

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

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

VOL.6 - COMPTE RENDU COLLOQUE ANNUEL,
LE BRASSUS 19-23 Sept. 1989



(Photo Muséum d'Histoire Naturelle de Paris)

**MODALITES DE L'ORIENTATION SPATIALE
CHEZ *CAMPONOTUS ÆTHIOPS* :
UTILISATION DE REPERES OLFACTIFS ET VISUELS AU SOL.**

**SUZZONI Jean-Pierre, GHAEMI Farideh &
DEPAMBOUR Isabelle**

Laboratoire d'Entomologie, Université Paul-Sabatier,
118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France

Résumé: Les ouvrières de *C. æthiops* sont capables de retrouver l'entrée de leur nid grâce aux repères olfactifs qu'elles déposent lors du fourragement. Elles peuvent aussi utiliser comme repère visuel une bande noire placée au sol. Les meilleures performances sont obtenues en présence de ces deux types de repères disposés de manière concordante. Lorsqu'il y a contradiction entre les deux repères, les ouvrières sont perturbées et leurs performances sont comparables à celles obtenues en l'absence de repères.

Dans tous les cas, les trajets retour offrent de meilleures caractéristiques que les trajets aller.

Mots clés : Fourmi, *Camponotus æthiops*, orientation, retour au nid, repères visuels, repères olfactifs.

Title: Spatial orienting modalities in *Camponotus æthiops*: utilization of olfactive and visual cues set on the ground.

Summary: Workers of *C. æthiops* can find again the entrance of their nest using olfactive cues they lay down during foraging. They are also able to use a black band set on the ground of the arena as a visual cue. The best performances are observed when the two kinds of cues are set in a concordant direction. When there is a contradiction between them, the workers are disturbed and their performances are similar to those observed without the use of cues.

In all experiments, the worker performances are better when homing than on the outward journey.

Key words: Ant, *Camponotus æthiops*, orientation, homing, visual cues, olfactive cues.

Introduction

Chez les Fourmis, l'activité de fourragement, qu'elle soit individuelle ou collective, pose le problème du retour au nid. Celui-ci se fait grâce à un repérage spatial adapté au milieu dans lequel les ouvrières se déplacent. Il est basé, soit sur des repères visuels qui peuvent baliser le trajet retour, soit sur des repères olfactifs déposés par les ouvrières elles-mêmes (Carthy, 1950). Les deux types de repères sont le plus souvent associés de manière complémentaire. D'autres systèmes de repérage ont été mis en évidence, utilisant le soleil (Brun, 1914), la lumière polarisée (Vowles, 1950), la gravité (Markl, 1964; Klotz & al., 1985), etc.

Des études récentes (Laffort, 1987; Laffort & al., 1989) montrent que les ouvrières de *Camponotus æthiops* utilisent des repères visuels et olfactifs lorsqu'elles retournent au nid. Ces travaux, menés en conditions de laboratoire, précisent plus spécialement les modalités du repérage visuel chez cette espèce qui n'utilise pas les repères placés en position haute, correspondant donc à la canopée, mais ceux placés dans l'environnement horizontal de l'ouvrière.

Le but du présent travail est de préciser les conditions d'utilisation de ces deux types de repères, visuel et olfactif. Le dispositif expérimental permet de proposer, simultanément ou séparément, les repères qui sont disposés au sol de manière à être présentés de façon équivalente.

Matériel & Méthodes

Les ouvrières sont maintenues au laboratoire dans un nid artificiel constitué par une boîte cylindrique en matière plastique à fond de plâtre. L'obscurité y est obtenue par un cache noir. Elles sont approvisionnées toutes les semaines en nourriture (vers de farine et miel). La colonie est constituée de 300 ouvrières et d'un certain nombre de larves.

1. Dispositif expérimental

Il est constitué d'une arène circulaire de 0,80 m de diamètre, percée en son centre par un tube la raccordant au nid situé au dessous. Une tente de tissu est placée autour de l'arène pour masquer d'éventuels repères parasites et diffuser la lumière dispensée par un éclairage unique placé à l'aplomb du centre de l'arène. Un repérage discrètement tracé, constitué de sept cercles concentriques et de rayons régulièrement disposés de 10° en 10°, permet de transcrire à échelle réduite les déplacements de fourmis. Le fond proprement dit de l'arène est une feuille de plastique rigide, transparent et amovible, que l'on peut faire pivoter sur lui-même.

2. Repères

Le repère visuel est constitué par une bande de carton noir de 1 cm de large disposée au sol radialement sous la feuille de plastique transparent. Les repères olfactifs sont ceux éventuellement déposés par les ouvrières elles-mêmes lors de leurs déplacements dans le dispositif. Pour les supprimer, le fond de l'arène peut être nettoyé à l'aide d'un solvant (alcool 96°). A l'inverse, lorsqu'on veut les conserver, le fond de l'arène n'est pas nettoyé pendant toute la durée de l'expérience.

3. Trajets

Les trajets sont induits en plaçant sur l'avant-dernier cercle (et non sur le dernier pour éviter un effet de bordure) selon l'axe 0°, un groupe aussi homogène que possible d'une douzaine de larves de leur propre nid, accompagnées de 4 ouvrières. Larves et ouvrières sont enfermées dans un cylindre opaque de 3 cm de diamètre, percé de quelques trous de passage à sa base, ceci pour éviter ou limiter une éventuelle attraction olfactive ou même visuelle des larves. Trois autres cylindres vides sont placés dans le dispositif de manière à former une croix avec le premier.

Les ouvrières retournent au nid chargées d'une larve et recrutent des congénères pour venir récupérer les autres larves. Seuls les déplacements correspondant aux trajets aller et retour d'une ouvrière ramenant une larve au nid sont retenus.

4. Analyse et présentation des données

Chaque trajet est chronométré (en secondes) et fait l'objet d'un relevé qui fournit la distance (mesurée au curvimètre et donnée en cm). Cette dernière permet de calculer la rectitude (distance en ligne droite/distance effectivement parcourue). Pour chacune des expériences, les résultats sont résumés sous forme d'un tableau.

L'ensemble des trajets des ouvrières dans une situation donnée fournit un trajet moyen. Celui-ci est décomposé en segments tracés entre les points d'intersection avec les cercles successifs (au nombre de 7). Chaque segment est défini par son vecteur moyen, caractérisé par sa valeur angulaire indiquant la direction et sa longueur (comprise entre 0 et 1) proportionnelle à la concentration des trajets. Pour chacune des expériences, les résultats sont présentés sous forme d'une figure. L'intervalle de confiance du vecteur moyen est représenté en grisé.

Les données angulaires sont traitées à l'aide des statistiques circulaires, selon Batschelet (1981). Les autres valeurs (temps, distance et rectitude) sont comparées à l'aide du test t pour un coefficient de sécurité de 95 %.

5. Situations expérimentales

Dans toutes les situations expérimentales testées, les larves sont placées sur l'axe 0°.

5.1. Apprentissage. Les ouvrières peuvent explorer et se déplacer librement dans le dispositif pendant une semaine sans autres repères que ceux qu'elles peuvent déposer (olfactifs).

5.2. Expérience témoin. Aucun repère ne se trouve dans le dispositif expérimental et en particulier le fond de l'arène est nettoyé tous les 2 trajets.

5.3. Expériences avec un seul repère (visuel ou olfactif). Dans la première série, seul le repère visuel peut être utilisé. Il est placé selon l'axe 0° et le fond de l'arène est nettoyé tous les deux trajets.

Dans la seconde série, seul le repère olfactif peut être utilisé en l'absence de la bande noire.

5.4. Expériences avec les deux repères (visuel et olfactif). Dans la première série, les deux repères visuel et olfactif sont présents et placés selon l'axe 0°.

Dans la seconde série, ils sont placés respectivement suivant les axes 120° et 240°. Les larves sont toujours déposées sur l'axe 0°.

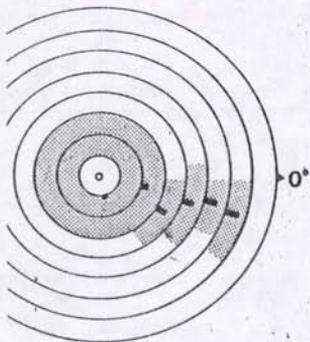
Résultats

1. Expérience témoin

Les résultats sont résumés dans le tableau et la figure n°1.

Malgré l'absence de repères (au départ de l'expérience, puisque le nettoyage de l'aire n'intervient que tous les 2 trajets) le trajet

aller permet aux ouvrières d'améliorer les caractéristiques de leur retour mais la différence relevée n'est pas pour autant statistiquement significative du fait de l'importante dispersion des valeurs obtenues.



n = 30	temps	distance	rectitude
aller	82 ± 98	184 ± 147	0,33
retour	54 ± 323	107 ± 448	0,51
test t	NS	NS	**

Tableau n° 1: Caractéristiques des trajets dans le dispositif en l'absence de repères.

Fig. 1: Représentation des trajets aller (cf matériel & méthodes). Légende: Les barres noires représentent les vecteurs moyens ($r=1$ quand la barre atteint le cercle suivant); en grisé, l'intervalle de confiance du vecteur moyen.

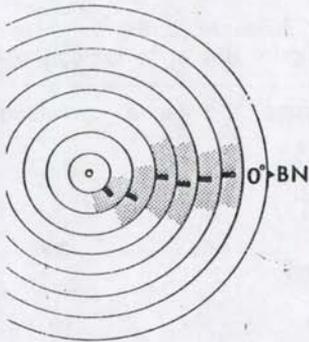
Le trajet retour est plus rapide, plus court et plus direct que le trajet aller. Seule la différence relevée pour le paramètre rectitude est significative au seuil de 1 %. Les traces olfactives déposées par les ouvrières sont perçues et facilitent le retour au nid en l'absence d'autres repères.

2. Expérience avec un seul repère

2.1. Repère visuel présent (à 0°) et repère olfactif absent

Les résultats sont résumés dans la figure n°2 et le tableau n°2. La présence du repère visuel améliore très sensiblement les caractéristiques des trajets aller et surtout retour des ouvrières. Ceci montre à l'évidence que les ouvrières peuvent utiliser ce type de repère. Il faut noter toutefois que la distance du trajet aller est plus importante que dans la situation témoin, ce qui traduit un parcours plus sinueux confirmé par une rectitude plus faible.

Si on compare les performances aller et retour la différence est dans tous les cas très hautement significative (0,01 %).



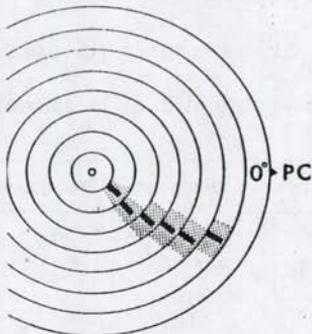
n = 40	temps	distance	rectitude
aller	55 ± 30	219 ± 105	0,22
retour	25 ± 79	70 ± 208	0,66
test t	***	***	***

Tableau n°2 : Caractéristiques des trajets dans le dispositif proposant uniquement le repère visuel.

Fig. 2: Représentation des trajets aller. Légende: BN = bande noire, PC = piste chimique; en grisé, l'intervalle de confiance du vecteur moyen.

2.2. Repère visuel absent et repère olfactif présent (à 0°)

Les performances par rapport au témoin sont légèrement améliorées mais uniquement pour le trajet aller et dans des proportions bien inférieures à ce que nous avons observé avec le repère visuel (figure n°3 et tableau n°3). On peut aussi remarquer que la direction suivie par les ouvrières n'est pas la plus directe pour atteindre les larves. Si on compare les allers aux retours, la différence n'est statistiquement significative (0,01 %) que pour le paramètre rectitude.



n = 40	temps	distance	rectitude
aller	77 ± 64	139 ± 103	0,42
retour	84 ± 724	123 ± 830	0,54
test t	NS	NS	***

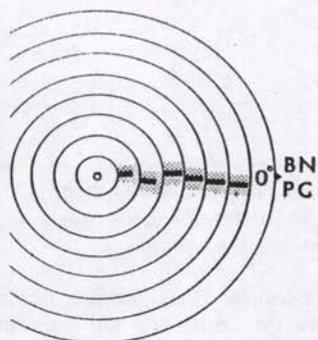
Tableau n°3 : Caractéristiques des trajets dans le dispositif proposant uniquement le repère olfactif.

Fig. 3: Représentation des trajets aller. Légende: cf fig. 2.

3. Expérience avec deux repères

3.1. Repères visuel et olfactif présents (à 0°)

Les résultats sont résumés dans la figure n°4 et le tableau n°4.



n = 40	temps	distance	rectitude
aller	39 ± 21	94 ± 42	0,49
retour	27 ± 86	59 ± 172	0,76
test t	***	***	***

Tableau n°4 : Caractéristiques des trajets dans le dispositif proposant les repères visuel et olfactif à 0°.

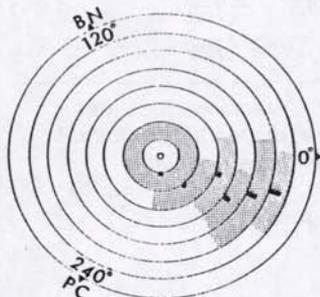
Fig. 4: Représentation des trajets aller. Légende: cf fig. 2.

C'est dans cette situation, c'est-à-dire lorsqu'il y a coïncidence entre les repères visuel et olfactif, que l'on obtient les meilleures performances tant pour l'aller que pour le retour. Le temps et la distance des trajets sont réduits de moitié par rapport à la situation témoin.

Si on compare maintenant les caractéristiques des trajets aller à celles des trajets retour, la différence est hautement (pour le paramètre temps) ou très hautement significative (pour les paramètres distance et rectitude).

3.2. Repères visuel et olfactif présents (disposés respectivement à 120° et 240°)

Les résultats sont résumés dans la figure n°5 et le tableau n°5.



n = 40	temps	distance	rectitude
aller	85 ± 48	260 ± 145	0,22
retour	50 ± 346	110 ± 601	0,53
test t	***	***	***

Tableau n°5 : Caractéristiques des trajets dans le dispositif proposant les repères visuel et olfactif placés respectivement à 120° et 240°.

Fig. 5: Représentation des trajets aller. Légende: cf fig. 2.

Les ouvrières sont fortement perturbées dans cette situation où il y a "contradiction" entre les directions indiquées par les deux types de repères. Dans ce cas, leurs performances sont médiocres et tout à fait comparables à celles obtenues en l'absence de repères. Malgré cela les caractéristiques du trajet retour sont sensiblement améliorées et la différence est très hautement significative (0,01 %) pour les trois paramètres (temps, distance et rectitude).

Discussion et Conclusion

Nos résultats confirment et complètent ceux obtenus sur la même espèce par Laffort (1987) et Laffort & al. (1989) dans un dispositif expérimental sensiblement différent. Les ouvrières sont capables d'utiliser les traces olfactives, déposées par elles-mêmes ou par un congénère, pour retrouver l'entrée du nid après découverte d'une source de nourriture. De même, une bande noire disposée au sol est un repère visuel utilisable par les ouvrières. Les résultats de la dernière expérience montrent qu'il s'agit d'un véritable repère d'orientation et non d'une préférence spontanée pour le noir (scototaxie) sinon elles auraient aussi suivi la bande dans cette situation. Utilisée seule, elle est beaucoup plus efficace que les traces olfactives. Cependant, les meilleures performances sont obtenues en présence des deux repères présentés de manière concordante.

Une orientation faisant référence à des repères de nature différente est connue (Hölldobler & Moglich, 1980), y compris chez des *Camponotus* (Traniello, 1977; David & Wood, 1980) qui d'ailleurs peuvent s'orienter sur la base d'un seul type de repères. Lorsqu'il y a discordance entre les repères, les ouvrières de *C. aethiops* sont désorientées alors que d'autres genres privilégient l'un des deux types de repères. C'est la lumière chez *Formica* (Fourcassié, 1988) ou *Solenopsis* (Marak & Wolken, 1965) tandis que ce sont les repères olfactifs chez *Pogonomyrmex* (Hölldobler, 1971).

Remerciements

Nous remercions Guy Beugnon pour l'aide qu'il nous a apportée dans le traitement des données.

Bibliographie

- BATSCHULET E., 1981. - *Circular statistics in Biology*. Academic Press, Mathematics in Biology. 352 p.
- BRUN R., 1914. - *Die Raumorientierung der Ameisen und das Orientierungsproblem im allgemeinen*. Fischer, Jena, 234 p.
- CARTHY J.D., 1950. - Odour trails of *Acanthomyops fuliginosus*. *Nature*, **166**: 154.
- DAVID C.T., WOOD D.L., 1980. - Orientation to trails by a carpenter ant, *Camponotus modoc* (Hymenoptera: Formicidae), in a giant sequoia forest. *Can. Ent.*, **112**: 993-1000.
- FOURCASSIE V., 1988. - *Reconnaissance du site et stratégies d'orientation chez Formica lugubris (Hymenoptera, Formicidæ)*. Thèse d'Université, Toulouse, 303 p.
- HOLLOBLER B., 1971. - Homing in the harvester ant, *Pogonomyrmex badius*. *Science*, **171**: 1149-1151.
- LAFFORT B., 1987. - *Polymorphisme, polyéthisme et orientation chez la fourmi, Camponotus æthiops*. Mémoire DEA, Toulouse III, 58 p.
- LAFFORT B., BEUGNON G., FOURCASSIE V., 1989. - Etude de l'orientation spatiale de *Camponotus æthiops* au laboratoire: relations avec le polymorphisme. *Actes Coll. Ins. Soc.*, **5**: 243-250.
- MARAK G.E. Jr, WOLKEN J.J., 1965. - An action spectrum for the fire ant (*Solenopsis sævissima*). *Nature*, **205**: 1328-1329.
- MARKL H., 1964. - Geomenotaktische Fehlorientierung bei *Formica polyctena* Förster. *Z. Vergl. Physiol.*, **48**: 552-586.