

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

Edités par l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes Sociaux
Section française

VOL. 1-COMPTÉ RENDU COLLOQUE ANNUEL,
LES EYZIES 22-24 sept. 1983

année du tricentenaire de la naissance de



Portrait de Réaumur
par Jean-Jacques BALECHOU

René-Antoine FERCHAULT, Seigneur DE RÉAUMUR

DES ANGLÉS et DE LA BERMONDIÈRE

La Rochelle 28 février 1683 - La Bermondière 18 octobre 1757

Actes Coll. Insectes Soc., 1, 19-25, Ed. SF. MIEIS, Press Univ. Paris 12 (1984)

IDIOSYNCRASIE LORS DU DEMENAGEMENT DE *MYRMICA RUBRA* L.
(HYMENOPTERA FORMICIDAE)

par

Martine ABRAHAM, Jean-Louis DENEUBOURG et Jacques M. PASTEELS

Departement de Biologie Animale
et
Service de Chimie Physique II
Faculté des Sciences, Université de Bruxelles
8-1050 Bruxelles

Résumé: L'activité de 57 ouvrières a été suivie au cours de 10 séries de 5 tests de déménagement au rythme d'un par jour. On montre l'existence d'une idiosyncrasie qui se maintient sur une période d'environ 3 mois; son alteration coïncide avec l'éclosion de jeunes ouvrières. L'idiosyncrasie paraît peu influencée par la mise au travail temporaire des fourmis normalement moins actives.

Mots-clés: *Formicidae*, *Myrmica rubra*, déménagement, polyéthisme, idiosyncrasie.

Summary: Idiosyncrasy during nest-moving in the ant *Myrmica rubra* L.

The individual activity of 57 workers was followed during nest-moving experiments (10 sets of 5 daily tests over a period of 3 months). The workers were chosen from a mother colony as foragers of the same pigmentation. The division of labour amongst the workers with regard to carrying activity in moving follows an exponential distribution. The carrying behavior is stochastic; hence, it is not possible to characterize each individual by a measurement of its idiosyncrasy. Nevertheless, idiosyncrasy has been measured by dividing the workers into two groups according to their level of activity during the first set of moving. A coefficient is defined, based on the probability that an average ant will start carrying during a unit measure of time. This parameter may be used to differentiate the two group's activity, which are seen to remain distinct for a period of about 3 months. This difference was only temporarily affected by a set of experiences during which the workers of the 2 groups moved separately. After 3 months, the 2 group's activity becomes more or less identical, concordantly with the eclosion of numerous young workers.

Key-words: *Formicidae*, *Myrmica rubra*, nest-moving, polyethism, idiosyncrasy.

INTRODUCTION

Chez les insectes sociaux, la division du travail la mieux comprise est celle qui dépend de castes morphologiques ou résultant d'un polyéthisme fonction de l'âge des individus. Cependant, il semble qu'au sein d'une même caste, les ouvrières manifestent indépendamment de leur âge des différences marquées d'activité (idiosyncrasie) dont la signification dans l'organisation du travail de la société reste mal comprise. Tout au plus a-

t-il été démontré chez certaines espèces que cette idiosyncrasie peut être modifiée de manière adaptative selon les circonstances. Il existerait une régulation sociale dont les mécanismes restent obscurs et telle que l'activité des ouvrières dépend de la composition de la société et des tâches à réaliser (MEUDEC, 1977; LE ROUX et LE ROUX, 1979).

Si la division du travail liée à l'âge des ouvrières est bien établie chez *Myrmica rubra*, espèce monomorphe, (WEIR, 1958), l'éventuelle existence d'une idiosyncrasie des ouvrières reste peu analysée (ABRAHAM, 1980). Cet aspect de la division du travail est abordé ici en observant l'activité individuelle des ouvrières au cours d'expériences de déménagement. Celui-ci a été choisi car, d'une manière ou d'une autre, toutes les ouvrières doivent y participer.

En particulier, nous nous sommes posé les questions suivantes:

1. *Peut-on reconnaître une idiosyncrasie des ouvrières et comment peut-on la mesurer?*
2. *Quelle est sa stabilité au cours du temps?*
3. *Comment une expérience préalable influence-t-elle la réalisation des tâches?*

MATERIEL ET METHODES

La colonie expérimentale, constituée à partir d'une société d'environ 1000 fourmis, comporte 57 ouvrières, 2 reines, et environ 120 unités de couvain. Les ouvrières ont été choisies le plus identiques possible (fourrageuses de même teinte). Les fourmis sont marquées individuellement. Sur un fin fil métallique, noué autour du pétiole on a enfilé une rondelle de plastique coloré. Le nid, constitué d'une boîte de Pétri (ϕ : 3cm), est installé sur une aire de 20x20 cm, reliée à une seconde aire de même dimension par un pont de 20cm de longueur. Les fourmis ont toujours accès à l'ensemble du dispositif.

Le déménagement est initié en déversant tout le contenu du nid dans une petite enceinte située sur le bac II. Pour éviter la dispersion du couvain par les ouvrières affolées, la colonie est maintenue dans cette enceinte pendant 15 minutes. Au terme de ce délai, l'enceinte est enlevée, et l'exploration commence quasi immédiatement. On note l'identité de chaque fourmi franchissant le pont, le moment, ainsi que le type de passage (passage simple, transport de larve, de nymphe...). Ces conditions expérimentales apparemment brutales ont pour avantage essentiel d'obtenir un déménagement complet de la société dans des temps raisonnables.

On impose à la colonie 10 séries de 5 déménagements se succédant à raison de 1 par jour. Après la première série (E), la colonie est divisée en deux sous-groupes: A+ (plus actives), et A- (moins actives) (voir § suivant); chacun sera soumis indépendamment à 5 déménagements. La colonie est ensuite refusionnée, et participe à 8 séries de déménagements F1 à F8, s'échelonnant à plusieurs semaines d'intervalle. L'ensemble des expériences s'étale sur une période de 225 jours, de octobre 1981 à juin 1982.

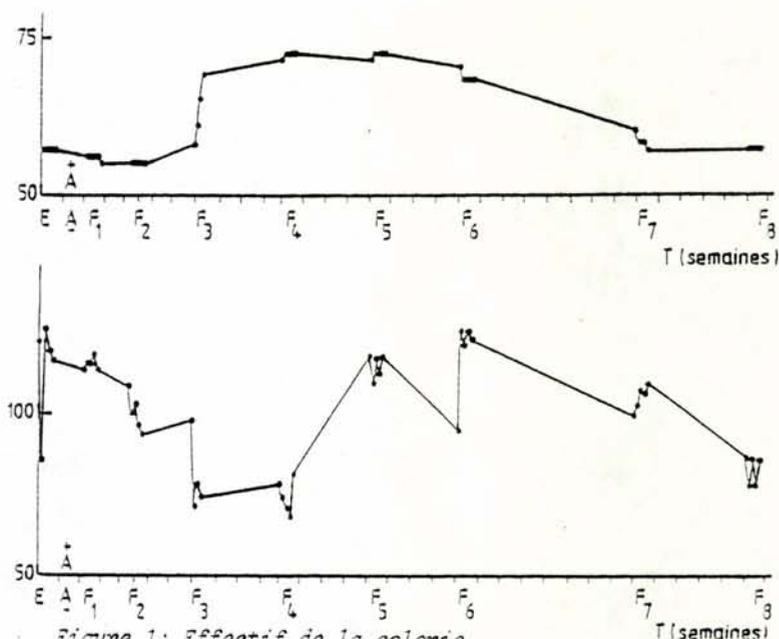


Figure 1: Effectif de la colonie

- 1a. Nombre d'ouvrières
 1b. Nombre de transports (couvain + adultes),
 donnant une bonne estimation de la quantité de couvain.

La fig.1 illustre les modifications de composition de la colonie au cours du temps. Des ouvrières éclosent peu avant les tests F₃. La mortalité est comparable au sein des 2 groupes d'ouvrières. Avant les tests F₆, on ajoute du couvain, compensant ainsi les larves qui se sont métamorphosées.

RESULTATS CINETIQUE DU DEMENAGEMENT

Malgré les conditions expérimentales drastiques, le déménagement reste structuré (fig. 2). On reconnaît les phases principales d'un déménagement induit en modifiant progressivement les conditions du nid (ABRAHAM & PASTEELS, 1980):

1. EXPLORATION: caractérisée par le passage d'ouvrières ne transportant pas de couvain.
2. TRANSPORTS: Aux passages simples s'ajoutent des transports, de couvain essentiellement. Le flux de transport s'accélère au cours du temps. Cette phase se termine avec l'épuisement du tas de couvain.
3. PHASE FINALE: Les ouvrières recherchent et transportent couvain et adultes égarés.

Les groupes et les comportements d'invitation caractéristiques d'un recrutement commencent à apparaître avant la fin de la phase d'exploration. Par rapport au déménagement étudié

précédemment, la durée du processus est considérablement raccourcie, tant au niveau de l'exploration que des transports.

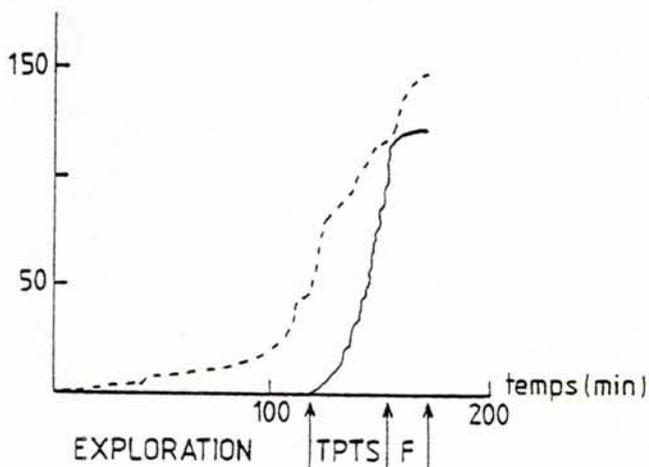


Figure 2: Dynamique d'un déménagement. Cumulative des passages avec transport (---) et sans transport (—).
TPT: transport, F: phase finale de l'exploration.

IDIOSYNCRASIE

Le nombre de transports effectués par les fourmis lors d'un déménagement montre une très grande variabilité entre individus. En sommant les performances individuelles au sein d'une série de 5 manipulations, on peut construire un histogramme donnant le pourcentage d'ouvrières appartenant à des classes d'activité croissante. On retrouve l'allure exponentielle de la distribution décrite précédemment (ABRAHAM, 1980). Cette distribution résulte-t-elle de différences intrinsèques entre les animaux? Il y a alors idiosyncrasie. L'alternative supposerait que tous les individus possèdent des potentialités identiques (exactement les mêmes matrices de transitions comportementales). La distribution exponentielle résulterait alors simplement du hasard et des contraintes agissant sur l'ensemble de la société. Pour tenter de répondre à cette question, nous avons suivi les performances de chaque fourmi dans l'ensemble des déménagements imposés à la colonie. L'absence d'idiosyncrasie se verrait confirmée par des distributions aléatoires des performances, tandis qu'inversement un déterminisme absolu se traduirait par une constance remarquable de celles-ci. Comparons les rangs des individus classés d'après le nombre de transports effectués. Le test de Kendall (SIEGEL, 1956) appliqué aux 5 manipulations de chaque série montre ($p < 0.005$) que les performances ne sont pas distribuées au hasard. Il y a donc idiosyncrasie, en tous cas sur une courte période de temps (5 jours). L'information ainsi obtenue reste

cependant vague. En effet, 1. On ne sait pas comment l'idiosyncrasie se distribue au sein de la population; porte-t-elle sur toute la société ou sur quelques individus aux particularités extrêmes? 2. Le nombre de transports est un paramètre composite conditionné en tous cas par le moment de mise au travail de l'individu et son rythme d'activité.

Plusieurs résultats (qui seront développés dans une publication ultérieure) convergent dans le même sens pour montrer qu'au niveau individuel, l'idiosyncrasie selon le rythme est négligeable. D'autre part, le flux de transport à chaque instant (nombre de transports/minute) est proportionnel au nombre d'ouvrières entrées en activité. On peut donc négliger les effets d'accélération globale.

C'est donc le moment de leur mise au travail qui caractérise au mieux les fourmis. Ce paramètre n'est cependant mesurable que si toutes les ouvrières se mettent effectivement en activité, ce qui n'est envisageable que sur une manipulation de durée infinie. L'équation (I) décrit l'évolution temporelle du nombre de fourmis actives:

$$A = \alpha(N-A)$$

où A est le nombre de fourmis actives au temps t et N le nombre total de fourmis.

L'ajustement de cette équation aux données expérimentales permet de déterminer la valeur de α . Etant donné l'aspect stochastique du comportement, il est illusoire ici de vouloir caractériser chaque individu mais par contre on peut définir des groupes dont on suivra les performances moyennes. Dans cette étude, les ouvrières sont redistribuées en 2 groupes égaux suivant les scores atteints au terme de la première série de déménagements. Chaque groupe est caractérisé par un i pour chaque déménagement et un $R_i = \frac{1}{i+1}$ est calculé sur la moyenne des 5 déménagements d'une série. La figure 3 donne l'évolution de ces rapports au cours des 8 mois.

En raison de la définition même des groupes, les différences sont marquées lors de la première série. On constate qu'elles résistent à l'expérience de fission-refusion et se maintiennent en s'amenuisant pendant 3 mois environ. Cette homogénéisation des deux groupes a lieu à un moment (F3) où la composition sociale est perturbée par la naissance de nombreuses ouvrières. Celles-ci commencent à transporter dès la série F4. En F8 survivaient trop peu d'ouvrières des 2 groupes originaux et les valeurs obtenues sont peu fiables.

CONCLUSIONS

Le travail n'est pas réparti également entre ouvrières de même classe d'âge d'une société monomorphe. Cette disparité est due en partie à des caractéristiques intrinsèques des ouvrières (idiosyncrasie). S'il est sans doute illusoire de vouloir mesurer l'idiosyncrasie au niveau de l'individu, par contre, il est possible de reconnaître des groupes d'ouvrières plus actives et d'autres moins actives.

Lors de la série de test effectués sur la colonie

scindée, les ouvrières les moins actives doivent déménager, et donc travailler. Par contre, certaines ouvrières classées parmi les actives ne travaillent pas. Cette expérience forcée des moins actives et cette "mise au repos" partielle des ouvrières les plus actives n'a eu qu'une influence temporaire sur l'activité des ouvrières après réunion des groupes.

La différence entre les 2 groupes d'ouvrières s'observe encore après trois mois, ce qui suggère une très grande stabilité de l'idiosyncrasie. Elle tend à s'estomper au cours du temps, parallèlement à un changement démographique de la société, dû à l'apparition de nouvelles ouvrières. De nouvelles analyses pourront préciser les relations entre les 2 phénomènes et la redistribution des tâches. Quelle que soit la composition sociologique de la société, la distribution des tâches garde une allure exponentielle, observée aussi chez d'autres espèces (MOGLICH et HOLLOBLER, 1974; LENOIR et ATAYA, 1984). Celle-ci reste à expliquer à l'aide du modèle dynamique dont les éléments ont été exposés ici.

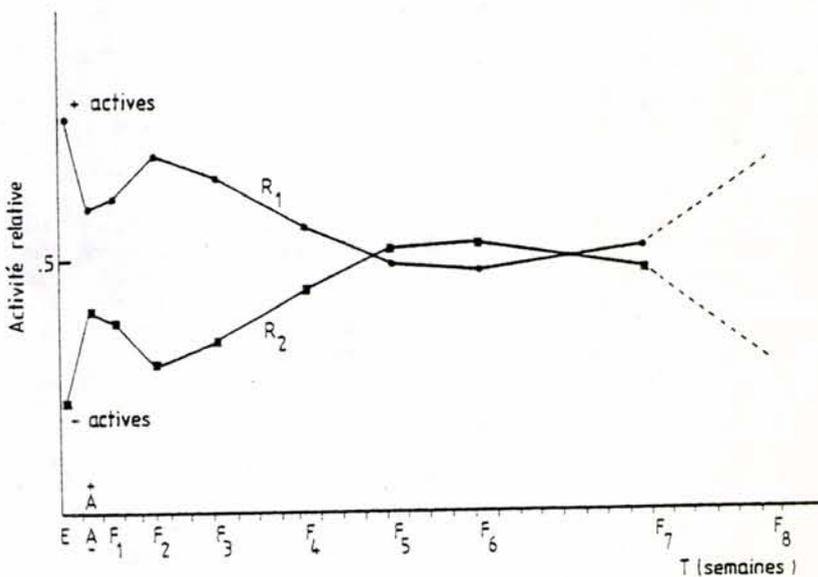


Figure 3: Mesure relative de l'activité de transport au cours des tests successifs.

Références

- ABRAHAM M., PASTEELS J.M., 1980.- Social behaviour during Nest-moving in the ant *Myrmica rubra* L. (Hym. Form.). *Insectes sociaux*, 27, 127-147.
- ABRAHAM M., 1980.- Comportement individuel lors de déménagements successifs chez *Myrmica rubra* L. C.R. *UIEIS scf française - Lausanne*, 7-8 septembre 1979, 17-19.
- LENOIR A., ATAYA H., 1983.- Polyéthisme et répartition des niveaux d'activité chez la fourmi *Lasius niger* L. *Z. Tierpsychol.*, sous presse.
- LE ROUX A.M., LE ROUX G., 1979.- Activité et agressivité chez des ouvrières de *Myrmica laevinodis* Nyl. (Hym. Form.). Modification en fonction du groupement et de l'expérience individuelle. *Insectes Sociaux*, 26, 354-363.
- MEUDEC M., 1977.- Le comportement de transport du couvain lors d'une perturbation du nid chez *Tapinoma erraticum*. Rôle de l'individu. *Insectes Sociaux*, 4, 97-125.
- MÖGLICH M., HÖLDOBLER B., 1974.- Social carrying behaviour and Division of Labour during Nest-Moving in ants. *Psyche*, 81, 219-236.
- SIEGEL S., 1956.- *Non parametrical Statistics for the behavioral sciences*. Mc Graw-Hill Kogakusha- 312 pp
- WEIR J.S., 1958.- Polyethism in workers of the Ant *Myrmica*. *Insectes Sociaux*, 4, 97-125.