

ÉTHOLOGIE. — *Note sur l'application de l'analyse des correspondances à la division du travail chez les Fourmis.* Note (\*) de **Alain Lenoir** et **Jean-Claude Mardon**, présentée par M. Pierre-Paul Grassé.

L'analyse des correspondances permet d'interpréter le comportement alimentaire et les soins au couvain des Fourmis d'une fondation de *Lasius niger* selon 2 facteurs fondamentaux : l'activité trophallactique entre adultes et l'activité de nourrissage des larves. La structure sociale est basée sur des Fourmis pourvoyeuses, et des Fourmis sédentaires plus ou moins bonnes nourrices des larves.

*Correspondance analysis has been used for recognizing specialized types of Ant-workers during alimentary behaviour and brood-nursing in a young colony of Lasius niger (14 workers and 2 queens). 14 Behavioral categories were recorded and two main factors (respectively accounted for 51 and 25% of the total variance) were identified: the first is opposing the activity of regurgitating to workers and the activity of receiving food; the second is the activity of regurgitating to small larvae. It was possible to distinguish two principal behavioral groups: foragers (which can feed directly large larvae and the queen) and sedentary ants more or less nurses.*

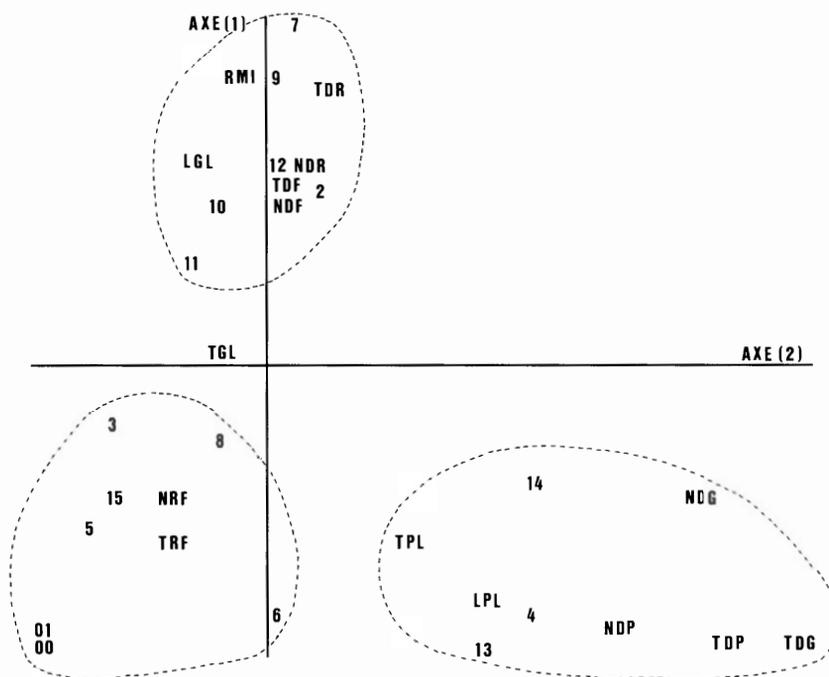
L'analyse des données a pour but de fournir des représentations synthétiques de vastes ensembles de valeurs numériques très riches d'informations qui ne peuvent être exploités en raison de leur taille (1). C'est le cas par exemple de la division du travail dans l'alimentation chez les Insectes sociaux, précédemment représentée sous forme de sociogrammes difficilement comparables (2). Parmi les divers types d'analyse factorielle, l'analyse des correspondances de Benzecri (3) permet la description des tableaux de dépendance (tables de contingence) et fournit des images simplifiées et plus ou moins déformées de la réalité multidimensionnelle inobservable, en représentant par des proximités les associations existant entre les lignes et les colonnes d'un tableau, représentant ici les différents paramètres mesurés pour chaque individu. La méthode, basée sur la recherche des valeurs et vecteurs propres de la matrice de corrélation, permet de définir des « axes d'inertie ». Le premier axe ou facteur est représenté par la droite qui ajuste le mieux le nuage de points. Le second permet d'engendrer, avec le premier, le meilleur sous-espace à 2 dimensions selon les mêmes critères, et ainsi de suite. Il est possible de chercher autant d'axes que de paramètres mesurés mais l'information apportée par les derniers axes est de l'ordre de grandeur des fluctuations d'échantillonnage. Ce travail peut être effectué à la fois sur la matrice de corrélations des paramètres et sur celle des individus. La représentation *simultanée* des résultats de l'analyse pour les paramètres et les individus permet une interprétation en termes de similitudes de profil. Quand les premiers axes correspondent à des dimensions simples du phénomène étudié, comme c'est le cas ici, ils sont facilement interprétables.

L'interprétation des axes est facilitée par 2 séries de coefficients pour chacun des individus et des paramètres mis en correspondance : 1° les contributions absolues qui indiquent la part prise par un élément donné dans la constitution d'un facteur, 2° les contributions relatives ou corrélations « paramètre-facteur » qui expriment la part prise par un facteur dans l'explication de la dispersion des valeurs d'un paramètre, donc les caractéristiques de ce facteur.

ÉTUDE D'UN EXEMPLE. — Des reines fécondées de *Lasius niger* récoltées lors d'un essaimage en juillet sont mises par 2 ou 3 dans un tube d'élevage et sont étudiées avec leurs ouvrières en septembre-octobre. Dans le cas de la colonie 31 (4), après un jeûne de 4 jours, on a effectué 3 observations de 90 mn à 4 jours d'intervalle. La nourriture est retirée entre les tests. Toutes les Fourmis sont marquées individuellement avec une pastille métallique. Les comportements

observés sont répertoriés et figurent par leurs symboles dans le tableau, ils se rapportent à l'approvisionnement de la colonie et aux soins au couvain. L'analyse, effectuée sur les résultats globaux, est aussi réalisable au niveau de chaque expérience.

RÉSULTATS. — *Le facteur 1* représente à lui seul 50 % de l'information, il est donc fondamental. On voit sur le tableau qu'il est formé essentiellement de 2 paramètres : 0,363 TDF et 0,309 TRF qui représentent le Temps d'activité de Donneuse et le Temps d'activité de Receveuse. TDF et TRF sont en corrélation inverse avec le facteur 1 qui est composé en outre,



Projection des paramètres et individus de la colonie 31 sur les deux premiers axes déterminés par l'analyse.  
Pour les symboles, voir le tableau.

pour une part plus faible, du Temps d'activité de Donneuse aux Petites larves (TDP) et à la Reine (TDR). Ce facteur 1 permet de séparer les *Fourmis donneuses* des *Fourmis receveuses*. La durée de prise de nourriture sur le miel (RMI) est en corrélation positive avec le facteur 1, donc caractéristique de l'activité de donneuse, il s'agit des *Fourmis pourvoyeuses* de la société.

*Le facteur 2* (25,3 % de l'information) est composé de 0,658 TDP + 0,214 TRF en corrélation inverse. Aucune des *Fourmis* caractérisées comme pourvoyeuses par le facteur 1 ne présente des performances en corrélation avec le facteur 2. Cela permet de séparer les receveuses *sensu stricto* de celles qui sont des nourrices très actives. Ces *Fourmis* alimentent d'abord les petites larves (corrélation de 0,7 avec TDP) mais un peu aussi les grosses larves (TDG cor. = 0,26).

*Le facteur 3* (16,1 %) est formé de 0,712 TDR + 0,255 TDF. C'est le paramètre de dons à la reine qui, intervenant le plus, permet de séparer parmi les *Fourmis* pourvoyeuses celles qui sont plutôt spécialisées dans l'alimentation de la reine. Cela concerne uniquement la *Fourmi* n° 12. *Le facteur 4* (6,7 %) composé de 0,833 TDG + 0,155 TDP, caractérise les nourrices des grosses larves. Il s'agit des *Fourmis*, 04, 13 et 14 déjà classées comme nourrices de petites larves. Les facteurs suivants représentant moins de 1 % sont négligeables.

TABEAU  
Colonie 31

Paramètres	Facteur 1 (50,9 %)		Facteur 2 (25,3 %)		Facteur 3 (16,1 %)	
	COR	CTR	COR	CTR	COR	CTR
RMI-Relevés miel.....	628	0	- 4	0	8	0
TPL-Transports petites larves.....	- 66	1	34	1	38	1
TGL-Transports grandes larves.....	0	0	- 4	0	7	0
LPL-Léchages petites larves.....	- 189	1	97	1	0	0
LGL-Léchages grandes larves.....	104	0	- 15	0	- 11	0
NDR-Nombre dons à la reine.....	283	1	5	0	455	6
TDR-Temps dons à la reine.....	410	165	19	16	569	712
NDP-Nombre dons aux petites larves....	- 327	4	555	13	2	0
TDP-Temps dons aux petites larves.....	- 273	131	695	658	0	0
NDG-Nombre dons aux grosses larves....	- 27	0	275	3	- 13	0
TDG-Temps dons aux grosses larves....	- 76	13	260	89	- 20	11
NDF-Nombre dons aux Fourmis.....	606	7	2	0	- 78	3
TDF-Temps dons aux Fourmis.....	813	363	2	2	- 184	255
NRF-Nombre réceptions des Fourmis....	- 339	4	- 164	4	9	0
TRF-Temps réception des Fourmis.....	- 735	309	- 258	214	7	9

COR, corrélation; CTR, contribution. Tous les chiffres sont multipliés par 1 000.

Les 15 paramètres enregistrés peuvent donc se ramener à quelques facteurs, les deux premiers regroupant 75 % de l'information sont les plus importants. Le premier est un rapport opposant les dons aux Fourmis aux réceptions, et représente l'activité trophallactique entre adultes; le second représente l'activité trophallactique envers les larves. On reconnaît dans la colonie étudiée 3 groupes de Fourmis :

— les pourvoyeuses (02, 07, 09, 10, 11, 12) caractérisées par TDF, NDF et RMI. Les dons à la reine (NDR et TDR), et les léchages des grosses larves (LGL) sont assurés surtout par des pourvoyeuses;

— les receveuses : ce sont les 2 reines (00 et 01), et 5 ouvrières (03, 05, 06, 08, 15) caractérisées par TRF et NRF;

— les nourrices : (04, 13 et 14) caractérisées par TDP, TDG, NDP et NDG. Les léchages et transports des petites larves (LPL et TPL) sont assurés surtout par les nourrices. Le transport des grosses larves (TGL) est à part, assuré aussi bien par des receveuses que des pourvoyeuses.

DISCUSSION. — L'analyse des données n'a été utilisée jusqu'à présent, dans le cadre de la division du travail, que par Brothers et Michener<sup>(5)</sup> chez une Abeille primitive *Lasioglossum zephyrum* avec des groupes de 6 individus au maximum. Avec une double analyse en composantes principales et discriminante, ils distinguent la reine des ouvrières, celles-ci formant un continuum depuis les gardiennes jusqu'aux pourvoyeuses.

Chez *Lasius niger*, dans presque toutes les colonies étudiées, on a retrouvé fondamentalement les paramètres TDF/TRF en facteur 1 et TDP en facteur 2 (sur une vingtaine de colonies). Il semble qu'il y ait ici plutôt 2 « castes » d'ouvrières : les pourvoyeuses et les Fourmis du service intérieur. En effet dans les colonies d'effectif plus important la séparation receveuses-nourrices n'est pas très marquée. La reine est nourrie directement

par les pourvoyeuses. Celles-ci s'occupent aussi des grosses larves (transports, léchages), et les nourrissent même dans certains cas. L'analyse a par ailleurs confirmé que le comportement, qui consiste à ramener dans le nid du couvain « égaré » et qui a été décrit dans une Note antérieure <sup>(6)</sup>, est caractéristique des pourvoyeuses.

Les études sur la division du travail chez les Fourmis sont nombreuses <sup>(7)</sup> mais la trophallaxie a été très peu étudiée dans cette perspective. C'est ainsi que Wilson <sup>(8)</sup> a éliminé la trophallaxie dans son étude sur le polyéthisme de *Pheidole dentata* car ce comportement est apparemment pratiqué par toutes les ouvrières. En réalité, si on note le sens du flux alimentaire, on trouve des différences très importantes entre individus; l'analyse des correspondances peut déterminer les facteurs comportementaux les plus significatifs permettant de discriminer les différents types d'individus. Dans des travaux ultérieurs on utilisera cette technique pour déterminer l'origine de ces variations, au niveau de l'âge, de l'expérience précoce ou des phénomènes de régulation.

(\*) Séance du 19 juin 1978.

(1) LEBART et FENELON, *Statistique et informatique appliquée*, 1971, Dunod, Paris.

(2) A. LENOIR, *Comptes rendus*, 279, série D, 1974, p. 1781.

(3) BENZECRI et coll., *L'analyse des données*, 2, 1973, Dunod, Paris.

(4) Colonie composée de 2 reines, 14 ouvrières, 85 petites larves, 6 grosses larves et une cinquantaine d'œufs.

(5) D. J. BROTHERS et C. D. MICHENER, *J. Comp. Physiol.*, 90, 1974, p. 129-168.

(6) A. LENOIR, *Comptes rendus*, 284, série D, 1977, p. 2557.

(7) E. O. WILSON, *Insect Societies*, 1971, Belknap Press, Harvard Univ. Press.

(8) E. O. WILSON, *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1, 1976, p. 141-154.

*Laboratoire d'Éthologie et Psychophysiologie,  
Département de Mathématiques, Faculté des Sciences,  
Parc de Grandmont, 37200 Tours.*