

LOUIS LE GUELTE, RAYMOND RAMOUSSE, MICHEL LE BERRE

L'ANALYSE GRAPHIQUE APPLIQUÉE A LA TOILE GÉOMÉTRIQUE DES ARAIGNÉES

Riassunto — *Il metodo dell'analisi grafica applicato allo studio delle tele circolari.* L'analisi di un numero elevato di misure come quelle che possono essere raccolte nello studio del comportamento di costruzione della tela può essere resa più agevole applicando il metodo dell'analisi grafica, che utilizza la trasformazione delle misure in simboli grafici. Questi simboli possono essere disposti opportunamente in linee o in colonne in modo tale da far risaltare eventuali somiglianze, correlazioni e inversioni tra i parametri. Gli autori hanno predisposto un programma per l'impiego di questo metodo con piccoli calcolatori. Viene fornito un esempio dell'applicazione del metodo nell'interpretazione dei risultati ottenuti studiando il comportamento di un ragno osservato in due diverse condizioni.

Résumé — L'analyse d'un nombre élevé de mesures est facilitée par l'utilisation de la méthode d'analyse graphique. Celle-ci utilise la transformation des mesures en symboles graphiques. Ceux-ci peuvent être déplacés par colonnes ou lignes pour faire apparaître des similitudes, des corrélations ou des relations inverses entre les paramètres. Nous avons rédigé un programme permettant l'utilisation de cette méthode sur microordinateur. Nous donnons un exemple d'application pour l'interprétation des résultats obtenus au cours de l'étude du comportement d'une Araignée dans deux conditions.

Summary — *Graphic analysis method applied to the study of orb-webs.* Analysis of a great number of data such as collected on web building behavior has been made easier by means of « Graphic analysis » method. It uses graphic symbols in place of numbers. These symbols can be manipulated either for one row or one column, allowing the search for similarities, correlation and inversion between parameters. We have written a program in order to use this method in a small computer. An example of this analysis is given for the webs of a spider observed in 2 conditions.

Key words — Graphic analysis method, Computer program, Spider orb-webs.

L'impact de l'alternance des variations lumière-obscurité sur l'organisation temporelle des comportements est un sujet dont l'étude a été abordée sur des organismes de niveau évolutif différents, des animaux unicellulaires à l'homme. Moins nombreuses sont les observations des effets de ce facteur environnemental sur l'organisation spatiale du comportement. L'étude de ces effets sur le comportement constructeur d'une Araignée à toile géométrique

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale, Université Claude Bernard, 86 Rue Pasteur, 69004 Lyon, France.

que a été entreprise pour des raisons multiples et entre autres car ce comportement a été utilisé soit pour tester l'influence de substances pharmacologiques soit pour établir un lien entre des structures nerveuses et le comportement après lésions de certaines de ces structures. Ce comportement se traduit par un résultat analysable, la toile, dont l'organisation paraît très stable. Cependant quelques mesures rapides, telle la prise en compte du nombre de rayons ou l'évaluation de la surface, permettent déjà de constater qu'il n'en est rien. Des mesures plus nombreuses et plus précises sont nécessaires pour mettre en évidence des similarités éventuelles entre les toiles d'un individu ou de plusieurs, tant dans une même condition d'environnement que dans des conditions différentes (RAMOUSSE, 1977).

PROBLÈME SOULEVÉ PAR LA PRISE DE DONNÉES SPATIALES

L'approche de ce problème a été partiellement facilitée par l'utilisation d'une table traçante munie d'une fibre optique pour la saisie de coordonnées en X et Y servant au repérage de points-clés déterminés par l'expérimentateur.

La fibre optique est au départ guidée par un levier permettant ses déplacements pas à pas. Une fois le contour de la toile repéré, le pilotage de la fibre optique dépend du programme fourni à l'ordinateur connecté à la table traçante. Les données sont stockées sur bandes perforées à la sortie de l'ordinateur (LE GUELTE et RAMOUSSE, 1976).

Cette technique nous permettait ces dernières années d'obtenir 200 mesures par toile rendant possible une étude détaillée des variations. Mais ce protocole de prises de données s'est révélé assez long et source d'erreurs surtout au niveau du tri des données par validation manuelle.

Un programme simplifié augmentant la rapidité et la fiabilité a été mis au point en tenant compte des résultats obtenus par le procédé précédent. Il consiste à réaliser, à partir d'une photo de toile, 6 mesures au niveau des axes verticaux et horizontaux, une mesure d'échelle et le comptage de 2 paramètres (nombre de rayons et de spires) dans les quatre directions. Ces quinze mesures permettent d'obtenir une connaissance suffisante, pour nos besoins actuels, de la géométrie et du nombre d'éléments de la toile.

PROBLÈME DE L'ENREGISTREMENT DU COMPORTEMENT

Les Araignées ayant une activité constructrice essentiellement nocturne sont observées dans une enceinte où une alternance jour-nuit, fixée par l'expérimentateur, est réalisée. L'enregistrement du comportement est réalisé en utilisant des magnétoscopes à enregistrement ralenti 48 fois et à

lecture à vitesse normale. Les cages d'élevage sont filmées à l'obscurité presque totale (inférieure à 1 lux) grâce à une caméra très sensible. Une horloge s'inscrit sur l'image. Ceci permet de repérer le moment où a lieu le comportement et les durées des différentes phases: pose des rayons et fils de cadre, pose de la spirale.

ANALYSE DES DONNÉES

Le développement rapide de l'utilisation de techniques quantitatives en Ethologie s'est traduit par l'usage de techniques mathématiques sophistiquées en vue de mieux comprendre le phénomène étudié. De nombreux algorithmes permettent d'analyser des données multiples: analyses factorielles, hiérarchiques, des correspondances... Dans tous les cas, les résultats obtenus par l'analyse doivent être interprétés (LE BERRE, 1970; LE PAPE et LE BERRE, 1971).

En géographie, les nombreuses séries quantitatives obtenues ont été analysées par traitement graphique des données (ou classification visuelle) mise au point par le laboratoire de J. Bertin.

Deux articles très documentés (BERTIN, 1977; BOUIN, 1977) montrent l'intérêt de cette technique de traitement par rapport aux traitements mathématiques purs « insistant sur le rôle réel de la classification visuelle à fournir l'instrument d'une interprétation raisonnée fondée non sur le voile de tel ou tel algorithme mais fondée sur les contributions des données elles-mêmes » (Bertin).

PRINCIPE DE L'ANALYSE GRAPHIQUE

Il s'agit de mettre en ordre des éléments différents les uns des autres à l'aide d'une matrice ordonnable. Cette matrice est obtenue par transformation, dans un tableau de données, des nombres des séries quantitatives en onze classes correspondant à onze paliers visuels. Le but est d'aboutir à une organisation et une simplification de l'information considérée, par permutation de toutes les lignes et toutes les colonnes.

MATÉRIEL

Matériel mécanique

Jusqu'à présent ce matériel mis au point par le laboratoire de graphique de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales impose les contraintes suivantes:

- 1) Les dominos qui constituent les lignes et les colonnes ont la même surface. Les lignes sont égales en hauteur et les colonnes en largeur.
- 2) Les dominos sont assemblés à l'aide de tringles permettant la permutation des lignes et des colonnes.
- 3) Onze types de dominos correspondent à onze paliers visuels allant du blanc au noir par une variation de valeur ou de taille permettant la visualisation des données.

La capacité des matrices est soit de 50 indicateurs sur 50 objets, soit le quadruple 100 x 100.

INFORMATISATION DE LA TECHNIQUE D'ANALYSE GRAPHIQUE

Matériel utilisé

- Un microordinateur CBM 3032;
- Un lecteur de disquettes CBM 3040;
- Une imprimante CBM 2022.

Les données à analyser étant enregistrées sur disque souple, le programme débute par un appel des données correspondant à un ou plusieurs animaux dans une ou plusieurs conditions selon les besoins.

Les données manquantes au niveau des différentes observations peuvent être éliminées.

A partir de ces données, d'autres sont calculées portant à 31 le nombre de paramètres par observation. L'analyse est réalisée en utilisant un tableau (A) à 31 colonnes permettant l'entrée de 200 observations.

Pour chaque paramètre, les données sont transformées en valeurs de classes (11 classes de mesures). Selon Bertin, la division en classes égales ne change rien à la valeur de la méthode, aussi c'est ce type de division que nous avons choisi. Un tableau (B) à 31 lignes contient sur chaque ligne le numéro du paramètre considéré. Un tableau à 200 lignes (C) contient sur chaque ligne le numéro de l'observation considérée. Ces 2 tableaux contiennent au départ les chiffres de 1 à 31 et de 1 à 200 respectivement dans l'ordre croissant. Après transformation de toutes les données en valeurs de classes, ces dernières sont représentées par un symbole, composé à partir de touches du clavier du microordinateur, par confrontation de chacune de celles-ci avec celle de la ligne d'un tableau (D) contenant les symboles figurés de 1 à 11. Les symboles sont imprimés ligne par ligne: c'est la première représentation graphique des données (Fig. 1).

— soit au choix de l'opérateur.

Enfin un 3ème sous-programme permet de sortir après chaque manipulation, à l'écran ou à l'imprimante, les représentations graphiques désirées par appel des symboles du tableau D selon l'ordre des lignes contenues dans C et des colonnes contenues dans B.

L'application de cette technique d'analyse aux toiles construites par une Araignée (*Araneus diadematus* Cl.) dans 2 conditions avec un cycle lumière-obscurité (12-12):

— 18 toiles où l'Araignée détruisait la toile précédente avant de construire à nouveau;

— 27 toiles où l'expérimentateur détruisait la toile présente à 18 heures, nous a permis de constater (Fig. 2 et 3):

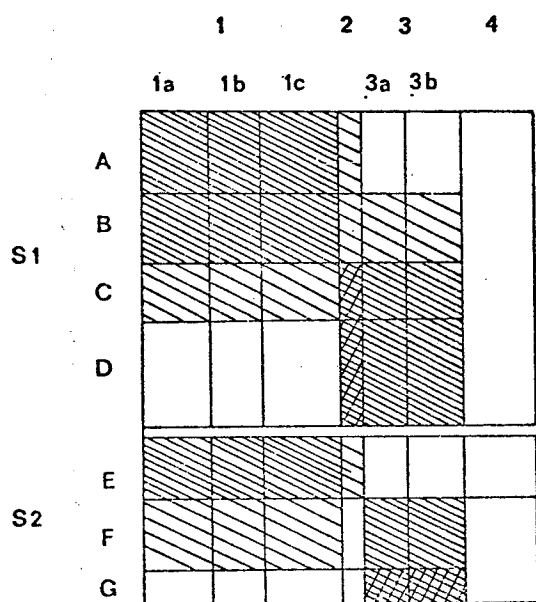


Fig. 3

SYSTEME 1: Toiles construites de nuit.
 A B toiles conservées (tc)
 C D toiles détruites (td)
 A C début nuit, B D fin nuit.

SYSTEME 2: Toiles de jour
 E tc
 F G td
 E F début jour, G fin jour.

INDICATEURS: Opposition 1 et 3 suivant les conditions
 1a hauteurs, 1b nombres spires, longueur fil.
 1c nombre rayons, surfaces spire et totale.
 2 moment, durées.
 3a écarts spire, 3b surface cadre.
 4 surface centre, pourcents spire.

- 1) que les rapports entre surface de spire, du centre, du cadre ne sont pas des indices discriminants de ces conditions;
- 2) que les nombres de spires dans les 4 directions donnent à peu près tous la même information, un seul suffirait donc;
- 3) que l'on peut opposer, au point de vue surfaces et nombres de spires, les toiles construites pendant la période obscure à celles construites pendant la période lumineuse;
- 4) que les deux conditions s'opposent en ce qui concerne:
 - les hauteurs de la spirale caprice et la longueur de fil utilisé pour la construction (Fig. 4);

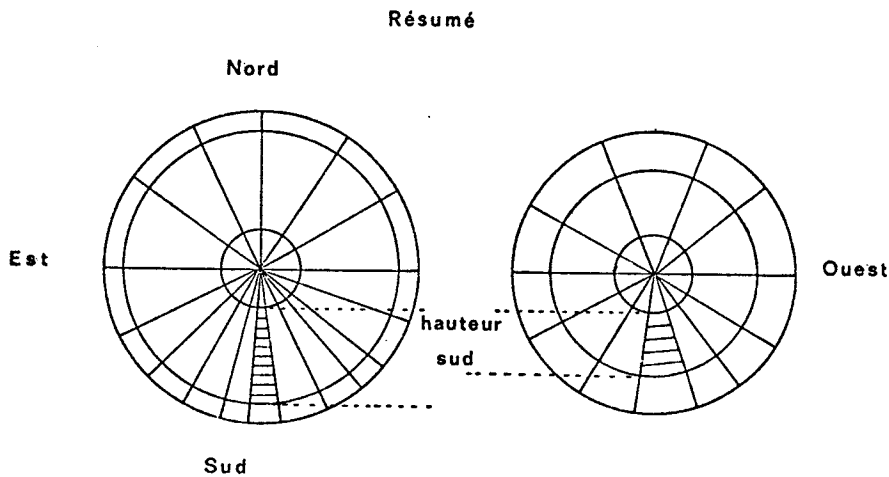


Fig. 4 - Les toiles d'un animal peuvent être résumées par nombres de rayons et de spires sud, hauteur sud, surface des spires et du cadre.

- le moment et la durée de ce comportement;
- les écarts entre spires;
- la dimension totale des toiles, celles de la 1ère condition étant les plus grandes.

BIBLIOGRAPHIE

- RAMOUSSE R. (1977) - Organisation spatio-temporelle du comportement constructeur chez *Araneus diadematus*. Thèse, Université de Lyon, t. 1, 60 pp.; t. 2, 60 pp.
- LE GUELTE L., RAMOUSSE R. (1976) - Analyse semi-automatique de photographies. Toiles d'Araignées. *Biol. Behav.*, 2, 97-100.

- LE BERRE M. (1970) - Contribution à l'analyse objective des comportements du scorpion *Buthus occitanus* (Amor.). Cas particulier du comportement alimentaire. *Thèse de 3ème cycle*. Fac. Sci. Université de Rennes, t. 1, 49 pp., t. 2, 45 pp.
- LE PAPE G., LE BERRE M. (1971) - Essai d'application d'une technique mathématique à la description du comportement. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, 46, 251-254.
- BERTIN J. (1977) - La graphique et le traitement graphique de l'information. *Flammarion, Paris*.
- BOUIN S. (1977) - Les problèmes rencontrés dans l'utilisation d'une matrice ordonnable. *L'espace géographique*, 4, 218-232.