient garantir la *fitness* indirecte des ouvrières.

Enfin, nous montrons dans cette étude que les profils cuticulaires des individus pondueurs et non pondueurs diffèrent par la présence de quatre alcènes. L'accouplement ne modifie pas le profil cuticulaire. Le profil des reines matures, très attractives vis-à-vis des ouvrières, est paradoxalement plus proche des individus non pondueurs. Néanmoins, le pentacosène présent uniquement chez les individus fertiles, pourrait être interprété comme un signal de fertilité par les ouvrières.

Dans cette étude, nous montrons que *C. pygmaea* bien que hautement polygyne possède plusieurs caractéristiques typiques des espèces monogynes. Sa stratégie de reproduction différenciée (la philopatrie des sexués et les essaimages) permet vraisemblablement à la fois la production massive d'ouvrières lors de la dilatation des colonies à la saison des pluies et la colonisation de territoires plus éloignés. La flexibilité de la gynie et de la polydomie de *C. pygmaea* contribueraient à une meilleure adaptation des colonies face aux saisons marquées du Nordeste brésilien.

## ABSTRACT

Reproductive strategy is one of the main factors explaining eusociality and the ecological success of ants. In monogynous ants, independent foundation lead to high levels of relatedness between workers, ensuring their indirect fitness. Territoriality helps to maintain the social cohesion of the colony. In polygynous ants, nestmate recognition is generally less efficient, queens have lost the capability of solitary foundation and several maternal lineages lead to lower degrees of relatedness. Although highly polygynous, *Crematogaster Pygmaea* seems to share several biological traits with monogynous ants. These characteristics make this species a particularly interesting model to test several of the assumptions proposed to explain the origin and maintenance of polygyny in ants.

In the field, our results reveal that workers of this species are clearly aggressive towards non-nestmates. Populations of *C. pygmaea* are therefore multicolonial. Traditional Petri dish confrontations were insufficient to determine colonies' degree of openness. Despite a simple cuticular hydrocarbon profile, alkenes and branched alkanes could be sufficient to support the colonial odor. Colonies of *C. pygmaea* consist of thousands of workers exchanged between different calies. Genetic and chemical data show that these exchanges contribute to the homogeneity and integrity of the colonies within populations.

Queen-worker dimorphism is pronounced in *C. pygmaea* and, in the laboratory, young mated queens are able to initiate a new colony by claustral foundation (in haplometrosis and pleometrosis). In the field, nuptial flights were noted at the beginning of the rain season and several young mated queens were observed digging the wet soil actively, confirming that solitary foundation is likely in this species. Swarming may occur over short distances, as suggested by the positive correlation between genetic and geographic distances among colonies.

Queens are able to follow chemical trails. Therefore, they could enter in established colonies. Nevertheless, since (i) workers are able to discriminate and kill foreign queens and (ii) relatedness is strong within colonies, adoption of foreign queens is probably rare. Genetic analysis rather suggest that colonies form family units in which the queens are recruited within a single generation and produce the workers of this generation.

Our results also show that workers are able to produce fertile males in the absence of queens.

Despite this ability to reproduce, reproductive altruism in workers is probably maintained by a high degree of relatedness between colony members and worker policing behaviours.

Our data show that cuticular lipid of non-fertile individuals (workers and winged virgin queens) differ from those of fertile ones by the presence of four alkenes. Mating does not alter the cuticular profile. Surprisingly, the cuticular lipid profile of mature queens is more similar to those of infertile individuals than to those of young egg-laying queens, although mature laying queens are twice as attractive as young laying queens. However, the relative proportion of one alkene (pentacosene) is clearly higher in mature queens than in their non-laying nestmates. It is therefore suggested that alkenes, and more particularly pentacosene, could be involved in fertility signalling but that queen attractiveness to workers could be released by other, non-cuticular compounds.

The biological traits of *C. pygmaea* have been interpreted in terms of adaptation to its environment characterized by sharply contrasting seasons. It is suggested that high number of related queens and polydomy ensure a rapid expansion of the colonies during the rainy season, allowing this species to exploit available resources with efficiency.