

**MATURATION SEXUELLE CHEZ LA FOURMI
IRIDOMYRMEX HUMILIS, UNE ESPECE A
ACCOUPEMENT INTRANIDAL**

PASSERA L.(1), KELLER L.(2), CARIOU A.(1), CANTONI D.(2)

(1) *Laboratoire d'Entomologie (LA n°664), Université Paul-Sabatier,
118 rte de Narbonne, Toulouse, France*

(2) *Musée Zoologique, Palais de Rumine, CP 448, Lausanne 17, Suisse*

Résumé: La fourmi d'Argentine *Iridomyrmex humilis* présente un accouplement intranidal suivi d'une fondation de type dépendant. Le but de ce travail est de trouver une explication à la faible accumulation des substances énergétiques (lipides et carbohydrates) qui caractérisent cette stratégie reproductrice. Nous montrons que la période de maturation des sexués qui s'écoule entre l'émergence et l'accouplement est très courte chez cette espèce. Cela est dû à plusieurs phénomènes :

-) Une étude des vésicules séminales et des testicules des mâles montre que les spermatozoïdes sont présents dès le premier jour de la vie imaginale et que les vésicules séminales sont pleines 4 à 5 jours après l'émergence.

-) Les mâles sont capables de s'accoupler très tôt : la moitié des mâles âgés de 2 à 3 jours sont féconds.

-) Les sexués femelles sont aussi sexuellement actifs très rapidement : 1 jour après la mue imaginale 17 % d'entre eux sont capables de s'accoupler. Au total les femelles vierges ont une période de maturation très courte, de l'ordre de quelques jours; ceci peut expliquer le stockage limité des substances énergétiques chez cette fourmi.

Mots clés: *fourmi d'Argentine, testicules, vésicules séminales, période de maturation, accouplement*

Summary: Sexual maturation in the ant *Iridomyrmex humilis*, a species which exhibits intranidal mating

The Argentine ant, *Iridomyrmex humilis* mates intranidally, prior to dependent colony foundation. This work was aimed at finding an explication for the fact that this reproductive strategy is linked with a relatively low amount of stored energetic substrates, ie. fat body and carbohydrate. It was found that the maturation time, being the period from emergence to mating was very short for sexuals of *I. humilis*. There were several reasons for this:

-) Examination of the seminal vesicles and testes showed that sperm was present as early as the first day of the male's imago-life, and that the seminal vesicles were full 4 - 5 days after emergence.

-) Males could mate very early : 50 % of the 2 - 3 day old males were successfully mating.

-) Gynes were also sexually active soon after emergence: 17 % of the gynes mated on the first day .

The very brief maturation of virgin queens, which generally does not exceed a few days, may explain their relatively low storage of energetic substrates.

Key words: *Argentine ant, testes, seminal vesicle, maturation period, mating.*

INTRODUCTION

Chez plusieurs espèces de Fourmis, l'accouplement a lieu à l'intérieur ou à l'entrée du nid et non dans les airs au cours du traditionnel vol nuptial. Cette stratégie concerne en particulier un certain nombre de fourmis polygynes dites unicoloniales dont les frontières des sociétés sont mal définies comme *Monomorium pharaonis* (Peacock et al., 1950, Bolton, 1986), *Lasius sakagamii* (Yamauchi et al., 1981), *Paratrechina longicornis* (Trager, 1984), *Wasmannia auropunctata* (Ulloa-Chacon et Cherix, 1989) ou encore *Iridomyrmex humilis* (Newell & Barber, 1913, Passera et al., 1988).

Chez cette dernière espèce, seuls les mâles s'envolent et pénètrent dans un nid voisin où ils fécondent les reines qui restent sur place assurant ainsi une fondation de type dépendant. Nous avons montré par ailleurs que les fondations de ce type sont associées à une mise en réserve modérée tant des lipides (Keller et Passera, 1989) que des carbohydrates (Passera et Keller, 1990). Cette mise en réserve modérée peut résulter d'un processus physiologique particulier ou d'une maturation sexuelle très courte. L'objet de ce travail est donc d'estimer la durée de la période de maturation qui s'écoule entre la mue imaginale des sexués et l'accouplement. Ceci nous a amené dans un premier temps à étudier le processus de maturation des gonades chez le mâle de la fourmi d'Argentine.

RESULTATS

1°) Maturation des testicules

L'appareil reproducteur est très simple. A l'émergence les testicules forment une masse unique ovoïde blanche. Le canal déférent qui draine les spermatozoïdes s'élargit en une vésicule séminale elle-même suivie d'une glande accessoire. Le tout aboutit au canal éjaculateur impair.

L'évolution des testicules et des vésicules séminales a été suivie depuis la mue nymphale jusqu'à l'adulte âgée de 9-10 jours. Nous avons divisé arbitrairement le stade nymphal en 3 stades : nymphe blanche à oeil blanc, nymphe blanche à oeil noir, nymphe noire proche de l'émergence. Quant aux adultes ils ont été récoltés à l'émergence et suivis individuellement pour avoir des lots âgés de 0-1 jour, 2-3 jours, 4-5 jours, 6-7 jours et 9-10 jours. Les individus sont disséqués dans du sérum physiologique, les testicules et les vésicules séminales sont mesurés à la loupe binoculaire. Les volumes sont calculés en assimilant les testicules à un cylindre et les vésicules séminales à une sphère.

Les testicules (Fig1). Leur volume est maximum au tout début de la vie nymphale. Leur forme est alors légèrement pyriforme et ils ont l'aspect d'une masse transparente vide. L'examen au microscope montre que la

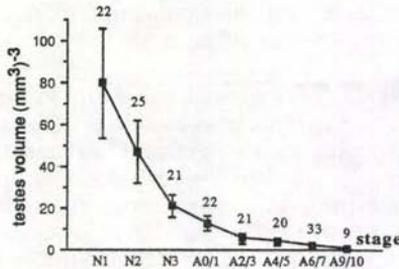


Fig. 1. - Volume moyen des testicules en fonction de l'âge des mâles. Les barres verticales indiquent l'écart type. Le nombre d'échantillons est indiqué au-dessus de chaque barre.

N1 : nymphe blanche; N2 : nymphe blanche à oeil noir; N3 : nymphe noire à oeil noir; A 0/1 à A 9/10 : mâles adultes âgés de 0 à 10 jours.

Relationship between age of the males and mean testes volume. Vertical bars indicate SD. Number of samples is given above each bar.

N1 : white pupae; N2 : white pupae with dark eyes; N3 : black pupae with black eyes; A 0/1 to A 9/10 : age of adults given in days.

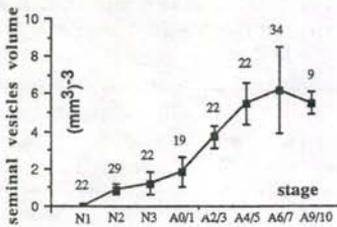


Fig. 2. - Volume moyen des vésicules séminales en fonction de l'âge des mâles. Pour les symboles voir la fig. 1.

Relationship between age of the males and mean seminal vesicles volume. For symbols see fig. 1.

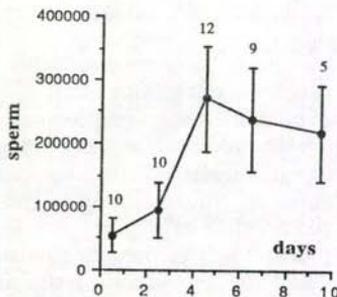


Fig. 3. - Nombre de spermatozoïdes contenus dans les vésicules séminales en fonction de l'âge des mâles (moyenne \pm écart-type).

Relationship between mean number of the sperm stored in seminal vesicles and age of the males (mean \pm SD).

spermatogenèse n'a pas commencé car il n'y a aucun spermatozoïde visible. La taille des testicules commence à régresser dès le stade "nymphe blanche à oeil blanc" mais en même temps ils s'ovalisent, deviennent blancs et contiennent les premiers spermatozoïdes. La spermatogenèse commence donc au milieu du stade nymphal. A l'émergence le volume des testicules a

fortement diminué mais ils sont parfaitement identifiables et sont toujours le siège d'une intense spermatogenèse. Cette dernière s'arrête vers le quatrième jour qui suit l'émergence, les testicules prenant alors une allure filiforme; ils disparaissent quasiment les jours suivants.

Les vésicules séminales (Fig 2). Elles suivent une évolution inverse de celle des testicules. Lors de la mue nymphale, elles sont invisibles. Elles apparaissent au milieu du stade nymphal mais sont encore totalement vides. Les premiers spermatozoïdes sont stockés dans les vésicules à la fin de la vie nymphale mais leur nombre est trop minime pour que l'on puisse les compter. Les vésicules séminales augmentent encore de volume après l'émergence de l'adulte et elles prennent vers le 2ème-3ème jour une couleur bleutée qui va en se renforçant les jours suivants. La taille maximale est atteinte vers le 6ème jour qui suit l'émergence.

Les spermatozoïdes (Fig 3). La vésicule séminale commence à se remplir comme nous l'avons dit juste avant la mue imaginaire mais les spermatozoïdes n'y sont stockés en nombre appréciable (environ 55.000) qu'après l'émergence. Ces spermatozoïdes sont sans doute déjà fonctionnels puisqu'ils ont acquis la motilité. Leur nombre va augmenter régulièrement et la vésicule séminale est pleine entre le 4ème et le 5ème jour. On compte alors une moyenne de 270.500 gamètes par mâle. L'ensemble de ces observations laisse prévoir que physiologiquement les mâles sont prêts à l'accouplement dans les jours qui suivent l'émergence. La dégénérescence des testicules implique également que si le mâle vide ses vésicules séminales lors de l'accouplement il ne pourra bien sûr effectuer une deuxième copulation.

2°) Acquisition de la maturité sexuelle des mâles

Des lots de 5 mâles âgés de 0 à 10 jours éclos et maintenus dans des élevages soigneusement privés de reines, ce qui garantit leur virginité ont été mis en place dans des chambres d'accouplement occupées par une reine vierge âgée de 4-5 jours. Une vingtaine d'ouvrières accompagnent les sexués. La chambre d'accouplement est laissée à l'obscurité pendant 24 heures puis la femelle est disséquée en vue d'examiner l'état de la spermathèque. On observera dans ces conditions (fig. 4) que la maturité sexuelle est acquise dès le premier jour qui suit l'émergence puisque 10 % d'entre eux peuvent s'accoupler; le deuxième jour la moitié des mâles sont capables de féconder une reine, le pourcentage de mâles actifs plafonnant aux environs de 80 % le 9ème jour.

3°) Acquisition de la maturité sexuelle des femelles.

Cette fois la chambre d'accouplement contient 5 mâles âgés de plus de 8

jours donc sexuellement actifs et accompagnés de 20 ouvrières. La reine vierge introduite est âgée de 0 à 5 jours. Les résultats (fig. 5) montrent que la réceptivité sexuelle existe dès le premier jour puisque 18 % des femelles âgées de 0 à 1 jour sont fécondées. Le taux de fécondation augmente ensuite régulièrement et, par exemple, 83 % des femelles âgées de 3-4 jours ont une spermathèque pleine. D'autres essais ont été réalisés avec 20 reines très jeunes, autorisées à faire leur mue imaginale en présence de mâles actifs et à rester environ 6 heures en leur compagnie. Ces reines sont très lentes, leurs ailes sont molles et elles ont une couleur jaunâtre. Aucune n'a été fécondée. Les reines acquièrent donc progressivement mais rapidement la compétence à l'accouplement, la période de maturation ne dépassant pas quelques jours.

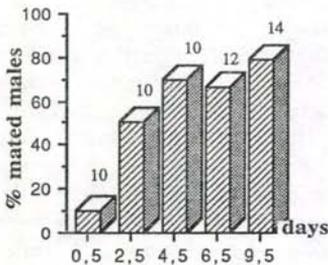


Fig. 4. - Pourcentage de mâles ayant copulé en fonction de leur âge. Le nombre de cas étudiés est indiqué au-dessus de chaque barre.

Relationship between percentage of mated males and age of the males. Number of cases is given above each bar.

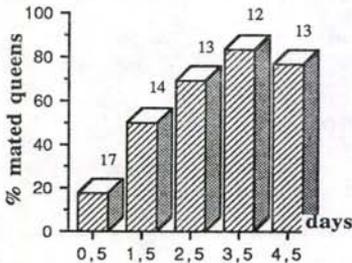


Fig. 5. Pourcentage de femelles vierges accouplées en fonction de leur âge. Le nombre de cas étudiés est indiqué au-dessus de chaque barre.

Relationship between percentage of mated queens and age of the virgin queens. Number of cases is given above each bar.

DISCUSSION

Tant l'étude du processus de maturation physiologique des testicules que celle de l'acquisition de la maturité sexuelle des deux sexes démontrent que l'accouplement intranidal chez cette fourmi est réalisé au plus tard dans les 3 ou 4 jours qui suivent l'émergence des reines. Cette brièveté de la période de maturation se retrouve chez une autre espèce s'accouplant dans le nid, *Monomorium pharaonis*, chez laquelle Petersen et Buschinger (1971) ont

signalé que les femelles sont sexuellement réceptives dès l'âge de 2 jours. A l'inverse chez les espèces pratiquant le vol nuptial le temps de maturation semble beaucoup plus long; chez deux espèces particulièrement rapides comme *Lasius flavus* et *Solenopsis invicta* les sexués restent respectivement au moins 7 jours et 7-10 jours dans le nid ce qui représente un temps de maturation trois à quatre fois plus long que pour *I. humilis* ou *M. pharaonis* (Nielsen *et al.*, 1985; Lofgren *et al.*, 1975). Des durées de maturation de l'ordre de 2 à 3 semaines semblent être la norme chez ces fourmis comme c'est le cas chez *Temnothorax recedens* (Dejean, 1974), *Pogonomyrmex subnoidus* (Mackay, 1981), *Lasius niger* (Boomsma et Isaaks, 1985) ou encore *Messor sanctus* et *M. barbarus* (Cerdan, 1989). Le temps de maturation peut être encore plus long puisqu'il atteint 2 mois chez *Messor capitatus* (Delage, 1968) ou *Pogonomyrmex rugosus* (Mackay, 1981) voire 11 mois chez *Camponotus vagus* (Benois, 1969).

Il est évidemment tentant d'associer la durée de la période de maturation à l'importance des réserves accumulées par les sexués ailés et, en particulier, par les femelles. Nous avons montré ailleurs que les espèces à fondation dépendante comme la fourmi d'Argentine ne stockent que fort peu de corps gras et encore moins de carbohydrates, ce qui peut expliquer au moins en partie l'absence de vol des reines (Keller et Passera, 1989; Passera et Keller, 1990). Dès lors il se pourrait que l'extrême précocité de l'acquisition du comportement sexuel chez cette espèce la prive d'une période de maturation assez longue pour permettre une accumulation des substances énergétiques nécessaires à un vol nuptial. Il serait souhaitable de pouvoir effectuer de telles études chez d'autres espèces à accouplement intranidal.

Références

- Benois A., 1969. Etude morphologique, biologique et éthologique de *Camponotus vagus* Scop. (*pubescens* Fab.) (Hyménoptères, Formicoïdea, Formicidae). *Thèse 3ème Cycle*, Toulouse, 280 pp.
- Bolton B., 1986. Apterous females and shift of dispersal strategy in the *Monomorium salomonis*-group (Hymenoptera: Formicidae). *J.Nat.Hist.*, **20**, 267-277.
- Boomsma J.J. & Isaaks J.A., 1985. Energy investment and respiration in queens and males of *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **18**, 19-27.
- Cerdan P., 1989. Etude de la biologie, de l'écologie et du comportement des fourmis moissonneuses du genre *Messor* (Hymenoptera, Formicidae) en Crau. *Thèse de l'Université de Provence*, Marseille, 257 pp.
- Dejean A., 1974. Etude du cycle biologique et de la reproduction de *Temnothorax recedens* (Nyl.) (Insecta, Formicidae). *Thèse 3ème Cycle*, Toulouse, 155 pp.
- Delage B., 1968. Recherches sur les fourmis moissonneuses du bassin aquitain: écologie et biologie. *Bull. biol. Fr. Belg.*, **102**, 315-367.
- Keller L. & Passera L., 1989. Size and fat content of gynes in relation to the mode of colony founding in ants (Hymenoptera; Formicidae). *Oecologia*, **80**, 236-240.
- Lofgren C.S., Banks W.A. & Glancey B.M., 1975. Biology and control of imported fire ants. *Ann. Rev. Entomol.*, **20**, 1-30.

- MacKay W.P.**, 1981. A comparison of the nest phenologies of three species of *Pogonomyrmex* harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche*, **88**, 25-74.
- Nielsen M.G., Skyberg N. & Peakin G.**, 1985. Respiration in the sexuals of the ant *Lasius flavus*. *Physiol. Entomol.*, **10**, 199-204.
- Newell W. & Barber T.C.**, 1913. The Argentine ant. *USDA Bureau of Entomol. Bull.*, **122**, 98 pp.
- Passera L. & Keller L.**, 1990. Loss of mating flight and shift in the pattern of carbohydrate storage in sexuals of ants (Hymenoptera; Formicidae). *J. Comp. Physiol., B*, **160**, 207-211.
- Passera L., Keller L. & Suzzoni J.P.**, 1988. Queen replacement in dequeened colonies of the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Psyche*, **95**, 59-65.
- Peacock A.D., Hall D.W., Smith I.C. & Goodfellow A.**, 1950. The biology and control of the ant *Monomorium pharaonis* (L.). *Misc. Publ. Depart. Agri., Scotland*, **17**, 51pp.
- Petersen M. & Buschinger A.**, 1971. Das Begattungsverhalten der Pharaoameise, *Monomorium pharaonis* (L.). *Z. f. Angew. Entomol.*, **68**, 168-175.
- Trager J.C.**, 1984. A revision of the genus *Paratrechina* (Hymenoptera: Formicidae) of the continental United States. *Sociobiology*, **9**, 49-162.
- Ulloa-Chacon P. & Cherix D.**, 1989. Etude de quelques facteurs influençant la fécondité des reines de *Wasmannia auropunctata* R. (Hymenoptera, Formicidae). *Actes coll. Insectes Sociaux*, **5**, 121-129.
- Yamauchi K., Kinomura K. & Miyake S.**, 1981. Sociobiological studies of the polygynic ant *Lasius sakagamii*. I. General features of its polydomous system. *Insectes soc.*, **28**, 279-296.