

ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES ENTRE
LES PARAMETRES METEOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES
ET LES CAPTURES DE POISSONS EN MILIEU LAGUNAIRE

par

BRUSLE J., HERVE P. et XECH J.

*Laboratoire de Biologie Marine et Centre de
calcul de l'Université de PERPIGNAN (66025)*

Abstract

Variations in quality and quantity of fish caught with "verveux" from a Mediterranean lagoon during a period of 34 consecutive days were related to various meteorological and hydrological situations. A multidimensional statistical analysis or factorial analysis of correspondances between physical and biotic parameters was used by treatment in a computer. Construction of a table of contingency and of a matrix of correlations has shown that local climatic conditions determine certain types of catch related to the ethology of species which constitute the ichthyofauna of brackish lagoons.

oOo

Dans le cadre d'un travail consacré à l'étude des ichthyofaunes lagunaires des étangs littoraux du Roussillon (Salses-Leucate et Canet-Saint-Nazaire) ont été abordés les problèmes relatifs à la pêche et aux variations qualitatives et quantitatives des captures. Les fluctuations dans les prises ont été rapportées aux diverses situations météorologiques et hydrologiques.

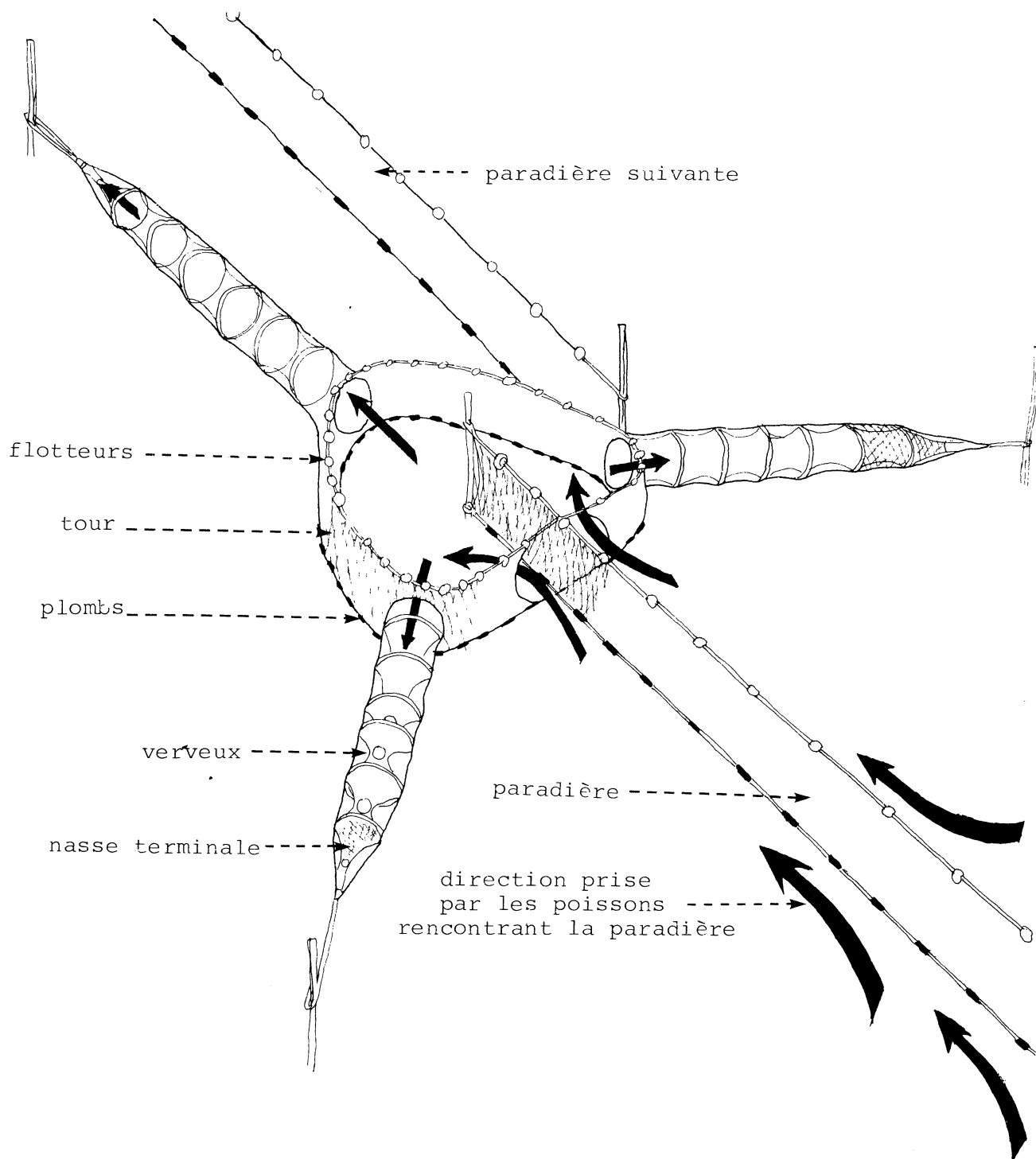
L'influence du temps (météo) sur le rendement de la pêche est connu de façon empirique par les pêcheurs professionnels mais a peu retenu l'attention des chercheurs (MARION, 1891 ; TUNG, 1971 ; LIBOSVARSKY et DARRAG, 1975 ; DOW, 1977 ; SUTCLIFFE et coll., 1977).

Aucune étude systématique intégrant les divers paramètres hydrologiques et climatologiques n'ayant été précédemment entreprise, il nous a semblé utile d'effectuer une analyse statistique multidimensionnelle ou analyse factorielle des correspondances.

1 - MATERIEL ET METHODES

a) Les engins de pêche :

Le verveux (ou pentanne ou capetchade) est (Fig. 1) un filet utilisé par les pêcheurs professionnels méditerranéens ; il appartient à la catégorie des engins de type "passif" d'après la classification de MONOD (1973). Ce piège consiste en un filet droit ou paradière tendu perpendiculairement à la rive et dirigé vers le large de l'étang de façon à former un



VERVEUX OU PENTANNE

barrage. Les Poissons qui viennent buter contre ce filet sont "guidés" vers le tour où s'ouvrent 3 nasses de capture qui sont visitées régulièrement pour la récolte des poissons vivants. Plusieurs verveux peuvent être associés en ligne.

b) Les espèces récoltées :

11 espèces communes de Téléostéens, appartenant à 6 familles et présentant presque toutes un intérêt commercial ont été retenues :

- l'Anguille *Anguilla anguilla* (Anguillidae)
- la Daurade *Sparus aurata* (Sparidae)
- le Loup *Dicentrarchus labrax*
- les Muges
 - *Mugil cephalus* (Mugilidae)
 - *Mugil auratus* "
 - *Mugil ramada* "
 - *Mugil saliens* "
 - *Mugil labrosus* "
- l'Athérine *Atherina boyeri* (Atherinidae)
- les Gobies *Pomatoschistus microps* (Gobiidae)
- Pomatoschistus minutus* (Gobiidae)

Deux espèces de Crevettes, la Crevette grise *Crangon crangon* (Crangonidae) et la Crevette rose *Palaemon sp.* (Palaeomonidae) ont été également considérées.

c) Mesure des paramètres physiques :

- Les données météorologiques ont pour origine la station météorologique de Perpignan-La-Llabanère (42°44'N ; 2°52'E, 43 m). Elles concernent la force et la direction des vents, la pluviosité, la nébulosité, la température de l'air, la pression atmosphérique.

- Les données hydrologiques sont relatives à la hauteur ainsi qu'à la turbidité de l'eau au niveau des filets de pêche.

d) Méthodologie :

Le travail a porté sur une période de 34 jours consécutifs, les nasses (6) ayant été relevées quotidiennement à la même heure, du 28 février au 2 avril 1977 dans le même site de l'étang de Salses-Leucate.

En vue d'une discrimination en fonction de l'âge des poissons de façon à juger d'une éventuelle accoutumance au filet et de réactions d'évitement de la part de certaines classes d'âge, plusieurs espèces ont été classées (Fig. 2) en deux groupes

- t1 : juvéniles (0,0 +) et fingerlings (1,1 +)
de Muges
- T1 : Anguilles de taille LT < 30 cm
- t2 : Loup, Daurades et Muges de 2 ans et plus
- T2 : Anguilles de LT > 30 cm

Espèces capturées				
	a	b	c	x y z
Hauteur d'eau	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Turbidité	1		kij	
	2			
	3			
Vitesse du vent	V1			
	V2			
	V3			
etc...				

ESPECES ANIMALES	
Loup	. 1
Daurade	. 2
Muge t1	. 3
Muge t2	. 4
Anguille T1	. 5
Anguille T2	. 6
Athérine	. 7
Gobies blancs (<u>Pomatoschistus microps</u> et <u>Pomatoschistus minutus</u>)	. 8
Crevette rose (<u>Palaemon sp.</u>)	. 9
Crevette grise (<u>Crangon crangon</u>)	+ 1
PARAMETRES CLIMATIQUES	
Hauteur de l'eau	H1 à H5
Pression atmosphérique	A1 à A5
Température	T1 T2 T3
Force du vent	F1 F2 F3
Direction du vent	V1 à V4
Turbidité	B1 à B3
Nébulosité	N1 à N4
Force/direction du vent	11 à 43
Pluviosité	P1 à P5

ESPECES ANIMALES	
Loups	. 1
Daurades	. 2
Mulet	. 3
Anguille	. 4
Athérine	. 5
Gobie	. 6
Crevette rose	. 7
Crevette grise	. 8
PARAMETRES CLIMATIQUES	
Hauteur de l'eau	HE
Turbidité	TB
Pression atmosphérique	PA
Force du vent	FV
Direction du vent	DV
Nébulosité	NB
Température	TP

Les paramètres hydrologiques et météorologiques ont été découpés (Fig. 2) en classes croissantes (H1-H5, T1-T3..) à l'exception de la turbidité (B1 désigne une eau très turbide et B3 une eau limpide). Les divers paramètres, physiques et biologiques, ont été affectés de codes typographiques (Fig. 2) et traités par un programme réalisé spécialement en FORTRAN IV pour un miniordinateur MITRA 15.

L'analyse factorielle des correspondances entre facteurs physiques et biotiques, selon les méthodes statistiques développées par BENZECRI et coll., 1973, CORDIER, 1965, LEBART et FENELON, 1973 et précédemment utilisées en biologie marine par GUILLE et PONGE, 1975, a d'abord consisté en la construction d'un tableau de contingence (Fig. 3) intégrant d'une part les espèces pêchées, d'autre part les données hydrologiques et météorologiques de façon à les mettre en correspondance.

Ce tableau montre que tout élément kij correspond au nombre de poissons de l'espèce j pêchés au moment d'un événement hydrologique ou météorologique i .

- Nous noterons alors :

$$k_i = \sum_{j=1}^p k_{ij} \quad k_{ij} : \text{effectif total d'un évènement météo}$$

$$k_{.j} = \sum_{i=1}^p k_{ij} \quad k_{ij} : \text{effectif total d'une espèce}$$

$$k = \sum_{i,j} k_{ij} \quad k_{ij} : \text{effectif total pêché}$$

Les fréquences relatives sont $f_{ij} = \frac{k_{ij}}{k}$

et, de façon analogue :

$$f_{i.} = \sum_{j=1}^p f_{ij} \quad f_{ij} = \frac{k_{i.}}{k}$$

$$f_{.j} = \sum_{i=1}^p f_{ij} \quad f_{ij} = \frac{k_{.j}}{k}$$

Le raisonnement s'effectuera alors en termes de fréquences relatives et chaque terme brut du tableau sera **remplacé** par sa fréquence relative pondérée. Une telle transformation de données brutes en profils conduit à choisir une distance autre que la distance euclidienne, cette distance étant appelée distance du

La distance entre deux événements climatologiques i et i' est alors donnée par la formule :

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \frac{1}{f_{.j}} \left(\frac{f_{ij}}{f_{i.}} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'.}} \right)^2$$

De façon symétrique, la distance entre deux espèces de Poissons j et j' s'écrira :

$$d^2(j, j') = \sum_{i=1}^n \frac{1}{f_i} \left(\frac{f_{ij}}{f \cdot j} - \frac{f_{ij'}}{f \cdot j'} \right)^2$$

Cette distance ne diffère de la distance euclidienne que par la pondération de chaque carré par les inverses des fréquences correspondant à chaque terme ; elle vérifie le "principe d'équivalence distributionnelle" qui s'exprime de la manière suivante :

- 1) pour une agrégation de deux espèces de poissons ayant des profils climatologiques identiques, les distances entre événements climatiques sont inchangées.
- 2) pour une agrégation de deux événements climatologiques ayant des profils de prises de poissons identiques, les distances entre espèces capturées sont inchangées.

Ce principe garantit ainsi une certaine invariance des résultats vis à vis de la division en classes (des événements climatologiques en particulier).

Pour le calcul de l'ajustement, il est nécessaire de munir chaque point d'une masse proportionnelle à sa fréquence afin de ne pas privilégier les classes d'effectif faible et de respecter en conséquence la répartition réelle de la population.

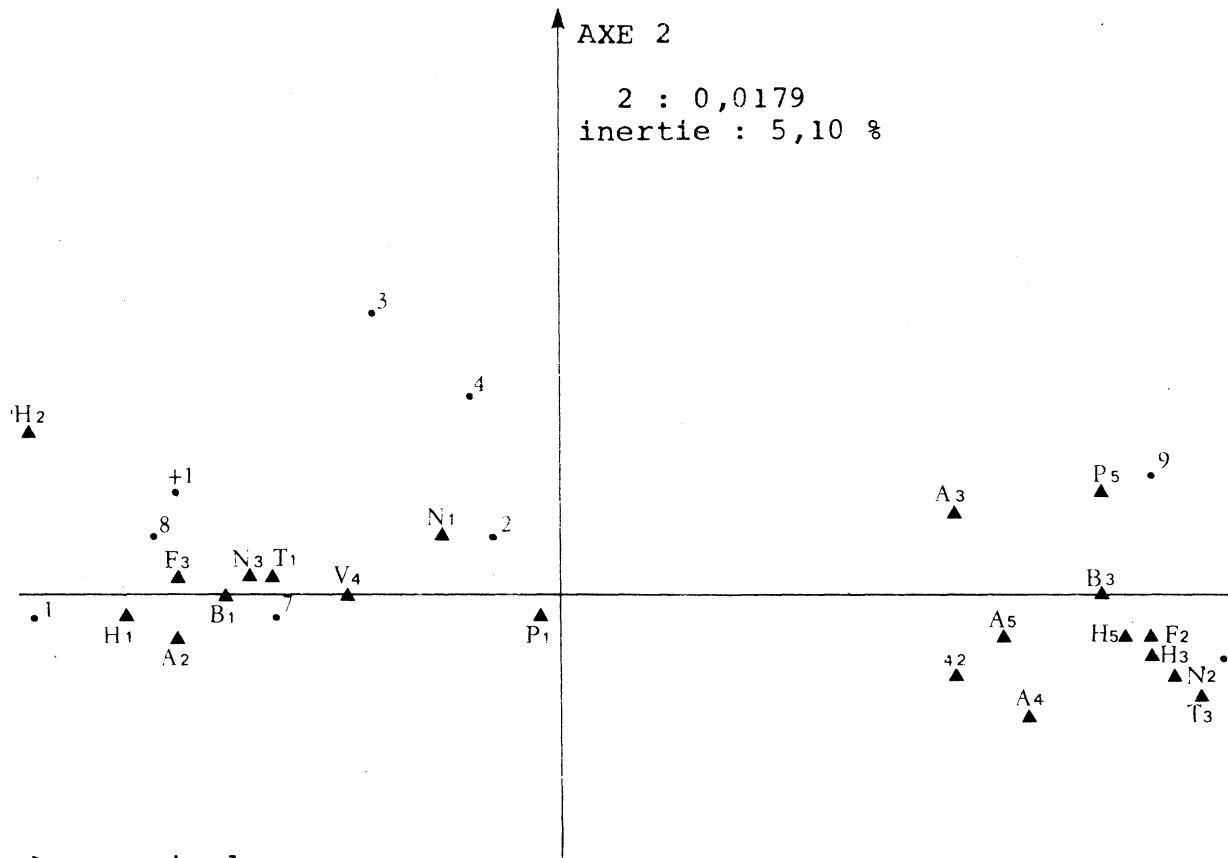
Dans un second temps, a été établie une matrice de corrélations, les paramètres ayant été affectés de nouveaux codes (Fig. 4) et traités également sur MITRA 15. Le calcul du coefficient de corrélation r traduit la représentation numérique des liaisons entre facteurs physiques et biotiques.

II - RESULTATS

Rappelons tout d'abord quelques règles d'interprétation graphique. Dans l'analyse factorielle des correspondances, il est licite d'interpréter les proximités entre éléments d'un même nuage (espèces/événements climatologiques) ainsi que les positions relatives de deux points d'un ensemble par rapport à tous ceux de l'autre ensemble. Par contre, sauf cas particulier, il convient de ne pas interpréter la proximité de deux points correspondant à des nuages différents.

Le graphique de la figure 5 traduit, sous forme de nuage de points, la relation existant entre les espèces animales et les facteurs physiques, la distribution initiale dans l'espace du nuage de points étant ramenée à 2 axes afin de juger de leur proximité.

RESULTAT GRAPHIQUE SELON LES AXES 1 ET 2
DE L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES



- espèces animales
- ▲ facteurs physiques

a) axe 1 : La projection du nuage de points sur cet axe conserve 87,74 % des proximités d'origine (de l'inertie du nuage d'origine). La valeur propre associée à cet axe est de 0,3063. Ces deux valeurs sont élevées et traduisent une bonne représentation du nuage initial. Elle révèlent en outre l'existence de fortes liaisons entre certains facteurs hydrologiques et météorologiques et certains types de captures. Deux groupes de points sont nettement distincts le long de cet axe qui est donc très discriminant.

Le premier ensemble de points, à gauche, associe à des conditions climatiques rigoureuses : vent (V4) très fort ($F3 > 12$ m/sec), température T1 basse ($\leq 3^\circ\text{C}$), turbidité (B1) élevée et hauteur d'eau faible (< 50 cm), les captures de Loups (.1), de Daurades (.2), de Muges (.3,.4), d'Athérines (.7), de Gobies (.8) et de Crevettes grises (+1).

Le second ensemble de points, à droite, associe des conditions d'environnement plus clémentes : vent (V1, V2) faible ou nul ($F1, F2 : < 6$ m/sec), température plus élevée ($T2, T3 \geq 5^\circ\text{C}$), faible turbidité (B2, B3) et hauteur d'eau plus considérable (> 90 cm) à des captures d'Anguilles (.5, .6) et de Crevettes roses (.9).

Il convient encore de noter la distribution quelconque des points relatifs à la nébulosité (N), à la pluviosité (P) et à la pression atmosphérique (A) qui n'apparaissent pas associées aux divers types de prises.

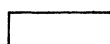
La matrice de corrélation (Fig. 6) confirme que le rendement de la pêche dépend de conditions précises de l'environnement. Les valeurs de r, sont en effet élevées ($> 0,50$ et $0,75$) entre les paramètres exprimant la force du vent (FV) la turbidité (TB) la température (TP) et les prises de Loups (1), de Daurades (2) de Muges (3) et de Crevettes grises (8).

DISCUSSION :

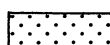
Ce travail apporte une confirmation mathématique à l'idée selon laquelle le rendement de la pêche dépend de conditions climatiques locales bien définies. Ainsi, pour le type d'engin testé (le verveux), des conditions rigoureuses (vent fort, température basse et turbidité élevée) sont nécessaires pour les captures de Loups, Daurades, Muges, Athérines, Gobies et Crevettes grises. La turbidité des eaux, en raison de la faible profondeur de l'étang et de la remise, en suspension dans l'eau des sédiments sablo vaseux et vaseux constitue un facteur prépondérant. Il s'agit vraisemblablement d'un phénomène de non-perception visuelle donc de non évitement des filets. D'autres facteurs tels que des "stress" liés soit à l'abaissement brutal des températures soit aux turbulences engendrées par le vent au sein des masses d'eau, sont également susceptibles de modifier le comportement des poissons et de favoriser leur capture.

MATRICE DE CORRELATIONS DES FACTEURS BIOLOGIQUES ET

	.4	.6	.2	.7	.5	.1	.3	.8	HE	TB	FV
.4	1,00	0,45	0,35	0,09	0,09	-0,04	-0,14	-0,16	-0,07	0,28	-0,06
.6	0,45	1,00	0,46	0,25	0,26	0,10	-0,02	-0,06	-0,07	0,26	0,12
.2	0,35	0,46	1,00	0,71	0,66	0,30	0,15	0,12	-0,40	0,38	0,37
.7	0,09	0,25	0,71	1,00	0,90	0,59	0,65	0,67	-0,69	0,64	0,50
.5	0,09	0,26	0,66	0,90	1,00	0,79	0,76	-0,77	0,71	0,57	-0,47
.1	-0,04	0,10	0,30	0,59	0,79	1,00	0,88	0,86	-0,62	0,57	0,42
.3	-0,14	-0,02	0,15	0,65	0,76	0,88	1,00	0,95	-0,66	0,53	0,29
.8	-0,16	-0,06	0,12	0,67	-0,77	0,86	0,95	1,00	-0,70	0,55	0,34
HE	-0,07	-0,07	-0,40	-0,69	0,71	-0,62	-0,66	-0,70	1,00	0,49	-0,22
TB	0,28	0,26	0,38	0,64	0,57	0,57	0,53	0,55	0,49	1,00	0,43
FV	-0,06	0,12	0,37	0,50	-0,47	0,42	0,29	0,34	-0,22	0,43	1,00
TP											
PA											
DV											
NB											
PL											

 $0 \leq r < 0,25$

 $0,50 \leq r < 0,75$

 $0,25 \leq r < 0,50$

 $0,75 \leq r < 1,00$

Quant aux Anguilles et aux Crevettes roses, elles requièrent des conditions plus clémentes (absence de vent, température plus élevée, eau claire). Ces prises lors des périodes de calme hydrologique sont à relier à l'éthologie de ces espèces et notamment à leur aptitude à l'enfouissement dans le sédiment lorsque les eaux sont agitées et refroidies.

De telles observations mériteraient toutefois d'être reprises à d'autres périodes et dans d'autres milieux.

BIBLIOGRAPHIE

- BENZECRI, J.P. et coll., 1973 - L'analyse des données. T. II. L'analyse des correspondances. *Dunod*, Paris, 619 p.
- CORDIER, D., 1965 - L'analyse factorielle des correspondances. *Thèse 3ème cycle*, Rennes.
- GUILLE, A. et PONGE, J.F., 1975 - Application de l'analyse des correspondances à l'étude des peuplements benthiques de la côte catalane française. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 51 (2), 223-235.
- LEBART, L. et FENELON, J.P., 1973 - Statistique et informatique appliquées. *Dunod*, Paris, 457 p.