

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

Édités par l'Union Internationale pour l'Étude des Insectes Sociaux
Section française

VOL. 4 – COMPTE RENDU COLLOQUE ANNUEL,

PAIMPONT 17-19 Sept. 1987



Charles Fernal
1899

LE RECRUTEMENT DE MASSE : UN EXEMPLE DE COMMUNICATION TROP EFFICACE?

par

R. BECKERS, J. L. DENEUBOURG & J. M. PAS THEELS⁽¹⁾

Service de Chimie Physique II et ⁽¹⁾Laboratoire de Biologie Animale
U.L.B., Faculté des Sciences, B - 1050 Bruxelles

RESUME

La flexibilité de différentes stratégies de recrutement est étudiée à l'exemple de 5 espèces de fourmis: *Lasius niger*, *Iridomyrmex humilis* qui pratiquent le recrutement de masse; *Tetramorium caespitum*, *Myrmica sabuletti* qui pratiquent le recrutement de groupe et de masse; *Leptothorax unifasciatus*, qui recrute par tandem. Lorsqu'un recrutement vers une solution de saccharose 0,1M est en cours, une solution de 1M est offerte. Tandis que *T. caespitum* et *M. sabuletti* réorientent rapidement leur recrutement vers la source riche grâce à la mémoire de leader, *L. niger* et *I. humilis* n'effectuent pas ce shift dû à l'inertie de leur piste.

Mots-clés: *Lasius*, *Tetramorium*, *Myrmica*, *Iridomyrmex*, *Leptothorax*, Recrutement, Masse, groupe, Tandem, Fourrageage.

SUMMARY

MASS RECRUITMENT:

AN EXAMPLE OF TOO EFFICIENT COMMUNICATION SYSTEM?

The flexibility of different recruitment strategies is tested on 5 ant species: *Lasius niger*, *Iridomyrmex humilis*: mass recruitment; *Tetramorium caespitum*, *Myrmica sabuletti*: group and mass recruitment; *Leptothorax unifasciatus*: tandem-running. During a recruitment towards a sugar solution 0,1M, a 1M source is introduced. *T. caespitum* and *M. sabuletti* readjust rapidly their recruitment to the richer food-source. *L. niger* and *I. humilis* cannot induce a shift of their foraging activity. The shift of the first results from group recruitment. The non-shift of the second is due to the inertia of the trail

Keywords: *Lasius*, *Tetramorium*, *Myrmica*, *Iridomyrmex*, *Leptothorax*, Recruitment, Mass, group, Tandem - running, Foraging.

INTRODUCTION

Face aux contraintes extérieures, comme la disponibilité de la nourriture, les sociétés d'insectes ont du choisir des stratégies de communication pour optimiser leur comportement. Au niveau des espèces qui pratiquent le recrutement alimentaire nous distinguons trois modes:

1- Le Tandem, où la précision de la transmission de l'information est favorisée par la présence d'un leader et le contact physique avec la recrutée.

2- Le recrutement de Groupe, où la recruteuse invite par un signal chimique quelques individus à la suivre. (Maschwitz, 1983; Verhaeghe, 1978)

3- Finalement, dans le recrutement de Masse la recruteuse trace une piste chimique entre la source et le nid - piste que les fourrageuses suivent indépendamment. Dans ces deux premiers modes la, "mémoire" du leader joue un rôle essentiel pour guider ses congénères vers une source de nourriture. Dans le recrutement de masse il n'y a pas de leader.

Nous présentons ici une étude comparative qui va mettre en évidence comment les modes de recrutement influencent directement la vitesse de "décision" de la colonie lorsqu'elle a le choix entre plusieurs sources de différentes qualités. Autrement dit, est-ce que toutes les espèces montrent un comportement optimal qui permet d'exploiter la meilleure ressource à chaque instant?

MATERIEL ET METHODES

Notre étude a porté sur 5 espèces qui pratiquent soit le:

Recrutement de Masse: *Lasius niger*, *Iridomyrmex humilis*

Recrutement de Groupe et de Masse: *Tetramorium caespitum*, *Myrmica sabuletti*

Recrutement par Tandem: *Leptothorax unifasciatus*

Les expériences ont été réalisées dans des dispositifs standardisés au maximum tout en les adaptant aux caractéristiques de l'espèce. Le dispositif comprend une colonie installée dans un nid en plâtre connecté par un pont en aluminium à une aire de récolte de 0,8m x 0,8m. Les sources sont disposées dans l'axe du pont dans le cas des recrutements vers une source, ou symétriquement par rapport à celui-ci dans le cas de recrutement vers deux sources. Pour des raisons pratiques les expériences menées sur *Myrmica sabuletti* et *Tetramorium caespitum* ont été réalisées dans un dispositif où le nid se trouve dans un coin de l'aire de récolte de dimensions 0,8m x 0,8m. L'aire de récolte de *Leptothorax unifasciatus* est, quant à elle, beaucoup plus petite (0,2m x 0,3m), car il s'agit de petites colonies aux individus peu mobiles, qui ne fourragent qu'à courte distance.

RESULTATS

Recrutement vers une source de solution sucrée.

Considérons d'abord les recrutements de *Tetramorium caespitum* et *Lasius niger* vers une source de solution de saccharose 1M. Chez *T.caespitum* des exploratrices découvrent la nourriture, retournent au nid et invitent quelques individus à les suivre. Les premiers groupes apparaissent après environ 15 min. et au fur et à mesure que la piste est renforcée, le recrutement de groupe est progressivement remplacé par un recrutement de masse qui débute après 30 min. environ (Parro et al, in prep.). Le nombre total de fourrageuses sur l'aire de récolte ainsi que la population à la source croissent de manière sigmoïdale ce qui indique qu'un recrutement a eu lieu (Wilson, 1962; Sudd, 1960; Verhaeghe et Deneubourg, 1983). Tous les résultats sur *T.caespitum* proviennent des travaux de M. Parro.

L.niger pratique uniquement un recrutement de masse. Comme précédemment, les populations sur l'aire de récolte et à la source de nourriture, après la découverte de celle-ci par des scouts, croissent de manière sigmoïdale.

Recrutement vers deux sources de même concentration.

Lorsque deux sources de solution sucrée et de même concentration, par exemple 1M, sont offertes à une colonie de *T.caespitum* ou *L.niger*, on voit que dans un premier temps les deux sources sont exploitées également. Puis, brusquement, on passe à une exploitation assymétrique.(Fig.1)

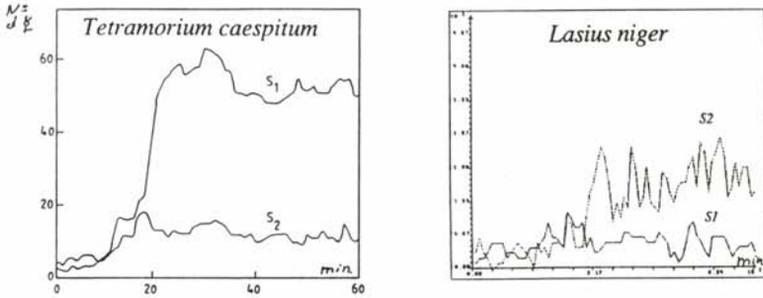


Fig.1. Recrutement de *T.caespitum* (Source Parro M.) et de *L.niger* vers deux sources de saccharose 1M introduites simultanément. Après une exploitation égale des deux sources, l'une des sources est exploitée préférentiellement.

Ce phénomène de bifurcation, inhérent au recrutement de masse, tend spontanément vers une exploitation assymétrique, comme nous l'avons montré à l'aide de modèles mathématiques. Les fourmis recrutées suivent sans préférence l'une ou l'autre piste qu'elles renforcent au retour après avoir bu. Par hasard une piste deviendra un peu plus forte et cela suffit pour déclencher un emballement: une piste plus attractive est suivie par plus de fourmis et, par conséquent, est renforcée davantage.

Recrutement vers deux sources de concentration différentes.

Lorsque deux sources de qualités différentes, par exemple 0,1M et 1M, sont introduites simultanément, les colonies des deux espèces exploitent préférentiellement la source la plus riche.

Dans la dernière série d'expériences, un recrutement est lancé vers une source 0,1M. Quand le recrutement est bien établi et que la population à la source arrive à sa valeur de plateau, une source de concentration 1M est introduite. Considérons d'abord le cas de *T.caespitum* (Parro et al.,in prep.).

Les fourrageuses qui explorent l'aire de récolte, découvrent la source 1M, boivent et rentrent au nid. Environ 10 min. plus tard, on voit les premiers groupes se diriger vers la nouvelle source. Progressivement, les groupes disparaissent et sont remplacés par un recrutement de masse, simultanément la source 1M l'emporte définitivement. (Fig.2)

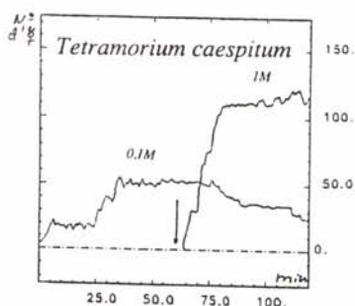


Fig.2. Recrutement de *T.caespitum* (Source Parro M.) vers deux sources de saccharose de concentration différentes - 0,1M et 1M - introduites successivement. Quelques minutes après l'introduction de la source 1M, des groupes se dirigent vers la source et la colonie réoriente rapidement son recrutement vers la source 1M. La flèche indique le moment d'introduction de la source 1M.

Cette expérience est reproduite pour *L.niger*. La source 1M est découverte, mais n'arrive pas à attirer davantage d'individus. Plus précisément, les fourmis qui se sont alimentées à la source 1M ont tracé une piste vers celle-ci, mais qui est trop faible pour attirer les recrutées vers cette nouvelle source, recrutées qui, dès qu'elles sortent du nid sont "pompées" par la piste conduisant à la source pauvre (0,1M). (Fig.3)

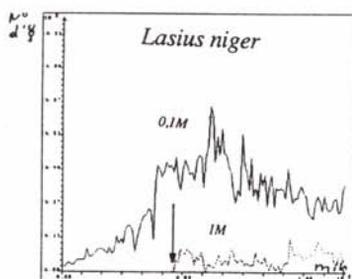


Fig.3. Recrutement de *L.niger* vers deux sources de saccharose de concentrations différentes - 0,1M et 1M - introduites successivement. Bien que la source 1M est découverte, la colonie est incapable de réajuster son activité d'affouragement. La flèche indique le moment d'introduction de la source 1M.

LE RECRUTEMENT DE GROUPE ET DE MASSE - SOURCE DE FLEXIBILITE ET D'INERTIE?

Les deux espèces que nous venons de présenter ont des caractéristiques similaires: elles se partagent souvent le même biotope, sont opportunistes, monogyne, polycalique et l'effectif de la population est, en moyenne, dans les deux cas de 5000 individus environ. Cependant le comportement d'affouragement s'avère plus flexible chez *T.caespitum* tandis que la dynamique de recrutement chez *L.niger* est plus inerte, comme il a été

montré dans les expériences de choix. Ceci nous a laissé penser que cette différence de comportement serait directement liée au mode de recrutement pratiqué. Nous avons testé l'hypothèse en reproduisant cette expérience avec d'autres espèces qui pratiquent un recrutement de groupe et de masse comme *Tetramorium: Myrmica sabuletti*, ou de masse pur comme *Lasius: Iridomyrmex humilis*.

Les résultats montrent que *Myrmica sabuletti* déplace rapidement son activité vers la meilleure source tandis que *Iridomyrmex humilis* ne peut plus réajuster son recrutement après l'introduction du 1M. La source riche ne parvient pas à déplacer la source pauvre ce qui montre que cette espèce, elle aussi, reste prisonnière de l'efficacité de son recrutement de masse. (Fig.4)

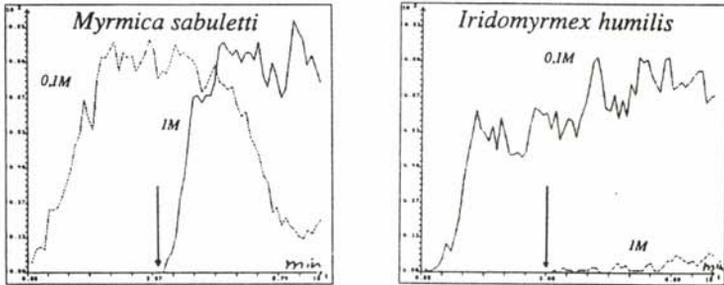


Fig.4. Recrutement de *M. sabuletti* et de *I. humilis* vers deux sources de saccharose de concentration différentes - 0,1M et 1M - introduites successivement. Tout comme *T.caespitum*, *M.sabuletti* réoriente son recrutement vers la source 1M, tandis que *I.humilis* reste, due à l'inertie de la piste, figé dans son recrutement vers la source 0,1M. La flèche indique le moment d'introduction de la source 1M.

Finalement nous avons mis une société de *Leptothorax unifasciatus* devant ce choix. Cette espèce pratique un recrutement par Tandem et présente un aspect très individualiste décrit par Aron (Aron et al., ce vol.). D'après Aron, *Leptothorax* utilise des pistes individuelles et possède une très bonne mémoire visuelle ce qui lui permet de guider efficacement un tandem et de transmettre des informations de manière très précise.

D'après notre raisonnement, *Leptothorax* devrait donc pouvoir effectuer le shift vers la source riche. (Fig.5)

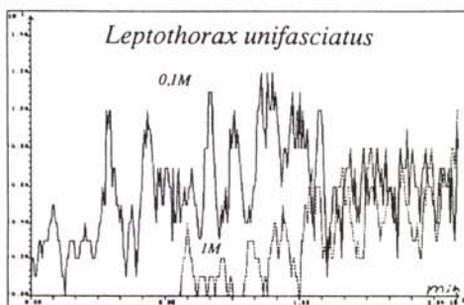


Fig.5. Recrutement de *L. unifasciatus* vers deux sources de saccharose de concentration différentes - 0,1M et 1M - introduites successivement. Les ouvrières exploitent également l'une et l'autre source.

Les courbes montrent cependant que la colonie tend vers une exploitation statistiquement égale des deux sources. Bien que des tandems arrivent après peu de temps à la source riche, ils n'arrivent pas à déplacer l'activité de la colonie vers cette source. Cela s'explique sans doute par la fidélité que manifestent les fourrageuses à la source qu'elles exploitent.

DISCUSSION

Le choix de la meilleure source que peuvent effectuer *Tetramorium* et *Myrmica* est évidemment un phénomène global et l'effet d'une décision collective résultant de processus autocatalytiques ayant des croissances différentes.

Néanmoins nous voudrions insister sur le rôle de l'individu en tant que détenteur d'information. Une recruteuse peut, dans sa fonction de leader d'un groupe, transmettre exactement l'information de l'existence d'une source de nourriture. L'élément important est que dans cette phase critique, qu'est le début d'un recrutement, une nouvelle information est gardée et peut subsister à côté d'une autre déjà bien établie par l'intermédiaire de la piste. Ceci est d'autant plus important que l'effectif de la société est petit et par conséquent, la première contrainte est de minimiser les erreurs de communication et, donc de comportement, et de garder l'information le plus fidèlement possible - fonction qui est assurée par le leader du groupe ou du tandem.

À côté de cette composante individuelle, *Tetramorium* et *Myrmica* disposent, grâce au recrutement de masse, d'un mécanisme qui permet l'amplification de l'information. Cette communication de masse rentre en jeu lorsque suffisamment d'individus sont en possession de la nouvelle information. Le signal chimique de la piste agit seul sur les fourrageuses et permet la propagation massive de l'information. Néanmoins, lorsqu'une nouvelle source est découverte, la mémoire du leader peut lutter contre l'effet de la piste.

Comparé aux deux espèces précédentes, *Lasius niger* présente un comportement qui, à première vue, semble sous-optimal. Cette espèce ne bénéficie pas d'une mémoire d'un leader et doit pister intensément pour compenser l'absence de transmission "personnelle" de l'information. Même si la nouvelle source découverte est riche, le message de son existence est aussitôt submergé dans le comportement global de la société et

tout recrutement est dévié par la piste déjà existante. Le recrutement de masse étant efficace, il fige cependant la colonie dans son choix.

Dans un environnement naturel, la distribution dans le temps et l'espace de la nourriture est souvent imprédictible. En plus différentes espèces peuvent être en compétition pour l'exploitation des ressources. Face à de telles conditions, on pourrait penser qu'un comportement plastique et facilement adaptable est avantageux puisqu'il permet à la colonie de réajuster et rediriger à tout moment son comportement d'affouragement - ce que l'on pourrait qualifier de stratégie 'Take it or leave it'.

Si par contre le milieu exploité s'avère assez stable, c'est à dire qu'on y trouve un petit nombre de grandes sources comme c'est le cas pour les espèces qui exploitent des colonies de pucerons, une stratégie de masse, qui implique une forte inertie sera plus avantageuse - stratégie qui, dans nos expériences entra

ne une exploitation sous-optimale du milieu. En effet, lorsque les ressources deviennent plus prédictibles, la colonie peut se lancer à fond dans leur exploitation en investissant un grand nombre d'individus dans le recrutement - individus qui peuvent développer une mémoire à long terme comme c'est le cas des espèces qui reconstruisent annuellement des réseaux permanents de pistes.

La faible exploitation des ressources nouvellement découvertes n'est pas nécessairement désavantageuse mais peut, au contraire, jouer le rôle d'une mémoire vivante qui revient à l'actualité lorsque la première source s'épuise. Car, rappelons-nous, bien que la source riche n'arrive pas à attirer un recrutement vers elle, elle est, néanmoins découverte et constamment exploitée.

Dans des travaux de conditionnement au thym, Jaisson (Jaisson, 1980) avait montré que, lors de déménagements, les fourmis avaient développées une préférence pour les endroits imprégnés de l'odeur connue. Il serait intéressant de savoir comment *Tetramorium* et *Lasius* effectueraient leur choix si les colonies avaient été préalablement conditionnées à un goût ou une odeur associés à la nourriture.

Nous allons, dans un avenir proche, réaliser des expériences visant à mieux éclaircir la relation qui existe d'une part entre la mémoire de l'individu et la stratégie de recrutement que pratique l'espèce et, d'autre part, la niche écologique qu'elle occupe.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous remercions Melle. M. Parro pour avoir mis à notre disposition tous les résultats qu'elle a obtenue sur *Tetramorium*. Nous tenons à remercier tout particulièrement Mrs. S. Aron et S. Goss pour leur aide et les discussions fructueuses, Mrs.les Prof. I. Prigogine et G. Nicolis pour leur intérêt qu'ils ont manifesté pour ce travail.

REFERENCES

- JAISSON P. 1980. - Environmental preference induced experimentally in ants (*Hym. Form.*). *Nature*, **286**, p.388-389.
- MASCHWITZ U. et al. 1983. - Foraging communication, nest moving recruitment and prey specialisation in the oriental ponerine *Leptogenys chinensis*. *Oecologia* (Berlin), **57**, 175-182
- SUDD J.H., 1960. - The foraging method of Pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (L.). *Anim. Behav.*, **8**, 67-75
- VERHAEGHE J.C., 1978. - Analyse comportementale et modelisation du recrute-

ment d'ouvrières vers une source de nourriture chez *Tetramorium caespitum* (L.).
Thèse de doctorat, Faculté des sciences, U.L.B.

VERHAEGHE et DENEUBOURG, 1983. - Experimental study and modelling of food recruitment in the ant *Tetramorium impurum* (Hym. Form.). *Insectes sociaux*, 30, p.347-360.

WILSON E.O. 1962. - Chemical communications among workers of the fire ants *Solenopsis saevissima* (Fr. Smith). 1. The organisation of mass foraging. 2. An information analysis of the odor trail. 3. The experimental induction of social responses. *Anim. Behav.*, 10, 134- 144.