

ACTES DES COLLOQUES INSECTES SOCIAUX

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

VOL. 4 – COMPTE RENDU COLLOQUE ANNUEL,

PAIMPONT 17-19 Sept. 1987



Charles Fernal
1899

ANALYSE DES DISTRIBUTIONS SPATIO-TEMPORELLES D'UNE COMMUNAUTE DE FOURMIS DE PRAIRIE

par

L. DEFFERNEZ & J.C. VERHAEGHE

*Lab. de Biologie Animale et Cellulaire, Univ. Libre de Bruxelles,
C.P. 160, Avenue F. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles*

Résumé : Nous étudions la répartition spatio-temporelle de l'activité d'approvisionnement d'une communauté de fourmis de prairie.

Sur le site expérimental (carré de 4,5X4,5 m subdivisé en 81 quadrats de 0,5X0,5 m), nous relevons les flux des fourrageuses au travers des limites instaurées ainsi que divers facteurs climatiques. Dans chaque carré, nous estimons la densité à partir des flux, ce qui nous permet d'établir les distributions temporelles et spatiales des espèces étudiées.

Nous montrons ainsi que les espèces se ségrègent dans le temps et dans l'espace. Formica rufibarbis est active durant les heures chaudes de la journée et étend son activité loin du nid. Tetramorium caespitum, T. impurum et Tapinoma erraticum, présentes durant toute la journée, évitent cependant les conditions extrêmes. Mais, alors que les Tetramorium étendent leurs activités loin du nid, T. erraticum restreint son activité autour du nid. Myrmica shencki et M. sabuleti limitent leurs activités aux périodes plus fraîches et autour du nid. Le calcul des recouvrements spatio-temporels des niches écologiques confirme la ségrégation des espèces étudiées.

Les densités moyennes des fourrageuses sont estimées à 3 individus / m² pour F. rufibarbis; 0,5 individus / m² pour Myrmica sp.; 0,7 individus / m² pour Tetramorium sp. et 1 individu / m² pour T. erraticum.

Mots-clés : activité d'approvisionnement, distribution spatio-temporelle, ségrégation spatio-temporelle, densité, Formica rufibarbis, Tetramorium caespitum, T. impurum, Tapinoma erraticum, Myrmica shencki, M. sabuleti.

Summary : Analysis of the spatio-temporal distributions of a grassland ant community.

We studied the spatio-temporal distributions of a Belgian grassland ant community on a 4,5X4,5 m experimental site divided into 81 quadrats of 0,5X0,5 m. We measured the foragers flux across the quadrat limits and from this, we calculated their densities. We also took into account some climatic factors. So, we can establish the spatio-temporal distributions of the studied species.

The species appear to be segregated by climatic factors: Formica rufibarbis is active during the warme hours of the day,

Myrmica shencki and M. sabuleti are active during the coldest periods. Tetramorium caespitum, T. impurum and Tapinoma erraticum are active throughout the day but avoid the extreme conditions. Two strategies of spatial distribution were seen: F. rufibarbis, T. caespitum and T. impurum forage far from the nest; T. erraticum, M. shencki and M. sabuleti remain near the nest. The calculation of Lavin's (1968) index of niche overlapping confirm the observed segregation between these species.

The mean foragers densities are estimated at 3 foragers / m² for F. rufibarbis; 0,5 foragers / m² for Myrmica sp.; 0,7 foragers / m² for Tetramorium sp. and 1 forager / m² for T. erraticum.

Key-words : foraging activity, spatio-temporal distribution, spatio-temporal segregation, density, Formica rufibarbis, Tetramorium caespitum, T. impurum, Tapinoma erraticum, Myrmica shencki, M. sabuleti.

Introduction

Les informations relatives aux stratégies d'approvisionnement des fourmis de prairie sont très limitées. Des espèces telles que Tapinoma erraticum (Verhaeghe, 1980; Champagne, 1980), Tetramorium sp. (Verhaeghe, 1978; Verhaeghe, 1982), Myrmica sp. (Cammaerts, 1980; Evershed et al. 1982) sont surtout connues par des observations en laboratoire souvent axées sur les mécanismes de recrutement (tandem, groupe ou masse), l'origine et la nature des phéromones impliquées. Considérées isolément, ces espèces présentent des stratégies propres d'approvisionnement.

En milieu naturel, elles sont souvent amenées à vivre côte à côte et à exploiter le même milieu. On est donc implicitement amené à se demander comment ces espèces peuvent cohabiter.

Le présent travail est consacré à l'étude de la distribution spatio-temporelle des fourrageuses d'une communauté de fourmis de prairie. Nous verrons qu'il apporte des éléments de réponse au problème posé.

Matériel et méthodes

Cette étude a été menée à Treignes, petite localité du sud de la Belgique.

La diversité des espèces a conditionné le choix du site expérimental (Fig. 1). Ce dernier consiste en une grille de 4,5 X 4,5 m subdivisée en quadrats de 0,5 X 0,5 m. Les limites de ceux-ci sont constituées par des monticules de sable consolidés par de la peinture à l'émail blanche. Un tel dispositif oblige les fourrageuses en déplacement à franchir ces limites les rendant ainsi plus visibles durant quelques secondes.

Pour chaque carré pris en considération, nous comptabilisons les flux d'entrée et de sortie des fourmis en mentionnant le genre, le lieu exact de la traversée et la direction.

Diverses conditions climatiques ont également été enregistrées: l'intensité lumineuse (lux); les températures de l'air, sur sol herbeux et non herbeux, sous une ardoise, à -5 cm, à -10 cm et -20 cm

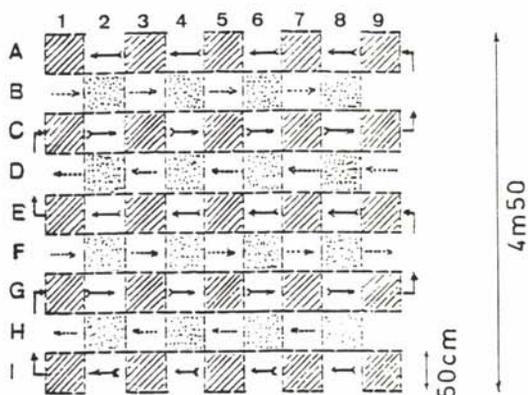


Fig. 1.- L'aire d'observation.

Le grand carré (4,5 X 4,5 m) est divisé en 81 quadrats .
 La première série d'observations porte sur les quadrats hachurés et commence au quadrat I9 pour se terminer au quadrat A1 . Les flèches noires montrent la séquence des observations . L'observation d'un quadrat dure 30 secondes . Un intervalle de 30 secondes sépare deux observations successives . Une série complète d'observations dure donc 25 minutes .
 La deuxième série d'observations porte sur les quadrats pointillés et commence au quadrat H8 pour se terminer au quadrat B8 . Les flèches noires montrent la séquence des observations dont les temps sont identiques à ceux de la première série . Cette deuxième série dure donc 16 minutes .
 Une expérimentation complète comprend les deux séries d'observations et dure 45 minutes . Elle a été réalisée 25 fois au cours de ce travail .

de profondeur (degrés Celsius), l'humidité de l'air à 10 cm du sol (mesurée par un psychromètre et convertie en déficit d'humidité absolue (mBar) qui tient compte du processus d'évaporation) .

Nous avons également relevé les trajectoires d'un grand nombre de fourmis . La connaissance du temps mis pour effectuer ces déplacements permet d'estimer les vitesses propres à chaque espèce, le relevé des températures permet d'établir la relation vitesse/température .

Connaissant les flux et les vitesses, il est possible, à l'aide d'un modèle mathématique simple, de calculer le nombre de fourmis dans chaque quadrat . Ce modèle est basé sur la relation mathématique suivante :

$$N = F / P(v)$$

où N = nombre de fourmis dans un quadrat

F = flux de sortie d'un quadrat

P(v) = probabilité pour une fourmi de sortir d'un quadrat . Elle est fonction de la vitesse de déplacement et s'estime à partir de ce paramètre par une simulation de type Monte-Carlo.

Ce modèle linéaire fait appel à deux hypothèses : il n'y a pas d'interaction entre les fourmis, le système est à l'état stationnaire.

Résultats

Les données ont été recueillies durant les mois de juin et juillet 1985. Les espèces qui ont fait l'objet de nos observations sont : Formica rufibarbis, Myrmica shencki et M. sabuleti, Tetramorium caespitum et T. impurum et, enfin, Tapinoma erraticum.

Activité temporelle-Influences climatiques (Fig. 2.)

1. Formica rufibarbis

Elle est principalement active durant les heures chaudes de la journée. Ses conditions optimales sont : 20-30.000 Lux, 25-40 degrés Celsius au sol et 2-4 mbar de déficit d'humidité absolue. Elle supporte néanmoins des déficits d'humidité absolue de 6 mbar. Ces caractéristiques permettent de la qualifier de sténotherme chaud.

2. Myrmica shencki et M. sabuleti

Tout à l'opposé de F. rufibarbis, elles évitent les intensités lumineuses supérieures à 10.000 Lux, les températures supérieures à 25 degrés Celsius et les déficits d'humidité absolue supérieurs à 1 mbar. Elles doivent donc être considérées comme des sténothermes froids.

3. Tapinoma erraticum, Tetramorium caespitum et T. impurum

Elles sont actives durant toute la journée mais évitent cependant les conditions extrêmes. Leurs conditions climatiques optimales semblent être 20.000 Lux, 25-30 degrés Celsius au sol et 1-3 mbar de déficit d'humidité absolue.

Distributions spatiales-Estimation des densités moyennes

1. Distributions spatiales (fig. 3.)

La répartition spatiale de chaque genre étudié est visualisée par des courbes d'isodensités. Celles-ci montrent clairement que les fourmis usent de deux stratégies d'approvisionnement :

- Formica rufibarbis et Tetramorium sp. étendent leurs activités loin du nid mais se distinguent cependant à deux niveaux :
 - à l'unique ouverture de nid de F. rufibarbis, il faut composer les multiples sorties de nid, instables dans le temps et dans l'espace, de Tetramorium sp.,
 - la densité des fourrageuses de F. rufibarbis est maximale à proximité du nid et décroît progressivement lorsqu'on s'éloigne de celui-ci. A l'inverse, celle de Tetramorium sp. est assez homogène et les densités les plus basses s'observent là où les ouvertures de nid sont les plus nombreuses. Ceci résulte de l'utilisation par Tetramorium sp. de galeries souterraines les amenant directement au niveau de l'aire d'exploration et limitant ainsi le temps de séjour en surface.
- Myrmica sp. et Tapinoma erraticum limitent leurs activités d'exploration autour du nid (1-1,5 m).
T. erraticum est cependant caractérisée par des déménagements fréquents des nids : durant les deux mois d'observation, nous avons enregistré 5 déménagements impliquant 3 nids. Ces déménagements font partie intégrante de la stratégie d'approvisionnement de cette espèce, ils permettent d'accroître la surface d'exploration tout en concentrant les efforts autour du nid (Deffrenz et al., in prep.) .

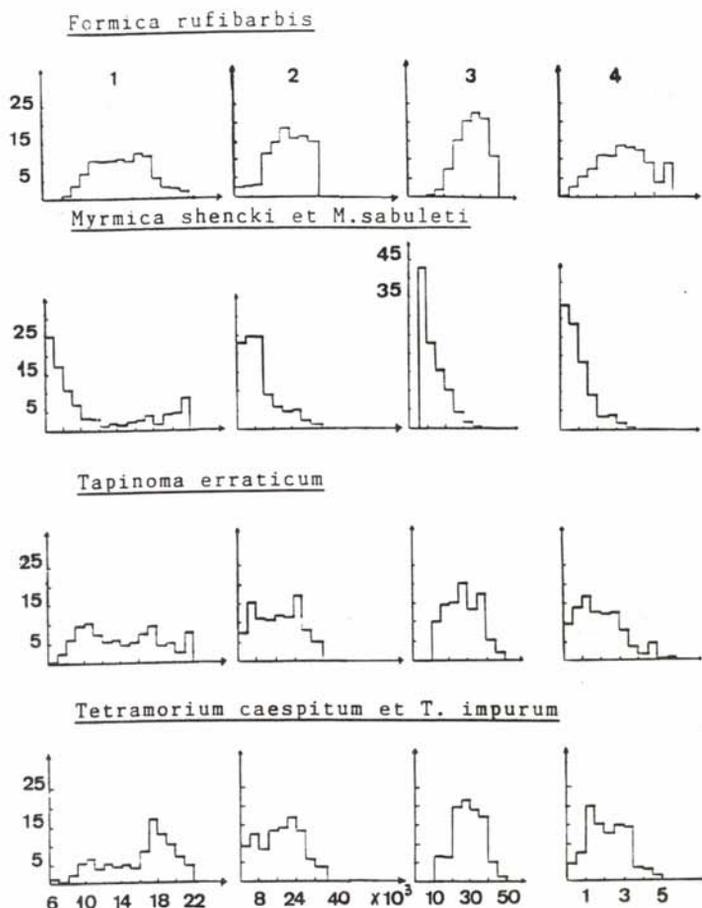


Fig. 2.- Activité temporelle - Influences climatiques
Pour chaque figure, l'ordonnée représente :

$$X = \frac{X_i/N_i}{\sum_{i=1}^n X_i/N_i}$$

où X_i représente le nombre de fourmis observées sur la totalité de l'aire d'expérimentation à la valeur i du paramètre de l'abscisse et N_i le nombre d'observations réalisées à cette même valeur.

Pour chaque espèce :

1 = activité en fonction de l'heure du jour, 2 = activité en fonction de la luminosité (Lux), 3 = activité en fonction de la température au sol (degrés Celsius), 4 = activité en fonction du déficit d'humidité absolue (mbar).

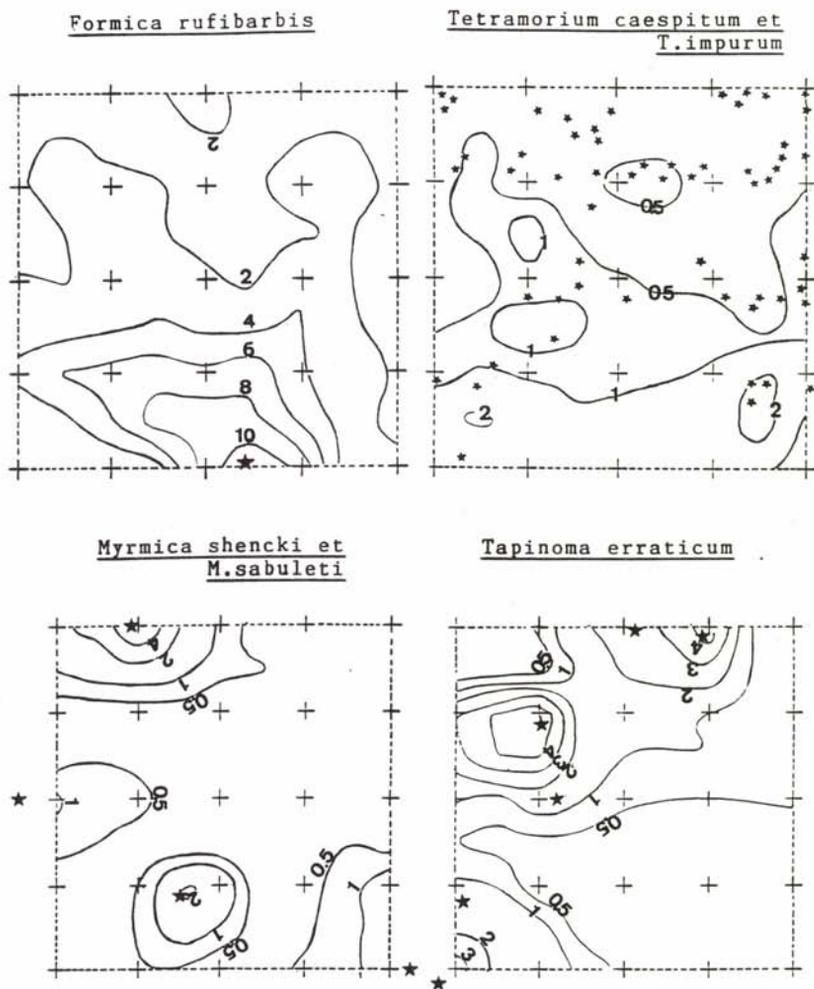


Fig. 3.- Distributions spatiales des fourrageuses sur l'aire d'expérimentation .

Les courbes d'isodensités joignent les points d'égales densités en fourrageuses (individus/m²)

★ = position de chaque entrée de nid.

2. Estimation des densités moyennes des fourrageuses

A partir de l'ensemble des observations, nous pouvons estimer la densité moyenne des fourrageuses de chaque espèce étudiée sur l'aire d'expérimentation (fig. 4.).

GENRES	Densité moyenne des ouvrières sur l'aire.
<u>Formica rufibarbis</u>	3 individus/m ²
<u>Myrmica sp.</u>	0.5 individus/m ²
<u>Tetramorium sp.</u>	0.7 individus/m ²
<u>Tapinoma erraticum</u>	1 individus/m ²

Fig. 4.- Estimation des densités moyennes des fourrageuses sur l'aire de récolte (nombre d'individus/m²).

Remarquons que pour Myrmica sp., la valeur proposée est sous-estimée ; les activités nocturne et matinale ne sont pas prises en considération . Il en va de même pour Tetramorium sp. ; l'activité souterraine minimise celle en surface, ce qui engendre une sous-estimation de la densité moyenne .

Recouvrements spatio-temporels des niches écologiques

La ségrégation spatio-temporelle des espèces étudiées peut être quantifiée par les recouvrements spatio-temporels des niches écologiques . Ceux-ci, calculés sur base de la formule de Levin's (1968) sont présentés à la figure 5.

GENRES	<u>Formica rufibarbis</u>	<u>Myrmica sp.</u>	<u>Tetramorium sp.</u>	<u>Tapinoma erraticum</u>
<u>Formica rufibarbis</u>	1	0.21	0.62	0.37
<u>Myrmica sp.</u>	0.10	1	0.13	0.13
<u>Tetramorium sp.</u>	0.63	0.28	1	0.46
<u>Tapinoma erraticum</u>	0.32	0.23	0.39	1

Fig. 5.- Recouvrements spatio-temporels des niches écologiques (calculés sur base de la formule de Levin's (1968)).

Les valeurs les plus faibles s'obtiennent pour les Myrmica qui se ségrègent à la fois au niveau spatial et au niveau temporel .

Tapinoma erraticum présente des recouvrements un peu plus élevés ; bien que limitant son activité autour du nid, elle est active durant toute la journée . Les recouvrements les plus élevés s'observent entre S. rufibarbis et Tetramorium sp. : leurs stratégies d'occupation spatiale ainsi que leurs activités temporelles sont en effet très comparables . La compétition dans ce cas est probablement limitée par la récolte de proies de natures différentes (Deffernez et al., in prep) .

Discussion

Le présent travail montre que la cohabitation de plusieurs sociétés de fourmis est facilitée par une ségrégation spatio-temporelle des espèces considérées .

Outre leurs stratégies d'approvisionnement : stratégies à recrutement ou exploration individuelle, les fourmis sont donc caractérisées par un pattern particulier d'occupation spatio-temporelle du milieu .

Ce pattern est vraisemblablement modulable selon les conditions environnantes à savoir présence de compétiteurs intra ou interspécifiques, quantité de proies disponibles ...

L'exemple de Tapinoma erraticum est à ce titre particulièrement explicite . Lachaume (1984) a montré en effet que les déménagements se produisent lors d'un trop fort rapprochement de deux colonies voisines . La fréquence des déménagements est donc une fonction du degré d'occupation du milieu .

En conclusion, les stratégies d'approvisionnement et le pattern d'occupation spatio-temporelle du milieu sont deux mécanismes interdépendants qui permettent aux sociétés de fourmis d'exploiter efficacement le domaine qu'elles occupent .

Références

- CAMMAERTS M.C., CAMMAERTS R., 1980.- Food recruitment strategies of the ants Myrmica sabuleti and Myrmica ruginodis . Behavioural Processes, 5, 251-270.
- CHAMPAGNE Philippe, 1980.- Le recrutement alimentaire chez Tapinoma erraticum (Dolichoderinae) . Mémoire de Licence . Université Libre de Bruxelles .
- EVERSHED R.P., MORGAN E.D. and CAMMAERTS M.C., 1982.- 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine, the trail pheromone from the venom gland of eight species of Myrmica ants . Insect Biochem., Vol 12, 4, 383-391.
- LACHAUME Philippe, 1984.- Exploration et Exploitation de l'habitat chez la fourmi Tapinoma erraticum . DEA : Biologie du comportement . Université Paris XIII .
- VERHAEGHE J.C., 1978.- Analyse comportementale et modélisation du recrutement d'ouvrières vers une source de nourriture chez Tetramorium caespitum (L.) . Thèse de Doctorat . Université Libre de Bruxelles .
- VERHAEGHE J.C., 1982.- Food recruitment in Tetramorium impurum (Hymenoptera Formicidae) . Ins. Soc., 29 (1), 67-85.
- VERHAEGHE J.C., CHAMPAGNE P., PASTEELS J.M., 1980.- Le recrutement alimentaire chez Tapinoma erraticum (Hymenoptera Formicidae) . Biologie - Ecologie méditerranéenne, VII (3), 167-168.