

# Exemple de la contribution de l'analyse factorielle des correspondances pour suivre l'évolution de la structure d'une population piscicole

D. BENGEN, P. LIM et A. BELAUD  
Ecole nationale supérieure agronomique (ENSA)  
Laboratoire d'ichtyologie appliquée  
145 avenue de Muret  
31076 Toulouse cedex  
France

## Abstract

This contribution demonstrates an application of correspondence analysis to length-frequency data of catfish (*Ictalurus melas*, Ictaluridae) sampled by electrofishing in the Garonne River, near Toulouse, France. The available samples ranged from February 1988 to November 1990 and covered a total length range from 8 to 30 cm. The method applied allowed the identification of two groups of catfish, with those between 15 cm having a dynamics different from those above 15 cm. This is discussed with regard to the movements, vulnerability to the sampling gear, and individual growth of *I. melas* at the sampling site.

## Introduction

L'étude de la structure de population par classes de taille est une base principale de l'étude de la dynamique des populations de poissons. En raison du nombre important d'individus mesurés, la présentation de la distribution de tailles en diagrammes de fréquence (histogrammes) s'impose. La lecture d'un histogramme portant sur des cohortes bien séparées peut suffire à une bonne description des effectifs de chaque classe d'âge (Persat et Pattée 1981; Philippart 1987). Toutefois, l'interprétation des histogrammes est généralement difficile en raison des chevauchements des tailles (Ricker 1975). Dans ce cas là, l'application d'une méthode statistique est nécessaire. Cet outil statistique permet aussi de mieux suivre les évolutions d'une population.

A titre d'exemple, le présent article propose d'aborder la structure en classes de taille et l'évolution d'une population de poisson-chat (*Ictalurus melas*) par l'analyse factorielle des correspondances.

## Matériels et Méthodes

### Données recueillies

La structure de population en classes de taille chez *Ictalurus melas* est analysée à partir de données

recueillies par la méthode de l'échantillonnage ponctuel d'abondance par pêche électrique (Nelva et coll. 1979; Belaud et coll. 1990). Cette méthode a été appliquée aux *I. melas* du cours moyen de la Garonne. Les échantillonnages ont été effectués saisonnièrement de 1988 à 1990, soit 11 campagnes de prélèvements.

L'extraction des données fait apparaître un total de 781 individus répartis dans 528 échantillons. La structure en classes de taille est présentée dans le Tableau 1.

## Analyse des données

Les données de Tableau 1 ont été traitées par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C.) (Badia et Do Chi 1976; Benzécri et coll. 1982; Diday et coll. 1982; Foucart 1985; Digby et Kempton 1987).

L'A.F.C. s'applique ici à un tableau constitué de I colonnes (dates) et J lignes (classes de taille) où on trouve, à la colonne i et la ligne j, l'effectif  $N_{ij}$  d'individus de taille j dans la date i.

Dans un tel tableau, I et J jouent un rôle symétrique et comparer des éléments de I (respectivement de J) revient à comparer les lois de probabilité conditionnelles, estimées par  $n_{ij}/n_{i.}$  (respectivement  $n_{ij}/n_{.j}$ ), avec  $n_{i.} = \sum n_{ij}$  (nombre de fois où le sujet i possède tous les caractères j), et  $n_{.j} = \sum n_{ij}$  (nombre des réponses du caractère j). On mesure ensuite la proximité entre deux éléments  $i_1$  et  $i_2$  de I par la valeur de chi-carré ( $\chi^2$ ), qui établit la stabilité des résultats vis-à-vis de la part d'arbitraire liée à la définition de l'intervalle de classe.

Les résultats de calculs de l'A.F.C. font apparaître respectivement une liste des valeurs propres et deux tableaux de coordonnées factorielles: les coordonnées des colonnes (dates) et les coordonnées des lignes (classes de taille). Le graphe des valeurs propres a ensuite été tracé pour savoir combien de facteurs parmi l'ensemble doivent être retenus. De

même, les coordonnées factorielles des classes de taille et les coordonnées factorielles des dates ont été illustrées synthétiquement sous la forme de cartes de coordonnées factorielles.

### Résultats et Discussion

Le Tableau 1 montre l'ensemble de la structure en classes de taille de la population d'*Ictalurus melas* aux différentes dates d'échantillonnage. Il apparaît immédiatement que les grands sujets sont présents de manière constante dans le milieu et qu'au contraire les petits sujets n'apparaissent qu'à certaines dates. Cependant, les dates d'absence de jeunes poissons ne correspondent pas automatiquement avec les saisons. De plus, il est difficile dans ces données de préciser la limite entre les deux groupes pressentis. Alors on fait appel à l'analyse factorielle des correspondances.

Les résultats de l'A.F.C. nous ont conduit à rechercher les axes factoriels qui permettent d'extraire le maximum d'informations concernant les proximités des dates de prélèvements dans l'espace des classes de taille. La qualité de ces informations est examinée par l'importance de la ou des plus grandes valeurs propres selon qu'on utilise un ou plusieurs facteurs pour la représentation (Lebart et coll. 1979).

Le dépouillement simultané des 5 premiers facteurs (voir le graphe des valeurs propres, Fig. 1A) met en évidence l'importance des deux premiers facteurs, dont on trace la représentation fonctionnelle des classes de taille (Fig. 1B) et des dates d'échantillonnage (Fig. 1C). Ces deux premiers facteurs rendent compte respectivement 45.9% et 31.8% de la variance expliquée, soit au total 77.7%.

La figure 1B montre une opposition de classes de taille petites et grandes aux classes de taille

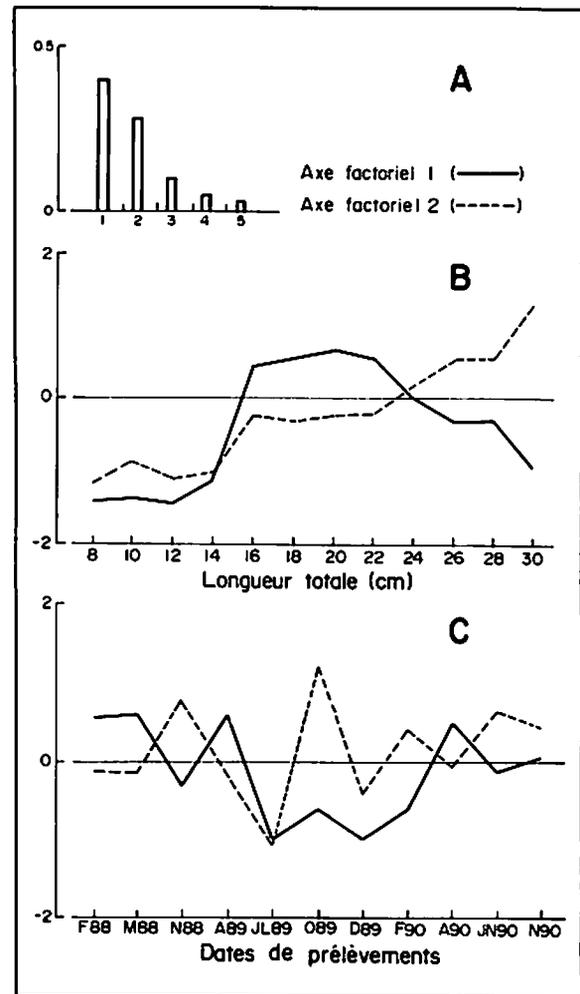


Figure 1. Résultats de l'analyse des données du tableau 1 par l'A.F.C. A: Graphe des valeurs propres. B: Coordonnées des deux premiers facteurs pour les classes de tailles. C: Coordonnées des deux premiers facteurs pour les dates de prélèvement.  
Fig. 1. Results of correspondence analysis of data in Table 1. A: Eigenvalues. B: Coordinates of first two factors, related to the lengths. C: Coordinates of first two factors, related to the sampling dates.

Tableau 1. Distribution de fréquences de taille de poisson-chat (*Ictalurus melas*) échantillonnés dans la Garonne, pour un intervalle de classe de 2 cm (limite de classes supérieures), de février 1988 à Novembre 1990.  
Table. Length-frequency distribution of catfish (*Ictalurus melas*) sampled in the Garonne River and grouped in 2-cm classes (upper class limits) from February 1988 to November 1990.

LT (cm)	Février 1988	Mai 1988	Novembre 1988	Avril 1989	Juillet 1989	Octobre 1989	Décembre 1989	Février 1990	Avril 1990	Juin 1990	Novembre 1990
8	1	-	-	-	8	-	11	1	-	-	-
10	1	-	-	-	11	-	14	7	-	-	-
12	-	-	-	-	10	-	5	4	-	-	-
14	-	-	-	1	6	-	-	3	-	-	-
16	8	2	-	9	2	-	-	7	11	-	-
18	29	9	-	29	7	-	-	7	11	-	-
20	52	14	-	37	6	-	1	2	9	5	7
22	19	11	-	36	3	-	6	1	7	2	8
24	11	9	5	27	3	6	14	15	5	9	12
26	19	4	7	14	6	26	15	24	4	12	14
28	11	2	-	2	2	10	6	16	5	8	9
30	-	-	-	-	-	8	1	11	-	1	-

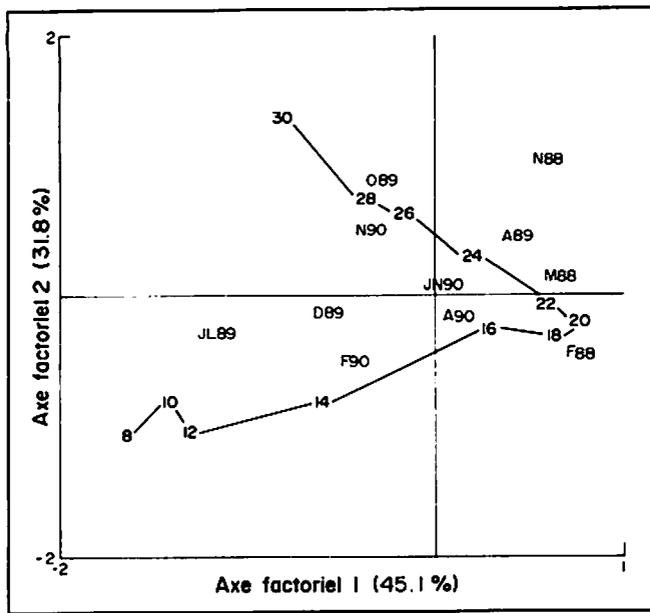


Figure 2. Analyse factorielle des correspondances. Projection simultanée des classes de taille et des dates de prélèvements dans le plan des deux premiers axes factoriels (8 à 30: classes de taille; F88 à N90: dates de prélèvements).

Fig. 2. Correspondence analysis: showing the evolution of size and sampling dates onto a plane defined by the first two factors (8 to 30: size classes; F88 to N90: sampling dates).

moyennes. Ce phénomène est beaucoup plus marqué sur le premier facteur que sur le second. Ces deux facteurs ont une importance constante sur les 4 premières classes de taille (LT inférieure à 14 cm). On observe ensuite une rupture franche au niveau des classes 14-16 cm, permettant de séparer 2 groupes ou sous-populations.

Les cartes des coordonnées factorielles de dates (Fig. 1C) montrent une influence constante des deux premiers facteurs sauf en novembre 1988 (N88) et entre juillet et décembre 1989 où il existe une rupture dans l'évolution des peuplements de poisson-chat.

La représentation simultanée sur un même graphique des classes de taille et des dates d'échantillonnage (Fig. 2) illustre encore plus clairement la présence des deux groupes ou sous-populations et la rupture dans leur évolution. L'importance des petites classes de longueur (de 8 à 14 cm) est essentiellement marquée en juillet 1989 (JL89), décembre 1989 (D89) et février 1990 (F90). Cette sous-population présente une rupture d'évolution entre juillet et décembre 1989 illustrée par un retour en arrière du point D89 (décembre 1989). Ceci est interprété par les phénomènes de

déplacements des poissons dans le milieu ou de sélectivité dans la capture. La croissance est ensuite rapide entre février et novembre 1990, ce qui résulterait à une croissance estivale, reliée à la productivité du milieu.

L'évolution de la seconde sous-population (LT supérieure à 16 cm) se fait globalement de manière cyclique synchronisée aux saisons, avec un bref ralentissement de croissance entre février 1988 (F88) et mai 1988 (M88) (proximité de ces deux dates d'échantillonnage, Fig. 2).

Le présent exemple confirme l'intérêt de l'analyse factorielle dans l'étude de l'évolution de la structure en classes de taille d'une population piscicole, démontrée auparavant par McClade et Smith (1983). L'analyse pourrait encore atteindre une meilleure précision si les variables d'étude, les échantillons et les effectifs étaient plus nombreux. On peut donc envisager, par la suite, la généralisation de l'A.F.C. sur des données abondantes.

## Références bibliographiques

- Badia J. et T. Do Chi. 1976. Etude cinétique de la structure des populations de *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) par l'analyse factorielle des correspondances. *Mar. Biol.* 36: 159-168.
- Belaud A., D. Bengen et P. Lim. 1990. Approche de la structure du peuplement ichtyologique de six bras morts de la Garonne. *Annls Limnol.* 26(1): 81-90.
- Benzécri J.P. et coll. 1982. L'analyse des données. 2. L'analyse des correspondances. Dunod, Paris. 632 p.
- Diday E., J. Lemaire, J. Pouget et F. Testu. 1982. *Eléments d'analyse de données.* Dunod, Paris. 464 p.
- Digby P.G.N. et R.A. Kempton. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities.* Chapman & Hall Ltd., London. 206 p.
- Foucart T. 1985. *Analyse factorielle. Programmation sur micro-ordinateurs.* Masson, Paris. 234 p.
- Lébart L., A. Morineau et J.P. Fénélon. 1979. *Traitement des données statistiques.* Dunod, Paris. 240 p.
- McClade, J.M. and S.J. Smith. 1983. *Principal component analysis for exploratory data analysis of commercial length-frequency data.* Publication Spéciale Canadienne des Science halieutiques et aquatiques 66: 235-239.
- Nelva A., H. Persat et D. Chessel. 1979. Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichtyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *C.R. Acad. Sci. Paris* 289D: 1295-1298.
- Persat H. et E. Pattée. 1981. The growth rate of young grayling in some French rivers. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 1270-1275.
- Philippart J.C. 1987. Démographie, conservation et restauration du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (Linné) (Teleostei, Cyprinidae) dans la Meuse et ses affluents: Quinze années de recherches. *Annls Soc. r. Zool. Belg.* 117(1): 49-62.
- Ricker W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics statistics of fish populations. *Fish. Res. Board Can. Bull.* 191: 1-382.

