**ANALYSE FACTORIELLE
DES BIOCÉNOSES DE COLÉOPTÈRES AQUATIQUES
DES MARAIS (MARISMA)
DU BAS GUADALQUIVIR (ESPAGNE)**

par A. G. SOLER ANDRES¹, C. MONTES DEL OLMO¹
et L. RAMIREZ DIAZ².

On a étudié, par des techniques d'analyses en composantes principales, les relations biocénétiques entre les différentes populations de Coléoptères aquatiques et 8 facteurs physico-chimiques du milieu. Dû à l'énorme quantité de conditions espace-temps considérées, une première analyse, portant sur 58 échantillons et 31 espèces, a montré une structure multidimensionnelle, dans laquelle il n'a pas été possible de détecter des affinités de type écologique, faunistique ou géographique. Deux analyses contenant des échantillons de milieux plus homogènes (19 échantillons et 25 espèces de marais; 15 échantillons et 23 espèces de rizières) ont permis la détermination de groupes d'espèces de distribution semblable. Les corrélations significatives entre les composantes de ces analyses et les facteurs température, pH, chlorure, sulfate, magnésium, calcium et profondeur de l'eau, déterminent des groupes écologiques, indicateurs de certains niveaux de conditions du milieu. En plus, on observe que les variations journalières de la communauté sont plus importantes que les saisonnières.

**Factor analysis of the biocoenoses of aquatic Coleoptera
of the marshes of lower Guadalquivir (Spain).**

Principal component analysis was used to study the biocoenotic relationships between aquatic Coleoptera and eight physical-chemical factors of the environment. Because of the large range of spatial and temporal conditions considered in this work, a preliminary analysis of 58 samples and 31 species showed a multidimensional structure in which it was not possible to detect affinities of the ecological, faunistic or geographical kind. Two analyses of samples taken from more homogenous environments (19 samples and 25 species from the marsh; 15 samples and 23 species from the rice field) revealed groups of species with a similar distribution. The significant correlations between the components of these analyses and environmental factors (temperature, pH, chloride, sulphate, magnesium, calcium and water depth) determined the ecological groups which were indicators of certain levels of environmental conditions. Daily variations in the community were more important than seasonal changes.

-
1. Departamento de Zoología. Facultad de Ciencias. Universidad de Sevilla.
 2. Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Sevilla

INTRODUCTION

Les écosystèmes aquatiques du cours inférieur du Guadalquivir constituent l'un des milieux les plus intéressants du point de vue faunistique et écologique d'Europe. Cette étude a pour but fondamental de mettre en évidence les relations biocénotiques entre les différentes populations de Coléoptères aquatiques et les principales caractéristiques du milieu.

L'existence de travaux antérieurs sur la faune d'Invertébrés de cette zone (Bigot et Marazanof 1965 et 1966) schématisant de façon générale les relations de distribution de certaines espèces de Coléoptères aquatiques avec quelques facteurs abiotiques, ont servi de base à une étude plus approfondie et détaillée des variations physico-chimiques déterminant la distribution des populations dans ce milieu.

Le but de cette étude consiste à établir les principales tendances des variations des communautés en rapport avec les facteurs du milieu.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour l'obtention de techniques d'échantillonnage et du traitement approprié des données, on a échantillonné 28 stations parmi les différents milieux aquatiques du cours inférieur du Guadalquivir. On a identifié 55 espèces de Coléoptères aquatiques.

Les échantillonnages ont été réalisés, de façon périodique, au cours de 16 mois (de juillet 1970 à novembre 1971).

Dans le prélèvement d'échantillons des espèces, on a utilisé une passoire de 15 cm de diamètre, à mailles de 0,8 mm. Pour chaque échantillon le nombre de coups de passoire dépend de la richesse totale de ce même échantillon, la valeur de chaque espèce étant obtenue en divisant le nombre d'individus par le nombre de coups de passoire. Les valeurs ainsi obtenues ont été transformées logarithmiquement ($\log_{10} (x + 1)$) (Winson et Clarke, 1940) pour leur traitement numérique postérieur.

Une description plus détaillée des caractéristiques géomorphologiques et faunistiques des milieux étudiés et des avantages de la méthode d'échantillonnage utilisée se trouve dans Soler-Andrés (1972) et Soler-Andrés et Montes (1975).

Dans les stations d'échantillonnage, on a mesuré avec la même périodicité que l'abondance d'espèces, les facteurs physico-chimiques suivants : Température de l'eau, température moyenne de l'air, pH, ions chlorure (Cl^-), sulfate (SO_4^{--}), magnésium (Mg^{++}), et calcium (Ca^{++}) et la profondeur de l'eau. Un résumé des métho-

des employées dans leur détermination peut être consulté dans Soler-Andrés (1972).

D'une manière générale les stations d'échantillonnage peuvent être groupées dans les types d'écosystèmes suivants :

	Stations	Nombre d'échantillons
Marais	Cortijo de Cartuja	19
	Rio Guadamar	7
Lagunes d'eau douce	Pajas	1
	Santa Olalla	2
	Dulce	1
	Taraje	1
	Palacio	3
« Caños » (cours d'eau temporaires se jettant dans les marais)	Duque	1
	Chorito	1
	Raya	1
	Tio Antoñito	1
	Martinazo	1
	Este Guadalquivir (ebrija)	4
Rizière	Cortijo de Cartuja	15

Pour le traitement des données on a utilisé : — le calcul des matrices de corrélation entre les abondances d'espèces et — leur analyse en composantes principales, (Harman 1967; Gittins, 1969). La rotation varimax (Harman 1967; Garcia Novo et col. 1969) qui permet une meilleure interprétation des composantes prenant en compte un faible % de variance, a été aussi utilisée. Les nombreux avantages, que l'utilisation de ce type de technique fournit, peuvent être consultés dans Gittins (1969) et Gonzalez Bernaldez et col. (1975).

Les échantillons ont été analysés de la façon suivante :

- 1^{re} Analyse : *Totalité des échantillons* : Elle comprend 58 échantillons et 31 espèces.
- 2^e Analyse : *Marais du « Cortijo Cartuja »* : Elle a été réalisée sur 19 échantillons et 25 espèces.
- 3^e Analyse : *Rizière du « Cortijo Cartuja »* : Elle a été réalisée sur 15 échantillons et 23 espèces.

L'objet des deux dernières analyses consiste à obtenir une précision supérieure dans la connaissance de relations, qui peuvent ne pas être décelées dans la première analyse, par suite de l'hétérogénéité du matériel considéré.

Le premier et le deuxième écosystème ne sont pas étudiés individuellement dans cette phase du travail.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. 1^{re} ANALYSE GÉNÉRALE. TOTALITÉ DES ÉCHANTILLONS

L'ensemble des 5 premières composantes n'explique pas plus de 45 % de la variance totale.

Composante	% variance cumulée
I	10,6
II	20,2
III	29,5
IV	38,0
V	45,6

Ces valeurs de variance cumulée indiquent la faible efficacité de l'analyse.

Nous nous trouvons donc, dans une situation d'hypersphéricité relative, analogue à celle que d'autres auteurs, tels Margalef et Gonzalez Bernaldez (1969); Estrada (1972), ont trouvée.

Ces résultats sont expliqués par la grande amplitude de la marge de variation espace-temps des échantillons analysés, ce qui exerce une influence définitive sur les relations d'interdépendance statistique entre les variables (espèces).

Les données analysées dans ce travail présentent des relations du type suivant : Les deux espèces plus abondantes de ces marais (*Noterus laevis* ♂* et *Laccophilus minutus*) montrent une forte relation d'interdépendance statistique lorsqu'on étudie séparément des échantillons obtenus en deux types d'écosystème (marais et rizière) alors que cette relation devient nulle lorsqu'on étudie tous les échantillons dans l'ensemble :

* On a considéré *Noterus laevis* ♂ et ♀ comme deux « espèces » différentes afin de tester leurs types de comportement. Les résultats montrent que aussi bien les ♂♂ que les ♀♀ se distribuent de la même manière. Leur relation étant à peu près, égale à 1.

	Marais	Rizière	Totalité d'échantillons
Coefficient de corrélation	+ 0,77**	+ 0,62**	+ 0,07
(**) signe pour $p \leq 0,05$.			

Il est intéressant de remarquer les conséquences de ce type de phénomènes dans l'analyse factorielle, puisque le plus ou moins grand degré d'inclusion de milieux hétérogènes dans une analyse peut conduire à des conclusions très différentes concernant l'interdépendance statistique des variables (Soler-Andrés et cols., 1972).

ESPÈCES	COMPOSANTES				
	I	II	III	IV	V
1.- <i>Laccophilus minutus</i> L.	+0,09	+0,09	-0,33	+0,48	-0,16
2.- <i>Noterus laevis</i> Sturm. ♀	-0,22	+0,18	-0,58	-0,25	-0,45
3.- <i>Noterus laevis</i> Sturm. ♂	-0,24	+0,15	-0,61	-0,23	-0,51
4.- <i>Berosus affinis</i> Brullé.	+0,50	-0,38	-0,24	+0,49	-0,09
5.- <i>Coelambus parallelogrammus</i> Ahr.	+0,01	+0,30	-0,29	+0,42	+0,62
6.- <i>Bidessus goudoti</i> Cast.	+0,61	-0,45	-0,05	+0,25	-0,07
7.- <i>Guignotus pusillus</i> F.	+0,20	-0,03	-0,31	+0,34	-0,09
8.- <i>Limnoxenus niger</i> Zsch.	+0,68	-0,30	+0,01	-0,03	-0,01
9.- <i>Hydrous pistaceus</i> Cast.	-0,26	-0,21	+0,46	+0,11	-0,15
10.- <i>Cybister lateralis</i> marginalis De Geer.	-0,26	-0,29	+0,41	+0,13	-0,12
11.- <i>Helochaeres lividus</i> Forst.	+0,09	-0,45	+0,12	-0,03	-0,11
12.- <i>Philydrus frontalis</i> Er.	+0,81	-0,23	-0,07	+0,17	-0,10
13.- <i>Berosus signaticollis</i> Charp.	+0,17	-0,32	-0,26	-0,51	+0,35
14.- <i>Hygrotus inaequalis</i> F.	-0,09	+0,47	-0,36	+0,34	+0,40
15.- <i>Peltodytes caesus</i> Duft.	+0,01	+0,11	-0,11	+0,24	-0,12
16.- <i>Ochthebius meridionalis</i> Rey.	+0,61	-0,46	-0,05	+0,25	-0,08
17.- <i>Colymbetes fuscus</i> L.	-0,05	-0,26	-0,21	-0,12	+0,14
18.- <i>Hydrophilus flavipes</i> Steven.	+0,00	+0,46	-0,07	+0,12	+0,38
19.- <i>Halipilus lineaticollis</i> Marsh.	-0,19	+0,02	-0,65	-0,33	-0,40
20.- <i>Berosus spinosus</i> Stev.	+0,06	-0,23	-0,12	-0,47	+0,28
21.- <i>Anacaena limbata</i> F.	+0,60	+0,42	+0,19	-0,30	-0,15
22.- <i>Rantus pulverosus</i> Steph.	+0,12	+0,00	-0,37	+0,37	-0,04
23.- <i>Hyphydrus aubei</i> Ganglb.	+0,18	+0,10	-0,01	-0,10	+0,10
24.- <i>Hydaticus leander</i> Rossi.	-0,04	+0,06	-0,59	-0,16	-0,53
25.- <i>Helophorus viridicollis</i> Steph.	+0,12	-0,38	-0,38	-0,45	+0,46
26.- <i>Cybister tripunctatus</i> Ol.	-0,21	-0,25	+0,36	+0,13	-0,15
27.- <i>Hydrovatus simplex</i> Sharp.	-0,09	-0,04	+0,01	-0,14	+0,07
28.- <i>Hydrophorus lucasi</i> Reiche.	+0,25	+0,55	+0,17	-0,18	+0,03
29.- <i>Agabus nebulosus</i> Forst.	+0,56	+0,44	+0,22	-0,35	-0,10
30.- <i>Philydrus minutus</i> F.	+0,64	+0,43	+0,08	-0,16	-0,19
31.- <i>Copelatus atriceps</i> Sharp.	-0,04	+0,34	-0,26	+0,41	+0,63
32.- <i>Hygrobia tarda</i> Herbst.	-0,08	-0,03	+0,08	+0,03	-0,01
33.- <i>Hydrobius fuscipes</i> L.	+0,34	+0,54	+0,19	-0,22	-0,09
34.- <i>Dryops striatellus</i> Fair.	+0,15	-0,11	-0,01	-0,30	+0,17
35.- <i>Helophorus minutus</i> F.	+0,04	-0,05	+0,06	+0,01	-0,01
36.- <i>Hyttiscus circumflexus</i> F.	-0,22	-0,21	+0,40	-0,10	-0,14
37.- <i>Ochthebius exaratus</i> Muls.	+0,02	-0,35	-0,36	-0,50	+0,35

TABEAU I. — Facteurs de charge non soumis à la rotation pour les cinq premières composantes de la première analyse (totalité des échantillons). On a souligné les valeurs $> \pm 0,50$.

Au tableau I sont indiqués les poids, non soumis à la rotation, des 37 espèces comprises dans l'analyse, pour les cinq premières composantes. Les facteurs soumis à la rotation n'ont pas été considérés étant donné qu'ils ne contribuaient pas à améliorer les résultats antérieurs. On a souligné les valeurs positives et négatives supérieures à 0,50.

Il est évident, d'après les valeurs ou contributions des espèces montrés au tableau 1, que les groupes détectés (facteurs plus élevés pour chaque composante), n'évoquent aucun type d'affinité écologique, faunistique ou géographique qui puisse les rendre facilement interprétables.

	T°C Moyenne de l'air	pH	Cl Na	SO ₄ ⁻	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Diversité
T°C(H ₂ O)							
heure	0,854	-0,534	0,297	-0,045	0,401	0,263	0,491
T°C Moyenne de l'air		-0,519	0,559	-0,037	0,461	0,218	0,342
pH			-0,058	-0,262	-0,334	-0,758	-0,415
Cl Na				0,277	0,534	0,091	-0,058
SO ₄ ⁻					0,732	0,694	0,272
Mg ⁺⁺						0,625	0,472
Ca ⁺⁺							0,403
Diversité							

TABLEAU II. — Matrice de corrélation entre les facteurs du milieux mesurés dans les échantillons de la deuxième analyse (Marais de Cortijo Cartuja). On a souligné les valeurs significatives pour $p \leq 0,05$.

ESPÈCES	COMPOSANTES				
	I	II	III	IV	V
1.- <i>Laccophilus minutus</i> L.	+0,84	-0,28	+0,16	+0,08	-0,03
2.- <i>Noterus laevis</i> Sturm. ♀	+0,92	+0,15	-0,13	-0,07	+0,13
3.- <i>Noterus laevis</i> Sturm. ♂	+0,95	+0,06	+0,02	-0,10	+0,08
4.- <i>Berosus affinis</i> Brulle.	+0,36	-0,09	+0,12	-0,46	-0,28
5.- <i>Coelambus parallelogrammus</i> Ahr.	-0,02	-0,04	-0,07	-0,04	+0,96
6.- <i>Guignotus pusillus</i> F.	-0,10	+0,79	+0,10	+0,44	-0,01
7.- <i>Limnoxenus niger</i> Zsch.	-0,05	-0,08	+0,77	-0,06	-0,06
8.- <i>Hydrous pistaceus</i> Cast.	+0,19	-0,02	+0,05	+0,82	-0,04
9.- <i>Cybister lateralmarginalis</i> De Geer.	-0,30	-0,56	+0,06	-0,04	+0,22
10.- <i>Helochares lividus</i> Forst.	+0,03	-0,20	+0,72	+0,40	+0,06
11.- <i>Philydrus frontalis</i> Er.	-0,28	+0,31	-0,11	+0,21	-0,19
12.- <i>Berosus signaticollis</i> Charp.	-0,13	+0,54	-0,17	-0,14	-0,01
13.- <i>Hygrotus inaequalis</i> F.	+0,69	+0,22	-0,34	+0,19	-0,26
14.- <i>Peltodytes caesus</i> Duft.	+0,52	+0,04	-0,27	-0,40	-0,21
15.- <i>Colymbetes fuscus</i> L.	+0,09	-0,01	+0,79	-0,28	-0,08
16.- <i>Hydrophilus flavipes</i> Steven.	-0,08	+0,70	+0,33	-0,03	-0,02
17.- <i>Haliphus lineaticollis</i> Marsh.	+0,68	-0,14	-0,06	+0,60	+0,01
18.- <i>Hyphydrus aubei</i> Ganglb.	-0,14	+0,67	-0,06	+0,04	-0,02
19.- <i>Hydaticus leander</i> Rossi.	+0,63	-0,32	-0,02	+0,06	-0,01
20.- <i>Helophorus viridicollis</i> Steph.	-0,02	-0,04	-0,07	-0,04	+0,96
21.- <i>Cybister tripunctatus</i> Ol.	-0,12	-0,47	+0,10	+0,01	-0,12
22.- <i>Hydrovatus simplex</i> Sharp.	+0,08	+0,04	+0,87	-0,12	-0,01
23.- <i>Hydroporus lucasi</i> Reiche	-0,15	+0,56	-0,18	+0,62	-0,16
24.- <i>Copelatus atriceps</i> Sharp.	-0,13	-0,01	+0,19	+0,08	-0,14
25.- <i>Hydrobius fuscipes</i> L.	-0,01	+0,02	-0,11	+0,79	-0,14

TABLEAU III. — Facteurs de charge soumis à la rotation pour les cinq premières composantes de la deuxième analyse (Marais de Cortijo Cartuja). On a souligné les valeurs $> \pm 0,50$.

2.2. 2° ANALYSE. MARAIS DU CORTIJO CARTUJA.

Pour explorer de façon systématique les relations du milieu on a procédé au calcul d'une matrice de corrélation entre les facteurs mesurés dans cette station :

Température de l'eau/heure*, température moyenne de l'air, pH, ClNa, SO_4 , Mg^{++} , Ca^{++} et diversité (paramètre biologique).

Le tableau II indique les coefficients de corrélation entre les facteurs précédents, qui démontrent, comme l'on s'y attendait, que ces caractéristiques ne sont pas indépendantes.

Dans cette analyse, la variance cumulée pour les cinq premières composantes atteint 63,9 % soit :

Composante	% variance cumulée
I	18,1
II	30,8
III	42,9
IV	54,9
V	63,9

Les facteurs non soumis à la rotation n'ont pas permis de caractériser les composantes et en conséquence, on n'étudie que ceux soumis à la rotation.

Le tableau III donne les valeurs indicatrices des espèces pour les cinq premières composantes de l'analyse.

La figure 1 représente la situation des échantillons dans le plan défini par les composantes I et II soumis à la rotation. Il est intéressant d'observer que les échantillons correspondant aux différentes heures de la journée (10 mars 1971) se groupent dans la partie supérieure du diagramme (fondamentalement à partir de la deuxième heure). Ce groupement indiquerait que la variabilité saisonnière est moins importante que la variabilité horaire (avec des changements importants de température) par rapport à la composition faunistique.

De même, les échantillons 1 et 19 (juillet 1970 et août 1971), qui correspondent aux deux échantillons de température la plus élevée se situent dans les fortes valeurs positives de la composante I.

On a aussi examiné les relations entre les composants I, II et III soumis à la rotation et les facteurs de l'environnement (tableau IV).

* Le quotient température/heure a pour but de rendre comparables les températures prises à des heures différentes, en se basant sur l'évolution journalière type de la température dans ce volume d'eau.

FIG. 1. — Situation des échantillons de la deuxième analyse (Marais de Cortijo Cartuja) dans le plan défini par les composantes I et II soumis à la rotation. On spécifie la date et le numéro de l'échantillon () dans l'analyse pour chaque observation.

La première composante apparaît positivement corrélée avec la température moyenne de l'air et plus significativement encore avec le quotient température de l'eau/heure, et avec la diversité.

Les espèces *Noterus laevis*, *Laccophilus minutus*, *Hygrotus inaequalis*, *Haliphus lineaticollis*, *Hydaticus leander* et *Peltodytes caesus* qui possèdent des coefficients de charge élevés pour cette composante, forment donc un groupe écologique thermophile dans un certain sens, puisqu'il montre une variation d'ensemble dans le même sens que celle de la température.

La relation avec la diversité peut s'interpréter par le caractère optimum des conditions du milieu que cette composante semble caractériser. Les premières espèces mentionnées sont, en plus, les plus abondantes.

La deuxième composante montre une relation positive avec le pH. Elle est définie par les espèces : *Guignotus pusillus*, *Hydrophilus flavipes*, *Hyphydrus aubei*, positivement et *Cybister laterali-marginalis* négativement, lesquelles possèdent des facteurs de charge élevés pour cette composante. Cette composante sépare dans sa partie positive les échantillons correspondants aux différentes heures de la même journée (23 février 1971).

La troisième composante, matérialisée par *Hydrovatus simplex*, *Colymbetes fuscus*, *Limnoxenus niger*, *Helochares lividus*, montre un rapport négatif avec le pH et un rapport positif avec les concentrations de sulfate, magnésium et calcium, ainsi qu'avec la diversité.

	T°C(H ₂ O) heure	T°C Moyenne de l'air	pH	Cl Na	SO ₄ ⁼	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Diversité
Composante I	0,634	0,475	-0,408	-0,043	-0,118	0,199	0,344	0,512
Composante II	-0,048	-0,256	0,500	-0,080	0,039	-0,071	-0,241	0,166
Composante III	0,067	0,009	-0,467	0,182	0,709	0,633	0,595	0,538

TABLEAU IV. — Matrice de corrélation entre les trois premières composantes et les facteurs de milieu mesurés dans les échantillons de la deuxième analyse (Marais de Cortijo Cartuja). Sont soulignées les valeurs significatives pour $p \leq 0,05$.

Les relations trouvées entre les composantes et quelques facteurs du milieu montrent que, dans ce cas, il est possible d'établir des « préférences » écologiques des groupes biocénétiques d'espèces corrélées.

Ces préférences apparaissent uniquement schématisées dans ce travail, mais elles sont aussi suffisamment marquées pour admettre que ces groupes d'espèces n'ont pas seulement une signification statistique (cénologique ou biocénologique) mais aussi écologique.

2.3. 3° ANALYSE. RIZIÈRE DU CORTIJO CARTUJA.

Dans cette analyse, on a rassemblé 15 échantillons qui appartiennent, aussi dans ce cas, à un environnement relativement homogène, par rapport à l'ensemble hétérogène d'échantillons de la première analyse.

	T°C Moyenne de l'air	pH	Cl Na	SO ₄ ⁼	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Diversité
T°C (H ₂ O)	0,719	-0,190	-0,879	-0,495	-0,367	0,026	0,506
T°C Moyenne de l'air		0,234	-0,706	-0,466	-0,239	-0,118	0,608
pH			0,098	-0,195	-0,088	-0,344	0,021
Cl Na				0,679	0,238	0,027	-0,461
SO ₄ ⁼					-0,075	-0,152	0,115
Mg ⁺⁺						-0,282	-0,169
Ca ⁺⁺							-0,273
Diversité							

TABLEAU V. — Matrice de corrélation entre les facteurs du milieu mesurés dans les échantillons de la troisième analyse (Rizièrre de Cortijo Cartuja). On a souligné les valeurs significatives pour $p \leq 0,05$.

Le tableau V, montre la matrice de corrélation entre les facteurs du milieu, correspondants aux échantillons analysés. On y trouve des corrélations significatives entre la diversité et la température, et des corrélations fortement positives entre les chlorures et les sulfates. La corrélation entre la température et les chlorures et les sulfates est paradoxale. Ceci est probablement dû aux opérations d'écoulement et d'inondation, particulières à la culture du riz, signe de la nette différence entre cet environnement et le précédent (Marais du Cortijo Cartuja).

Le tableau VI montre les valeurs des poids des espèces analysées après rotation pour les cinq premières composantes.

ESPECES	COMPOSANTES				
	I	II	III	IV	V
1.- <u>Laccophilus minutus</u> L.	+0,46	-0,17	<u>+0,52</u>	-0,24	<u>-0,60</u>
2.- <u>Noterus laevis</u> Sturm. ♀	+0,37	-0,62	<u>+0,58</u>	-0,24	+0,11
3.- <u>Noterus laevis</u> Sturm. ♂	+0,36	<u>-0,69</u>	+0,27	-0,17	<u>-0,51</u>
4.- <u>Berosus affinis</u> Brullé	-0,03	-0,13	-0,03	-0,17	<u>-0,78</u>
5.- <u>Bidessus goudoti</u> Cast.	<u>+0,58</u>	+0,07	-0,16	-0,02	<u>-0,60</u>
6.- <u>Guignotus pusillus</u> F.	+0,36	+0,14	-0,16	-0,19	<u>-0,70</u>
7.- <u>Limnoxenus niger</u> Zsch.	<u>+0,86</u>	+0,06	-0,04	-0,07	-0,11
8.- <u>Hydrous pistaceus</u> Cast.	-0,13	+0,22	-0,11	<u>+0,80</u>	-0,02
9.- <u>Cybister larae</u> marginalis De Geer.	-0,32	+0,20	-0,32	<u>+0,64</u>	+0,38
10.- <u>Helochaeres lividus</u> Forst.	<u>+0,60</u>	<u>-0,72</u>	+0,18	-0,14	-0,12
11.- <u>Philydrus frontalis</u> Er.	<u>+0,84</u>	-0,43	-0,11	-0,09	-0,22
12.- <u>Hygrotus inaequalis</u> F.	+0,10	<u>-0,95</u>	-0,03	-0,10	-0,10
13.- <u>Peltodytes caesus</u> Duft.	<u>+0,89</u>	-0,08	+0,13	-0,13	-0,27
14.- <u>Colymbetes fuscus</u> L.	-0,27	0,27	-0,08	+0,29	+0,05
15.- <u>Hydrophilus flavipes</u> Steven.	-0,05	+0,25	-0,23	-0,45	+0,39
16.- <u>Haliplus lineaticollis</u> Marsh.	-0,10	<u>-0,93</u>	-0,11	-0,07	+0,10
17.- <u>Anacaena limbata</u> F.	-0,14	+0,26	<u>+0,95</u>	-0,07	-0,04
18.- <u>Rantus pulverosus</u> Steph.	-0,04	+0,06	<u>+0,92</u>	-0,07	+0,13
19.- <u>Hydaticus leander</u> Rossi.	+0,43	+0,14	<u>+0,58</u>	-0,32	<u>+0,53</u>
20.- <u>Cybister tripunctatus</u> Ol.	-0,15	+0,09	-0,16	<u>+0,84</u>	+0,24
21.- <u>Hygrobia tarda</u> Herbst.	+0,29	+0,11	-0,03	-0,05	<u>-0,75</u>
22.- <u>Hydrobius fuscipes</u> L.	-0,05	<u>-0,97</u>	-0,06	-0,06	+0,06
23.- <u>Dytiscus circumflexus</u> F.	+0,03	+0,10	-0,01	<u>+0,83</u>	+0,12

TABLEAU VI. — Facteurs de charge soumis à la rotation pour les cinq premières composantes de la troisième analyse (Rizière de Cortijo Cartuja). On a souligné les valeurs $> \pm 0,50$.

Il est intéressant de signaler que, dans cette analyse, le pourcentage total de variance cumulée par les cinq premières composantes a sensiblement augmenté et atteint 80 % de la variance totale.

Composantes	% variance cumulée
I	17,7
II	38,0
III	51,4
IV	61,1
V	80,2

La figure 2 indique la situation des échantillons dans le plan défini par les composantes I et II après rotation. On observe à nouveau le groupement d'échantillons appartenant aux différentes observations horaires dans une même journée (19 octobre 1971). La figure 3 représente la situation des échantillons dans le plan défini par les composantes I et IV. Il est intéressant de remarquer l'apparition de deux essaims, l'un qui groupe les échantillons d'un haut niveau d'eau, et l'autre qui groupe ceux d'un bas niveau d'eau.

Le tableau VII montre les coefficients de corrélation entre les composantes I, II et III après rotation et les facteurs mesurés dans les 15 échantillons.

	T°C (H ₂ O)	T°C Moyenne de l'air	pH	Cl Na	SO ₄ ⁻	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Diversité	Profon- deur H ₂ O
Composante I	0,346	0,553	0,176	-0,417	-0,261	0,083	-0,145	0,707	-0,510
Composante II	-0,211	-0,646	-0,406	0,142	-0,036	0,024	0,026	-0,689	0,338
Composante III	0,161	0,421	0,149	-0,330	-0,232	-0,092	0,275	0,437	-0,450
Composante IV	-0,049	-0,218	-0,006	-0,080	-0,006	0,122	0,112	-0,463	0,878

TABLEAU VII. — Matrice de corrélation entre les quatre premières composantes soumis à la rotation et les facteurs du milieu mesurés dans les échantillons de la troisième analyse (Rizière de Cortijo Cartuja). On a souligné les valeurs significatives pour $p \leq 0,05$.

La composante I montre une corrélation avec la température de l'air et la diversité. La composante II est corrélée aux mêmes paramètres, mais négativement et peut donc être interprétée de façon identique. Il s'agit, dans les deux cas, de l'apparition des directions de variation liées à des optima de conditions du milieu, dont la relation avec la diversité est aussi apparente. De même, l'artificialité de l'écosystème (culture de riz) peut introduire d'autres variables, non considérées dans notre étude, et qui rendent difficile l'interprétation des tendances de variation.

FIG. 2. — Situation des échantillons dans la troisième analyse (Rizière de Cortijo Cartuja) dans le plan défini par les composantes I et II soumis à la rotation. Mêmes symboles que dans la figure 1.

FIG. 3. — Situation des échantillons dans la troisième analyse (Rizière de Cortijo Cartuja) dans le plan défini par les composantes I et IV soumis à la rotation. Mêmes symboles que dans les figures 1 et 2.

Le groupe d'espèces indicatrices de la composante IV attire l'attention; il est formé par les espèces de plus grande taille et par celles de hauts niveaux de l'eau : *Cybister tripunctatus*, *Dytiscus circumflexus*, *Hydrous pistaceus* et *Cybister lateralimarginalis*. Ceci correspond à de hauts niveaux d'eau pendant l'échantillonnage. Le coefficient de cette composante avec la profondeur de l'eau dans les différents échantillons est de + 0,878 (signe pour $p \leq 0,01$).

3. CONCLUSIONS

La grande quantité de conditions espace-temps considérées (multiplicité d'habitats et de dates d'échantillonnage) lors de l'inclusion de tous les échantillons dans une seule analyse factorielle, se traduit par des résultats peu efficaces. Il n'y a pas, donc, de directions privilégiées de variation et, par conséquent, des affinités de type écologique, faunistique ou géographique ne sont pas décelables.

Lorsqu'on n'étudie que des échantillons qui appartiennent à des milieux homogènes, la fraction de variance expliquée dans chaque analyse augmente quand la variation espace-temps du matériel analysé diminue.

Cette augmentation de l'homogénéité se traduit dans la détection de groupes d'espèces, caractérisés par des coefficients de charge élevés* (soulignés sur les tableaux III et VI) et qui peuvent être considérés comme des groupes écologiques (groupes d'espèces de distribution semblable).

L'obtention de corrélations significatives entre les composantes qui représentent les variations d'abondance de tels groupes d'espèces, et les facteurs physico-chimiques du milieu, permet de définir des groupes écologiques, indicateurs de certains niveaux de conditions de l'environnement. On peut, entre autres, citer les groupes suivants :

Ecosystème	Espèces	Facteur	Signe de la corrélation
Marais et rizière	<i>Noterus laevis</i>	Température	+
	<i>Laccophilus minutus</i>		
	<i>Haliphus lineaticollis</i>	Diversité	+
Marais	<i>Helochares lividus</i>		
	<i>Hydrovatus simplex</i>	pH	+
	<i>Colymbetes fuscus</i>	SO ₄ ⁻ , Mg ⁺⁺ , Ca ⁺⁺	—
	<i>Limnoxenus niger</i>		
Rizière	<i>Cybister tripunctatus</i>	Profondeur de l'eau	+
	<i>Dytiscus circumflexus</i>		
	<i>Hydrous pistaceus</i>		
	<i>Cybister lateralimarginalis</i>		

Les fluctuations de la composition de la communauté, dans les échantillons pris tout au long d'une même journée (forte variation de température), sont plus importantes que les variations saisonnières. Dans l'ordination d'échantillons fournie par les analyses de marais et rizière, les échantillons d'une même journée apparaissent groupés (coordonnées semblables dans les composantes).

* Chiffres qui expriment l'affinité pour chaque composante ou direction plus importante de la variation biocénétique.

TRAVAUX CITÉS

- BIGOT (L.) et MARAZANOF (F.). 1965. — Considérations sur l'écologie des Invertébrés terrestres et aquatiques des Marismas du Guadalquivir (Andalucía). *Vie et milieu*, 16 : 441-473.
- BIGOT (L.) et MARAZANOF (F.). 1966. — Notes sur l'écologie des Coléoptères aquatiques des Marismas du Guadalquivir et premier inventaire des Coléoptères et Lépidoptères du Coto Doñana (Andalucía). *Annls Limnol.*, 2 : 491-502.
- ESTRADA (M.). 1972. — Analyse en Composantes principales de données de phytoplancton de la zone côtière du Sud de l'Ebre. *Inv. Pesq.*, 36 (1) : 109-118.
- GARCIA NOVO (F.), GONZALEZ BERNALDEZ (F.) et GIL CRIADO (A.). 1969. — Essai d'analyse automatique de la végétation et des facteurs du milieu. V. *Symposium Flora Europaea*. Publ. Univ. Sevilla, Sevilla.
- GITTINS (R.). 1969. — The application of ordination techniques. In : I. H. Rorison, *Ecological aspects of the mineral nutrition of plants*. Blackwell, Oxford.
- GONZALEZ BERNALDEZ (F.), GARCIA NOVO (F.) et RAMIREZ DIAZ (L.). 1975. — Analyse factorielle de la végétation des dunes de la réserve Biologique de Doñana (Espagne). I. Analyse des données floristiques. *Israel J. of Botany*, 24 : 106-117.
- HARMAN (H. H.). 1967. — *Modern factor analysis*. University of Chicago Press, Chicago.
- MARGALEF (R.) y GONZALEZ BERNALDEZ (F.). 1969. — Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (NE de Venezuela). *Inv. Pesq.*, 33 : 287-312.
- SOLER ANDRES (A.), GONZALEZ BERNALDEZ (F.), RAMIREZ DIAZ (L.) y GARCIA NOVO (F.). 1972. — Variaciones de las correlaciones interespecíficas en diferentes medios. Su influencia en el análisis factorial de biocenosis. *Inv. Pesq.*, 36 (1) : 141-144.
- SOLER ANDRES (A.). 1972. *Los Coleópteros Acuáticos de las Marismas del Bajo Guadalquivir*. Serv. Publ. Univ. Sevilla, Sevilla.
- SOLER ANDRES (A.) y MONTES DEL OLMO (C.). 1975. — Datos para el conocimiento de los Coleópteros acuáticos de la cuenca del río Guadalquivir. H. Marisma del Bajo Guadalquivir (Estudio faunístico y zoogeográfico (en preparación).
- WINSON (C. P.) and CLARKE (G. L.). 1940. — A statistical study of variation in the Catch of plankton nets. *J. mar. Res.*, 3 : 1-34.