

ISSN 0240-8759

# Vie et Milieu

Vol. 36 n° 2 - Juin 1986

Périodique d'écologie - Publication trimestrielle



# VIE ET MILIEU

PÉRIODIQUE D'ÉCOLOGIE GÉNÉRALE  
JOURNAL OF GENERAL ECOLOGY

LABORATOIRE ARAGO — UNIVERSITÉ P. et M. CURIE

*Vie et Milieu* publie des contributions dans les domaines de l'Écologie, de la Biologie et de la Systématique dans les milieux marins, lagunaires et terrestres. Toutes les disciplines de l'Océanographie y sont représentées, y compris les aspects géologiques et physiques.

La revue est une publication trimestrielle; chaque volume annuel comprend 4 fascicules groupant 400 pages et présente des articles originaux, des communications de synthèse et des notes brèves, en Français ou en Anglais.

Les manuscrits sont reçus par le Professeur J. SOYER, Directeur de la Publication, ou par M<sup>me</sup> N. COINEAU, Secrétaire de Rédaction (Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-Mer, France). Ils ne seront acceptés qu'après avoir été soumis à l'approbation scientifique de deux lecteurs dont les commentaires restent anonymes.

*Vie et Milieu* publishes contributions in the fields of Ecology, Biology and Systematics with emphasis on marine, lagoonar and terrestrial milieus. All topics of Oceanography are considered including geological and physical aspects.

The journal is quarterly. Each volume (four fascicles) of ca 400 pages presents original articles, reviews and short papers, in french or english.

Manuscripts are received by Professor Dr. J. SOYER, Editor in Chief, or by Dr. N. COINEAU, Associate Editor (Laboratoire Arago, F. 66650 Banyuls-sur-Mer). Papers are only accepted after review by two anonymous referees.

## Membres du Comité scientifique international — *International advisory board*

A. ANGELIER (Toulouse), M. BACESCU (Bucarest), B. BATTAGLIA (Padoue), M. BLANC (Paris), F. BLANC (Marseille), A. BIANCHI (Marseille), J. BLONDEL (Montpellier), C.F. BOUDOURESQUE (Marseille), P. BOUGIS (Paris), P. CHARDY (Nouméa), C. COMBES (Perpignan), C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Paris), P. DRACH (Paris), C. DUBOUL-RAZAVET (Perpignan), J. FOREST (Paris), L. FOULQUIER (Cadarach), R.N. GIBSON (Oban-Argyll), C. HEIP (Gent), R. HESSLER (La Jolla), A. IVANOFF (Paris), G. JACQUES (Banyuls-sur-Mer), W. KÜHNELT (Vienne), M. KUNST (Prague), R. LABAT (Toulouse), M. LAMOTTE (Paris), L. LAUBIER (Paris), P. LUBET (Caen), R. MARGALEF (Barcelone), R.C. NEWELL (Plymouth), M. PAVANS de CECATTY (Lyon), J.M. PERÈS (Marseille), J. POCHON (Paris), S. POULET (Roscoff), P. REY (Toulouse), H. SAINT-GIRONS (Paris), M. VACHON (Paris).

---

Publié avec le concours financier du Conseil Général des Pyrénées-Orientales  
et du Centre National de la Recherche Scientifique

---

## ABONNEMENTS/SUBSCRIPTIONS 1986

	FRANCE	AUTRES PAYS
Un an (4 numéros) / <i>Annual subscription (4 issues)</i> .....	520 F	665 F

Adresser le paiement à l'ordre de / *Address payment to the order of:*

**Vie et Milieu**, Laboratoire Arago, 66650 BANYULS-SUR-MER. FRANCE

Les abonnements partent du premier numéro de l'année / *subscriptions begin with the first calendar year*

Numéros séparés de l'année, volumes antérieurs, suppléments et faunes des Pyrénées-Orientales, collections complètes, disponibles / *Back Issues and volumes, supplements and Faunas of Pyrénées-Orientales, complete collections, available:*

VIE ET MILIEU — Laboratoire Arago — F. 66650 BANYULS-SUR-MER



## VIE ET MILIEU, 1986, 36 (2)

### SOMMAIRE — CONTENTS

Comparaison de la respiration chez <i>Ruditapes decussatus</i> (L.) et <i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve) en fonction de la température. <i>A comparison of oxygen consumption in the carpet-shell clam, Ruditapes decussatus (L.) and the Manila clam, Ruditapes philippinarum as a function of temperature.</i>	
A. BODOY, A. RIVA et Th. MAITRE-ALLAIN	83
Les caryotypes de deux populations du genre <i>Tisbe</i> (Copepoda, Harpacticoida) des Iles Kerguelen. <i>The karyotypes of two populations of the genus Tisbe (Copepoda, Harpacticoida) from the Kerguelen Islands.</i>	
I. LAZZARETTO et A. LIBERTINI	91
Alimentation automnale de la Nette Rousse ( <i>Netta Rufina</i> , Aves, Anatidae) dans le Delta de l'Ebre, Espagne. <i>Autumnal feeding of Red-crested Pochard (Netta rufina) in the Ebro Delta, Spain.</i>	
G.A. LLORENTE, X. RUIZ et J. SERRA-COBO	97
Etude expérimentale des larves de Bothriocéphales parasites de Poissons Pleuronectiformes. Réponses motrices à des stimulations lumineuses. <i>Experimental studies on coracidia in two species of Bothriocephalus parasites of flat fishes. The behaviour to light stimulations.</i>	
O. BERRADA-RKHAMI et C. GABRION	109
Modalités de la cicatrization des écosystèmes méditerranéens après incendie : cas de certains Arthropodes du sol. 1. Introduction, stations d'étude. <i>Regeneration patterns of Mediterranean ecosystems after fire : the case of some soil arthropods. 1. Introduction, studied plots.</i>	
F. ATHIAS-BINCHE et L. SAULNIER	117
Taxonomical significance of scanning electron microscope morphology of the euphyllopods' resting eggs from Morocco. Part I : Anostraca.	
G. MURA and A. THIERY	125
The littoral ascidians of the Spanish Mediterranean. I : from Port Bou to the Islas Medas. F. LAFARGUE, A.A. RAMOS, X. TURON, B. BANAIGS and M. WAHL	133
Note faunistique concernant les Soleinae du Golfe du Lion (Pisces, Soleidae). <i>Faunistic note concerning Soleinae from the Gulf of Lion (Pisces, Soleidae).</i>	
J.P. QUIGNARD, C. BOURQUARD et S. SHEHATA	141
Captures et observations de Tortues Luth, <i>Dermochelys coriacea</i> (Linnaeus, 1766), sur les côtes françaises de la Méditerranée. <i>Records of Leather turtle, Dermochelys coriacea (Linnaeus, 1766), captured or sighted off the french Mediterranean coasts.</i>	
G. OLIVER	145
Analyses d'ouvrages / <i>Book reviews</i>	151







# COMPARAISON DE LA RESPIRATION CHEZ *RUDITAPES DECUSSATUS* (L.) ET *R. PHILIPPINARUM* (ADAMS & REEVE) EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

*A comparison of oxygen consumption in the carpet-shell clam,  
Ruditapes decussatus (L.) and the Manila clam,  
R. philippinarum as a function of temperature*

A. BODOY (1), A. RIVA (2) et Th. MAITRE-ALLAIN (3)

(1) Ifremer, Station de la Tremblade, B.P. 133, F-17390 La Tremblade

(2) Fondation océanographique Ricard, Ile des Embiez,  
F-83140 Six Fours les Plages

(3) 30, rue Paul-Valéry, F-34200 Sète

*R. DECUSSATUS*  
*R. PHILIPPINARUM*  
CONSOMMATION D'OXYGÈNE  
TEMPÉRATURE

**RÉSUMÉ.** — Les consommations d'oxygène de deux espèces de Palourdes, *Ruditapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum*, ont été mesurées sur de jeunes individus nés en éclosion et prégressés en conditions contrôlées, pour une gamme de température allant de 10 à 30 °C. Les relations linéaires entre les logarithmes du poids sec des tissus et ceux de la consommation d'oxygène ont été établies pour chaque espèce. Il s'est révélé possible de recalculer ces relations en prenant une valeur commune de 0,8 pour le coefficient de régression b, ceci pour les deux espèces et à chaque température. Cette technique permet de comparer les résultats obtenus sans que les différences de poids individuels interviennent dans l'expression des mesures. Pour la gamme de températures considérées, la consommation d'oxygène de *R. philippinarum* suit la même évolution que celle de *R. decussatus* avec un maximum à 25 °C. Toutefois, le métabolisme de routine de la première espèce est deux fois plus élevé que celui de la seconde. Ces résultats confirment la plus grande sensibilité thermique de l'espèce indo-pacifique.

*R. DECUSSATUS*  
*R. PHILIPPINARUM*  
OXYGEN CONSUMPTION  
TEMPERATURE

**ABSTRACT.** — Measurements of oxygen consumption in the two species *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* were performed using hatchery-reared juveniles, grown under controlled conditions. The temperature range varied from 10 to 30 °C. The linear relations between the logarithms of the dry weight and of the oxygen consumption were calculated for each species. Rates were compared in terms of standardized clam tissue weight calculated from the regression of respiration on tissue weight. Such a technique allows to make comparisons between the species by avoiding any interference from the variations in individual weight. Within this range of temperature, oxygen consumption of *R. philippinarum* and of *R. decussatus* exhibit the same variations, with a maximum at 25 °C. However, the routine metabolic rate of *R. philippinarum* is two times higher than that of *R. decussatus*. These results confirm the higher thermal sensitivity of the Manila clam.



## INTRODUCTION

La production de la Palourde est une activité en plein développement, qui, en Europe, concerne actuellement deux espèces. La première est la Palourde européenne, *R. decussatus*, qui fait l'objet d'élevages expérimentaux, en Italie notamment (Breber, 1985). La seconde est la Palourde japonaise, *R. philippinarum*, originaire de l'Océan Indien et du Pacifique Ouest. Au Japon, cette espèce est récoltée sur des gisements naturels, tandis qu'en Europe et en Amérique du Nord, la production de naissain en éclosérie a permis le démarrage d'élevages qui atteignent maintenant la dimension commerciale (Saint-Félix *et al.*, 1984).

La vitesse de croissance en milieu contrôlé et l'aptitude à utiliser la nourriture disponible semblent supérieures chez *R. philippinarum* (Bodoy *et al.*, 1980; de Kergariou *et al.*, 1981). Cette espèce présenterait donc un plus grand intérêt pour l'aquaculture. Cependant, des expériences préliminaires, non publiées, ont montré que le naissain de *R. decussatus* possède une plus grande tolérance thermique : les températures létales supérieures sont plus élevées de 2 °C en moyenne que celles de *R. philippinarum*. La croissance rapide de cette espèce pourrait ainsi être compensée par une certaine sensibilité aux fortes températures. Ce dernier point s'avère important à considérer, car les élevages de Palourdes se situent dans des fonds couverts par très peu d'eau et donc susceptibles d'être fortement réchauffés en saison estivale, notamment dans la région méditerranéenne.

La réponse à ce problème nécessite de connaître les dépendances physiologiques de ces espèces vis-à-vis de la température. Or les possibilités de croissance des Bivalves sont fonction des différents éléments de leur budget énergétique (Bayne et Newell, 1983) et notamment du métabolisme respiratoire, qui est propre à chaque espèce, et qui représente une part importante de ce budget. Celui-ci s'évalue habituellement par la mesure des consommations d'oxygène (Crisp, 1972). La comparaison des respirations de ces deux espèces permettra donc de les mettre en relation avec les résultats obtenus pour les vitesses de croissance (Bodoy *et al.*, 1980). De plus, ces mesures, effectuées à différentes températures, peuvent permettre de déterminer un seuil au-delà duquel la respiration se trouve perturbée (Shumway, 1982). La connaissance de cette limite sera donc un paramètre à considérer au moment du choix de l'espèce à élever dans un milieu donné.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Le naissain d'environ 7 mm de longueur et 20 mg de poids sec, provient de l'éclosérie de la SATMAR (Barfleur) pour la Palourde japonaise (*R. philippinarum*) et de Guernsey Sea Farm, pour la Palourde européenne (*R. decussatus*). Il est maintenu pendant l'hiver en bac, avec un apport d'eau de mer. Au moment de l'expérimentation, la température ambiante atteint 13 à 15 °C. Selon les recommandations de Fry (1947), les Palourdes sont mises dans des bacs à température constante à 15 °C sans apport nutritif, pendant une semaine. Le taux métabolique ainsi mesuré correspond à un métabolisme de routine (Bayne et Newell, 1983). Pour éviter les développements phytoplanctoniques, les bacs sont maintenus dans la pénombre. Le protocole expérimental mis en œuvre est le suivant : les animaux sont d'abord placés pendant deux jours dans une série de bacs expérimentaux maintenus aux températures de 10, 15, 20, 25 et 30 °C. Puis chaque individu est placé dans un flacon rempli d'eau de mer préalablement filtrée à 0,45 µm, de salinité 38 ‰, déjà portée à la température d'expérience et saturée d'oxygène. Pendant la durée de l'expérience, les animaux sont maintenus dans la pénombre. Les flacons utilisés sont en verre clair et le comportement respiratoire peut ainsi être observé (Famme, 1980), afin de ne pas tenir compte des individus gardant leurs valves closes.

La durée des expériences, appelée durée d'incubation, est fonction de la température. Elle est choisie de manière à ce que les animaux ne consomment pas plus de 30 % de l'oxygène initialement présent, ceci afin d'éviter l'apparition d'un métabolisme anaérobie, qui ne pourrait être pris en compte par des mesures de consommation d'oxygène (de Zwaan et Wijsman, 1976). La détermination des teneurs en oxygène est effectuée selon une méthode polarographique (oxymètre Orbisphère, modèle 2603). L'évaluation de la consommation d'oxygène de chaque individu est obtenue par différence entre la teneur en oxygène avant et après l'incubation. Pendant chaque série expérimentale, trois flacons témoins, dépourvus d'animaux, sont placés dans les mêmes conditions. Les variations des teneurs en oxygène entre le début et la fin des expériences ne dépassaient qu'exceptionnellement 0,1 p.p.m. dans les flacons témoins. Le cas échéant, une correction a été effectuée sur la consommation d'oxygène des expériences concernées. La consommation d'oxygène est rapportée au poids sec sans cendres, ou poids net, des chairs.

Il est important de vérifier que l'influence des conditions d'élevage et celle de l'acclimatation préalable se sont exercées de manière identique sur les deux espèces et que les deux populations sont



dans le même état physiologique. Ceci a été fait en utilisant un indice de condition dont les valeurs sont d'autant plus élevées que l'animal est en bonne condition, notamment sur le plan de la quantité des tissus de réserve. L'indice utilisé est le « condition factor » de Beukéma et de Bruin (1977), qui s'obtient en calculant le rapport du poids sec sans cendre, ou poids net, exprimé en mg, sur le cube de la longueur, mesurée selon l'axe antéro-postérieur et exprimée en centimètre.

## RÉSULTATS

En ce qui concerne l'état physiologique des individus, une analyse de la variance a montré qu'il n'existe pas de différence significative, au seuil de 5 %, entre les indices de condition de chaque espèce. On peut donc penser qu'on est en présence de lots homogènes d'individus et que les deux espèces sont dans un état comparable sur le plan écophysologique.

Dans la gamme de poids analysée, d'amplitude restreinte par suite de l'emploi d'individus de même taille, on constate que pour toutes les températures, *R. philippinarum* présente des consommations d'oxygène supérieures à celles de l'espèce européenne *R. decussatus* (Fig. 1).

La relation existant entre la consommation d'oxygène et le poids de l'animal, pour une température donnée, s'exprime généralement selon la formule :  $R = a W^b$  (1) ou encore  $\text{Log } R = b \text{ Log } W + \text{Log } a$  (2) dans lesquelles R représente la valeur de la consommation d'oxygène, exprimée en microgramme par heure et par animal, tandis que W correspond, dans le cas présent, au poids net de l'animal exprimé en milligramme.

Le Tableau I regroupe les valeurs des coefficients a et b calculées pour chaque espèce et à chaque température. Tous les coefficients de corrélation correspondant à la relation poids net/consommation d'oxygène sont significativement différents de zéro au seuil de 1 %.

Une analyse de covariance (Snedecor et Cochran, 1956) a permis de comparer les pentes (b) des droites de régression de l'équation (2). Elle montre que pour

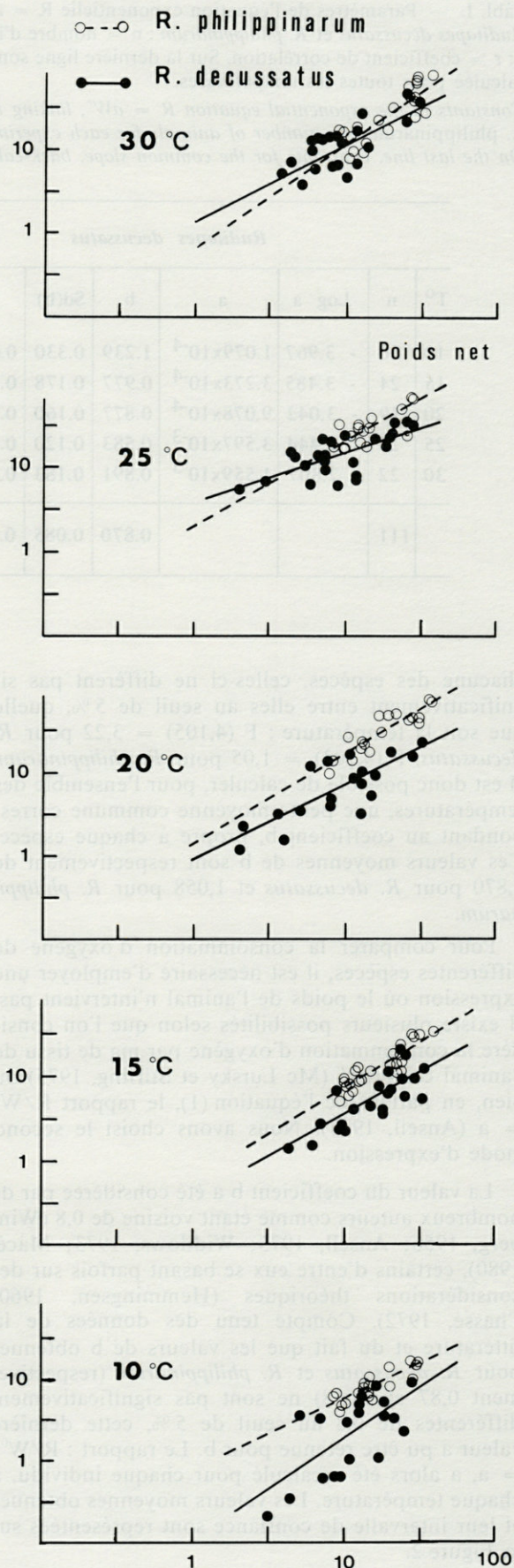


Fig. 1. — Consommation d'oxygène de *Ruditapes decussatus* et de *R. philippinarum* exprimée en microgrammes d'oxygène par heure, en fonction du poids sec libre de cendres (poids net) exprimé en milligrammes. Les droites représentées sur la figure correspondent à la relation de régression existant entre ces deux paramètres.

Oxygen consumption for *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* in micrograms oxygen per hour. « Poids net » is the ash free dry weight. The lines correspond to the regression equation between the two parameters.



Tabl. I. — Paramètres de l'équation exponentielle  $R = aW^b$  représentant la respiration,  $R$ , en fonction du poids  $W$ , pour *Ruditapes decussatus* et *R. philippinarum* :  $n$  = nombre d'individus en expérience;  $SD(b)$  = erreur standard du coefficient  $b$ ;  $r$  = coefficient de corrélation. Sur la dernière ligne sont regroupés les résultats concernant la pente pondérée commune, calculée pour toutes les températures.

Constants in the exponential equation  $R = aW^b$ , linking the respiration  $R$ , to the weight,  $W$ , for *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* :  $n$ , number of animals for each experiment;  $SD(b)$  = standard deviation for  $b$ ;  $r$ , correlation coefficient. On the last line, constants for the common slope, back-calculated for all the temperatures.

<i>Ruditapes decussatus</i>							<i>Ruditapes philippinarum</i>					
T°	n	Log a	a	b	Sd(b)	r	n	Log a	a	b	Sd(b)	r
10	20	- 3.967	1.079x10 <sup>-4</sup>	1.239	0.330	0.661**	20	- 3.124	7.516x10 <sup>-4</sup>	0.862	0.120	0.861**
15	24	- 3.485	3.273x10 <sup>-4</sup>	0.977	0.178	0.774**	25	- 3.258	5.521x10 <sup>-4</sup>	1.063	0.125	0.871**
20	19	- 3.042	9.078x10 <sup>-4</sup>	0.877	0.160	0.795**	18	- 2.864	1.368x10 <sup>-4</sup>	1.052	0.127	0.901**
25	26	- 2.444	3.597x10 <sup>-3</sup>	0.583	0.120	0.705**	23	- 2.716	1.923x10 <sup>-3</sup>	1.002	0.126	0.866**
30	22	- 2.807	1.559x10 <sup>-3</sup>	0.891	0.183	0.735**	23	- 3.171	6.745x10 <sup>-4</sup>	1.253	0.172	0.848**
	111			0.870	0.085	0.707**	109			1.058	0.162	0.860**

chacune des espèces, celles-ci ne diffèrent pas significativement entre elles au seuil de 5 %, quelle que soit la température :  $F(4,105) = 3,22$  pour *R. decussatus*,  $F(4,103) = 1,05$  pour *R. philippinarum*. Il est donc possible de calculer, pour l'ensemble des températures, une pente moyenne commune correspondant au coefficient  $b$ , propre à chaque espèce. Ces valeurs moyennes de  $b$  sont respectivement de 0,870 pour *R. decussatus* et 1,058 pour *R. philippinarum*.

Pour comparer la consommation d'oxygène de différentes espèces, il est nécessaire d'employer une expression où le poids de l'animal n'intervient pas. Il existe plusieurs possibilités selon que l'on considère la consommation d'oxygène par mg de tissu de l'animal considéré (Mc Lursky et Stirling, 1975) ou bien, en partant de l'équation (1), le rapport  $R/W^b = a$  (Ansell, 1973). Nous avons choisi le second mode d'expression.

La valeur du coefficient  $b$  a été considérée par de nombreux auteurs comme étant voisine de 0,8 (Winberg, 1956; Ansell, 1973; Widdows, 1973; Macé, 1980), certains d'entre eux se basant parfois sur des considérations théoriques (Hemmingsen, 1960; Chassé, 1972). Compte tenu des données de la littérature et du fait que les valeurs de  $b$  obtenues pour *R. decussatus* et *R. philippinarum* (respectivement 0,87 et 1,058) ne sont pas significativement différentes de 0,8 au seuil de 5 %, cette dernière valeur a pu être retenue pour  $b$ . Le rapport :  $R/W^{0.8} = a$ , a alors été recalculé pour chaque individu, à chaque température. Les valeurs moyennes obtenues et leur intervalle de confiance sont représentées sur la Figure 2.

On peut constater que la respiration des deux Palourdes croît de 10 à 25 °C, puis décroît nettement à 30 °C. L'optimum de température pour le métabolisme respiratoire se situe donc vers 25 °C pour les deux espèces. A noter toutefois que la décroissance est plus forte à 30 °C chez *R. philippinarum* que chez *R. decussatus*, ce qui souligne sans doute la plus grande sensibilité thermique de la Palourde japonaise aux fortes températures.

Pour une gamme de température où le métabolisme respiratoire ne semble pas perturbé (entre 10 et 25 °C), la valeur moyenne du rapport entre le taux respiratoire de *R. philippinarum* et celui de *R. decussatus* est de 2,25 : l'intensité du métabolisme des jeunes individus de *R. philippinarum* est donc plus du double de ce que l'on peut mesurer pour les jeunes de *R. decussatus*.

L'action de la température sur le métabolisme respiratoire s'évalue souvent au moyen du  $Q_{10}$ . Celui-ci a été calculé en utilisant les rapports  $R/W^{0.8}$ , selon la formule proposée par Macé (1980), et pour un animal de 20 mg de poids sec (Tabl. II). Les valeurs sont comprises entre 1,17 et 3,77 pour *R. decussatus* et entre 0,55 et 5,70 pour *R. philippinarum*. Pour les deux espèces, on observe que la plus forte valeur de  $Q_{10}$  est obtenue pour l'intervalle 15-20 °C. Les valeurs semblent en général décroissantes avec l'augmentation de la température. Elles suivent en cela la relation linéaire établie par Ansell (1973) entre le  $Q_{10}$  et la température.



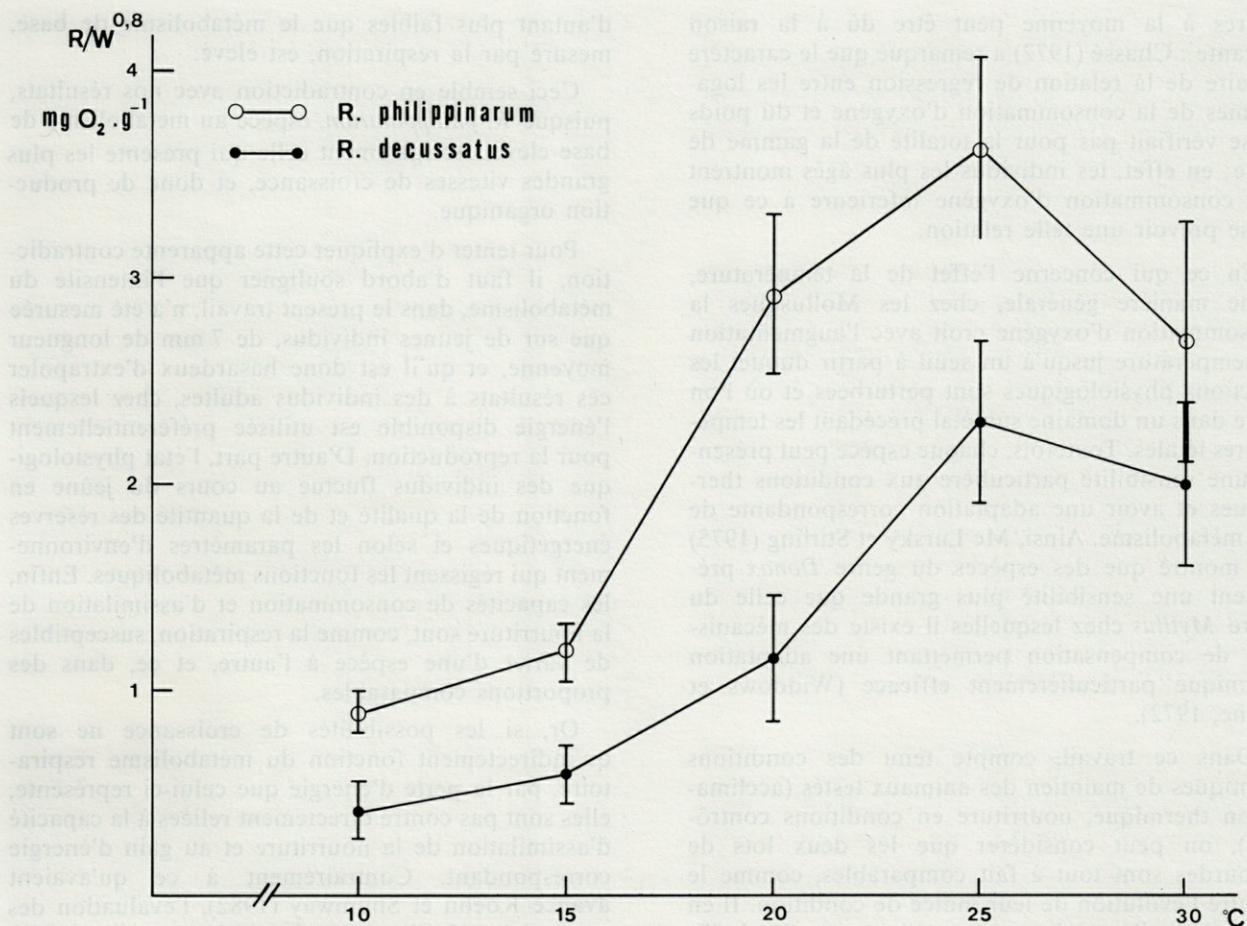


Fig. 2. — Valeurs moyennes du rapport  $R/W^{0.8}$  calculé pour chaque individu aux différentes températures. Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95 %.

Average values for the weight-specific oxygen consumption,  $R/W^{0.8}$  at different temperatures. Vertical bars correspond to the confidence intervals (95 %).

Tabl. II. — Valeurs de  $Q_{10}$ , calculées au moyen du rapport  $R/W^{0.8}$  pour de jeunes individus de *Ruditapes decussatus* et *Ruditapes philippinarum* entre 10 et 30 °C.

$Q_{10}$  values obtained using the ratio  $R/W^{0.8}$  for juveniles of *Ruditapes decussatus* and *R. philippinarum* between 10 and 30 °C.

Espèces	Intervalle de température			
	10 <sup>o</sup> -15 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup> -20 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup> -25 <sup>o</sup>	25 <sup>o</sup> -30 <sup>o</sup>
<i>Ruditapes decussatus</i>	1,93	3,77	3,01	1,17
<i>Ruditapes philippinarum</i>	1,81	5,70	1,46	0,55

## DISCUSSION

La relation allométrique existant entre la consommation d'oxygène et le poids a été établie par de nombreux auteurs parmi lesquels Brody (1945),

Chassé (1972), Paloheimo et Dickie (1966) et Zeuthen (1953). La valeur de l'exposant  $b$  a donné lieu à de nombreuses discussions relatives à sa signification physiologique. Selon Brody (*op. cit.*), la valeur théorique de ce coefficient sera de 0,66 en application de la loi des surfaces. Mais de nombreux écarts ont pu être constatés par rapport à cette valeur. Kennedy et Mihursky (1972) citent des chiffres allant de 0,31 à 0,95 pour les différentes valeurs que peut prendre ce coefficient. De plus, l'exposant  $b$  est susceptible de varier en fonction de différents paramètres, tels que la taille des individus (Chassé, 1972), l'état du cycle de reproduction (Ansell, 1973), leur activité ou les conditions d'acclimatation (Dye, 1979).

Les valeurs élevées de ce coefficient pour *R. decussatus* et *R. philippinarum* sont à mettre en rapport avec une gamme de taille très restreinte, ne comprenant que des individus n'ayant atteint que le cinquième de leur taille maximale (Ansell, 1973; Chassé, 1982). Le fait que des individus de petite taille présentent des valeurs du coefficient  $b$  supé-



rieures à la moyenne peut être dû à la raison suivante : Chassé (1972) a remarqué que le caractère linéaire de la relation de régression entre les logarithmes de la consommation d'oxygène et du poids ne se vérifiait pas pour la totalité de la gamme de taille; en effet, les individus les plus âgés montrent une consommation d'oxygène inférieure à ce que laisse prévoir une telle relation.

En ce qui concerne l'effet de la température, d'une manière générale, chez les Mollusques la consommation d'oxygène croît avec l'augmentation de température jusqu'à un seuil à partir duquel les fonctions physiologiques sont perturbées et où l'on entre dans un domaine sublétal précédant les températures létales. Toutefois, chaque espèce peut présenter une sensibilité particulière aux conditions thermiques et avoir une adaptation correspondante de son métabolisme. Ainsi, Mc Lursky et Stirling (1975) ont montré que des espèces du genre *Donax* présentent une sensibilité plus grande que celle du genre *Mytilus* chez lesquelles il existe des mécanismes de compensation permettant une adaptation thermique particulièrement efficace (Widdows et Bayne, 1972).

Dans ce travail, compte tenu des conditions identiques de maintien des animaux testés (acclimatation thermique, nourriture en conditions contrôlées), on peut considérer que les deux lots de Palourdes sont tout à fait comparables, comme le montre l'évolution de leur indice de condition. Il en résulte que l'on doit conclure à une grande similitude dans la réponse métabolique en fonction de la température. Dans les deux cas, le seuil correspondant à l'optimum de la consommation d'oxygène se situe à 25 °C. Cependant, de nombreux facteurs peuvent modifier la température pour laquelle est atteint le maximum respiratoire d'une espèce. Il est possible de mettre en avant la quantité de nourriture disponible (Widdows, 1973), l'état physiologique de l'animal ou l'action de l'acclimatation saisonnière (Bayne, 1973; Bayne et Thompson, 1970). Kennedy et Mihursky (1973) ont montré pour *Mya arenaria*, *Macoma balthica* et *Mulinia lateralis*, que la température à laquelle se situe le maximum respiratoire était fonction non seulement de l'âge des individus mais aussi et surtout de la température d'acclimatation.

Certains auteurs (Koehn et Shumway, 1982) ont proposé d'évaluer les potentialités de production d'une espèce au moyen de l'intensité du métabolisme de base. En effet pour un animal en état de jeûne, l'équation du bilan énergétique se réduit aux termes suivants :  $P = -(U + R)$  dans laquelle P représente la production organique, U l'excrétion et R la respiration. Le taux de filtration C, est nul en raison de l'absence de nourriture. La part d'énergie disponible pour la production organique, P, devient alors nulle et même négative, ce qui se traduit par une combustion des réserves énergétiques. Les potentialités de production d'une espèce sont donc

d'autant plus faibles que le métabolisme de base, mesuré par la respiration, est élevé.

Ceci semble en contradiction avec nos résultats, puisque *R. philippinarum*, espèce au métabolisme de base élevé, est également celle qui présente les plus grandes vitesses de croissance, et donc de production organique.

Pour tenter d'expliquer cette apparente contradiction, il faut d'abord souligner que l'intensité du métabolisme, dans le présent travail, n'a été mesurée que sur de jeunes individus, de 7 mm de longueur moyenne, et qu'il est donc hasardeux d'extrapoler ces résultats à des individus adultes, chez lesquels l'énergie disponible est utilisée préférentiellement pour la reproduction. D'autre part, l'état physiologique des individus fluctue au cours du jeûne en fonction de la qualité et de la quantité des réserves énergétiques et selon les paramètres d'environnement qui régissent les fonctions métaboliques. Enfin, les capacités de consommation et d'assimilation de la nourriture sont, comme la respiration, susceptibles de varier d'une espèce à l'autre, et ce, dans des proportions comparables.

Or, si les possibilités de croissance ne sont qu'indirectement fonction du métabolisme respiratoire, par la perte d'énergie que celui-ci représente, elles sont pas contre directement reliées à la capacité d'assimilation de la nourriture et au gain d'énergie correspondant. Contrairement à ce qu'avaient avancé Koehn et Shumway (1982), l'évaluation des termes négatifs d'un bilan énergétique, et en particulier de la respiration et de l'excrétion chez un animal en état de jeûne, ne saurait donc suffire à établir les potentialités de croissance d'une espèce ou à se livrer à des comparaisons interspécifiques sur les taux de croissance supposés.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANSELL A.D., 1973. Oxygen consumption by the bivalve *Donax vittatus* (Da Costa). *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **2** : 311-328.
- BAYNE B.L., 1973. Physiological changes in *Mytilus edulis* induced by temperature and nutritive stress. *J. mar. Biol. Assoc. U.K.*, **53** : 39-58.
- BAYNE B.L., R.L. NEWELL, 1983. Physiological energetics of marine Molluscs. In the Mollusca, Vol. 4 : Physiology. Edited by K.M. Wilbur, A.S.M. Saleaddin. Academic Press, London : 407-515.
- BAYNE B.L., R.J. THOMSON, 1970. Some physiological consequences of keeping *Mytilus edulis* in the laboratory. *Helgolander Wiss. Meeresunter.*, **20** : 526-552.
- BEUKEMA J.J., W. BRUIN (de), 1977. Seasonal changes in dry weight and chemical composition of the soft part of the Tellinid bivalve, *Macoma balthica* in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.*, **2** : 42-55.



- BREBER P., 1985. On growing of the carpet-shell clam (*Tapes decussatus* L.) : two years' experience in Venice Lagoon. *Aquaculture*, **44** : 51-56.
- BODY A., T. MAITRE-ALLAIN, A. RIVA, 1980. Croissance comparée de la palourde européenne (*Ruditapes decussatus*) et de la palourde japonaise (*Ruditapes philippinarum*) dans un écosystème artificiel méditerranéen. *Vie marine*, **2** : 39-51.
- BRODY S., 1945. Bioenergetics and growth. Reinold, New-York, 1023 p.
- CHASSÉ C., 1972. Géométrie (similitude) et Histoire naturelle (écologie) des êtres vivants : les lois d'allométrie de la productivité biologique. Énergétique autoécologique des espèces animales et de leur production. *Rev. Biomathem.*, **10** : 103-156.
- CRISP D.J., 1972. Energy flow measurements. In, *Methods for the study in marine benthos*, edited by H.D. HOMME & A.D. Mc INTYRE, Blackwell Scientific, Oxford : 197-279.
- DYE A.H., 1979. The effects of acute and long term temperature changes on the respiration of two sand-dwelling bivalves. *Comp. Biochem. Physiol.*, **63A** : 405-409.
- FAMME P., 1980. Effect of shell valve closure by the mussel *Mytilus edulis* L., on the rate of oxygen consumption in declining ambient oxygen tension. *Comp. Biochem. Physiol.*, **67A** : 167-170.
- FRY F.E.J., 1947. Effects of environment on animal activity. *Univ. Toronto Stud. Biol.*, **68** : 1-62.
- HEMMINGSEN A.N., 1960. Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution. *Rep. Steno. Mem. Hosp. Nord. Insulinlab.*, **9** : 7-110.
- KENNEDY V.S., J.A. MIHURSKY, 1972. Effects of temperature on the respiratory metabolism of three Chesapeake Bay bivalves. *Chesapeake Sci.*, **13** : 1-22.
- KERGARIOU (de) G., D. LATROUITE, D. PERODOU, S. CLAUDE, 1981. Données sur la biologie de *Ruditapes philippinarum* et *Ruditapes decussatus* en élevage sur la côte Morbihannaise. *Int. Council. Exploit. Sea*, C.M. 1981/K : **34**, 12 p.
- KOEHN R.K., S.E. SHUMWAY, 1982. A genetic/physiological explanation for differential growth rate among individuals of the american oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Mar. Biol. Letters*, **3** : 35-42.
- MACÉ A.M., 1980. Etude expérimentale de l'écophysiologie d'un gastéropode perceur *Polinices alderi*. 2. Respiration et excrétion azotée. *Téthys*, **10** : 73-82.
- MC LUSKY D., A. STIRLING, 1975. The oxygen consumption and feeding of *Donax incarnatus* and *Donax spiculum* from tropical beaches. *Comp. Biochem Physiol.*, **51A** : 943-947.
- PALOHEIMO J.E., L.M. DICKIE, 1966. Food and growth of Fishes. 1. A growth curve derived from experimental data. *J. fish. Res.*, **22** : 521-542.
- SAINT-FÉLIX C., J.P. BAUD, P. HOMMEBON, 1984. Diversification de la production conchylicole. Élevage de la palourde japonaise en baie de Bourgneuf. *Science et Pêche*, **344-345-346** : 2-22.
- SHUMWAY S.E., 1982. Oxygen consumption in Oysters : an overview. *Mar. Biol. Letters*, **3** : 1-23.
- SNEDECOR G.W., W.G. COCHRAN, 1956. Statistical methods. The Iowa State University Press, 534 p.
- WIDDOWS J., 1973. Effect of temperature and food on the heart rate, ventilation rate and oxygen consumption of *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, **20** : 269-276.
- WIDDOWS J., B.L. BAYNE, 1972. Temperature acclimation of *Mytilus edulis*, with reference to its energy budget. *J. mar. Biol. Assoc. U.K.*, **51** : 827-834.
- WINBERG G.G., 1956. Rate of metabolism and food requirement of fishes. *Fish. Res. Bd Canada*, Transl. ser., **194**, 253 p.
- ZEUTHEN E., 1953. Oxygen uptake as related to body size in organisms. *Quat. Rev. Biol.*, **28** : 1-12.
- ZWAAN (de) A., T.C.M. WIJSMAN, 1976. Anaerobic metabolism in Bivalvia (Molluscs). *Comp. Biochem. Physiol.*, **54B** : 313-324.

Reçu le 29 juillet 1985; received July 29, 1985  
 Accepté le 12 octobre 1985; accepted October 12, 1985







# LES CARYOTYPES DE DEUX POPULATIONS DU GENRE *TISBE* (COPEPODA, HARPACTICOIDA) DES ÎLES KERGUELEN

*The karyotypes of two populations of the genus Tisbe (Copepoda Harpacticoida)  
from the Kerguelen Islands*

Ivana LAZZARETTO et Angelo LIBERTINI

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi  
Via Loredan, 10 — 35131 Padova, Italie

ÉVOLUTION  
KARYOLOGIE  
CARYOTYPE  
COPEPODES

**RÉSUMÉ.** — Dans deux populations du genre *Tisbe*, provenant de la région de Kerguelen et surnommées respectivement *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* et *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*, on a déterminé le même nombre diploïde  $2n = 22$ . Dans ces deux populations on a relevé une morphologie différente des chromosomes : *Tisbe* sp., population A, forme *pallida*, est caractérisée par huit couples de chromosomes métacentriques, deux paires submétacentriques et une paire acrocentriques ; *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata* est dotée de sept couples d'éléments métacentriques, deux de submétacentriques, un d'acrocentriques et un de subtélocentriques. Entre les deux populations existe en outre une différence significative dans la durée de la période nécessaire pour passer de la métaphase I à la métaphase II. Toutes ces données soulignent l'opportunité de placer ces populations en deux entités taxonomiques différentes. Ces deux populations sont les premières, parmi les espèces connues du genre *Tisbe*, à montrer des chromosomes acrocentriques.

EVOLUTION  
KARYOLOGY  
KARYOTYPE  
COPEPODS

**ABSTRACT.** — The same diploid number  $2n = 22$  has been established in both populations of the genus *Tisbe*, called *Tisbe* sp., population A, form *pallida*, and *Tisbe* sp., population B, form *pigmentata*, from the Kerguelen region. The two populations differ in chromosome morphology : *Tisbe* sp., population A, form *pallida* possesses eight metacentric, two submetacentric and one acrocentric chromosome pair; *Tisbe* sp., population B, form *pigmentata* presents seven metacentric, two submetacentric, one acrocentric and one subtelocentric chromosome pairs. The two populations differ significantly in the length of the period between metaphase I and the metaphase II providing further support for the idea that these two populations are two different taxonomic entities. These populations are also the first among the known species of the genus *Tisbe* to display acrocentric chromosomes.

Lors d'une récente expédition (décembre 1981-janvier 1982) organisée par les T.A.A.F. plusieurs échantillons d'Invertébrés marins provenant d'habitats différents ont été recueillis (Battaglia *et al.*, 1982 et 1985); certaines espèces ont été rapportées vivantes à Padoue où elles ont été mises en élevage. Parmi celles-ci, deux populations du genre

*Tisbe* nommées respectivement *Tisbe* sp. population A, forme *pallida* et *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*, en raison des caractères évidents qui les distinguent. Les individus de ces deux populations sont fort différents non seulement entre eux, mais aussi de toutes les autres espèces élevées et étudiées jusqu'à ce jour au laboratoire, que ce soit du point

\* Ce travail a été réalisé avec l'aide d'un contrat CNR (n° 83.02168.04) et de fonds du M.P.I.



de vue morphologique ou par leurs caractéristiques biologiques (Varotto, communication personnelle) de sorte qu'il semblerait justifié de les séparer en deux entités taxonomiques différentes.

Parallèlement à des expériences en vue de vérifier la présence éventuelle de barrières reproductives, une recherche caryologique comparée a été abordée sur les individus appartenant aux deux populations pour déterminer les principales caractéristiques de leurs caryotypes et pour vérifier l'existence de différences éventuelles.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les individus employés proviennent de cultures menées à une température de 10 °C avec la méthode standard (Battaglia, 1970); chacune de ces cultures a été commencée avec des centaines d'individus des deux populations récoltés à Port Couvreur et à Port aux Français (Iles Kerguelen) ramenés vivants à Padoue.

Les préparations microscopiques ont été réalisées en modifiant la technique de suspension cellulaire mise au point pour les recherches sur *Tigriopus* (I. Lazzaretto e A. Libertini, 1985a, 1985b).

Les animaux sont mis 30 mn dans une solution d'eau de mer et de colchicine  $10^{-4}$  M, puis passés dans de l'eau distillée pendant 2-3 mn. Le sac ovigère est ensuite séparé de la femelle et dilacéré dans une solution d'acide acétique à 60 % pour obtenir une suspension cellulaire qui sera projetée sur des lames préchauffées à 50 °C.

Après coloration au Giemsa 10 %, pH 7, et séchage à l'air les lames sont observées avec un Photomicroscope III Zeiss.

## RÉSULTATS

L'analyse de 307 plaques de mitoses embryonnaires a permis d'établir que le nombre diploïde caractéristique de *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* correspond à  $2n = 22$ ; le même nombre de chromosomes a été déterminé dans la population appelée *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata* par l'observation de 254 plaques (Tabl. I).

Le caryotype de *Tisbe* sp., population A, forme *pallida*, obtenu par la comparaison de 30 métaphases choisies parmi les meilleures et de même dimension, comprend un couple de chromosomes acrocentriques, 2 submétacentriques et 8 métacentriques (Levan *et al.*, 1964). La taille des chromosomes varie de manière décroissante de la plus grande paire à la plus petite tandis qu'il est impossible de les différencier en diverses classes de tailles (Fig. 1, 2, 5).

Tabl. I. — Distribution du nombre de chromosomes relevé par l'analyse de mitoses embryonnaires chez *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* et *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*.

*Distribution of mitotic chromosome number from the analysis of cleaving eggs in Tisbe sp., population A, form pallida and Tisbe sp., population B, form pigmentata.*

Populations	Nombre de cellules avec nombre diploïde de								Nombre total de cellules examinées
	16	17	18	19	20	21	22	23	
A. forme <i>pallida</i>	2	6	4	10	18	47	214	7	307
B. forme <i>pigmentata</i>	1	—	1	1	13	31	204	3	254

Le caryotype de *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata* est caractérisé par un couple de chromosomes acrocentriques, 2 de submétacentriques, un de subtélocentriques et 7 de métacentriques. La taille des chromosomes diminue aussi graduellement chez cette espèce (Fig. 3, 4, 6). La morphologie des chromosomes a été étudiée dans 15 métaphases choisies parmi les meilleures et de dimensions les plus semblables, et après avoir vérifié dans cette population une grande diversité de l'état de contraction entre les différentes plaques chromosomiques. Pour faciliter la comparaison nous avons présenté dans les Figures 1 et 3 les plaques caractérisées par les dimensions les plus voisines.

On a effectué aussi la mensuration de cinq métaphases choisies dans les 2 populations (Tabl. II).

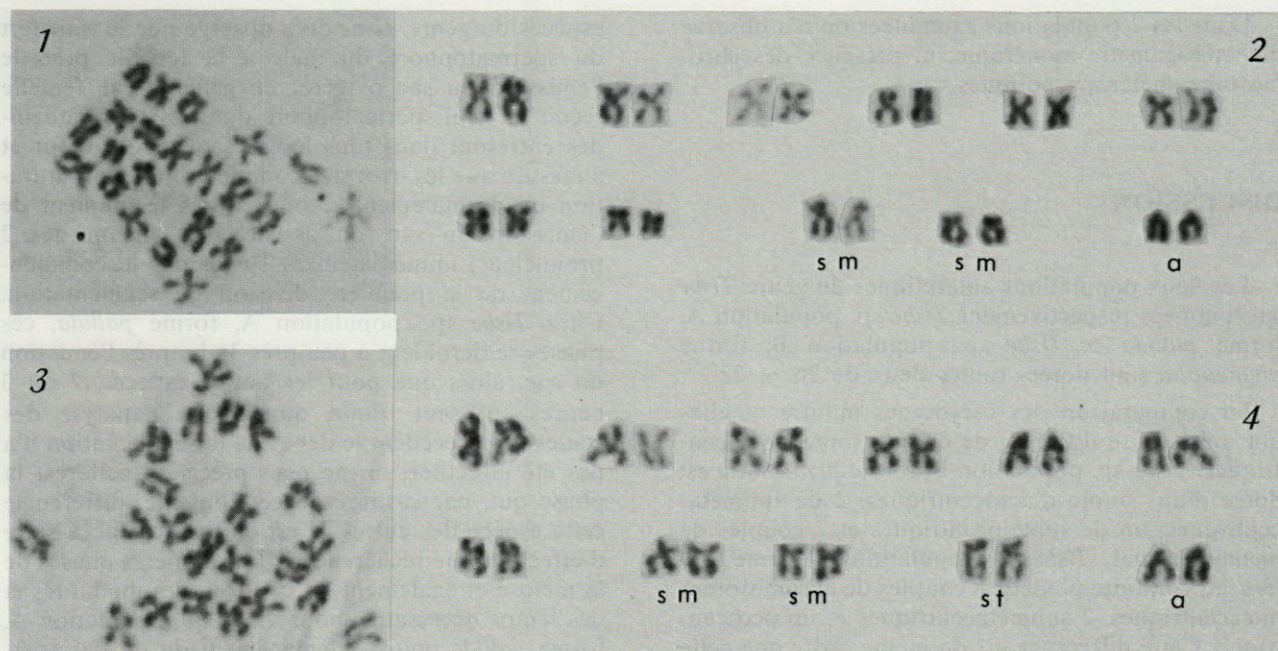
Les idéogrammes présentés Figures 5 et 6 dérivent des résultats du Tableau II. Quoique les mensurations aient été effectuées sur les plaques chromosomiques les plus grandes dans les 2 populations, on

Tabl. II. — Longueur moyenne en  $\mu\text{m}$  et rapport des bras chromosomiques des chromosomes métaphasiques de *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* et *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*. E.S. = Erreur standard.

*Average length in  $\mu\text{m}$  and arm length ratio of metaphase chromosomes of Tisbe sp., population A, form pallida and Tisbe sp., population B, form pigmentata. E.S. = Standard Error.*

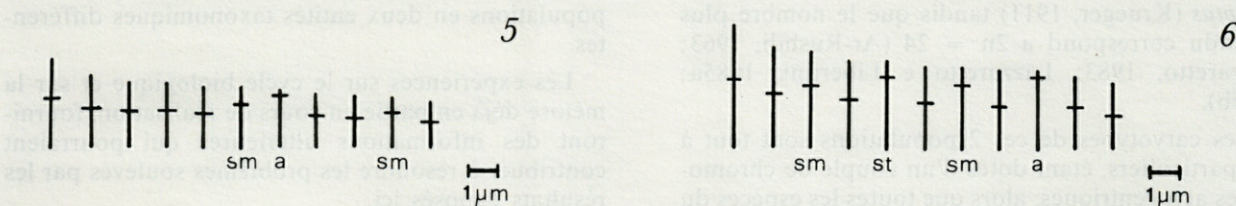
<i>Tisbe</i> sp., population A, forme <i>pallida</i>											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI
l/ $\mu\text{m}$	2,877	2,384	2,208	2,09	2,068	2,024	1,905	1,78	1,731	1,722	1,561
E.S.	0,042	0,033	0,026	0,028	0,028	0,043	0,075	0,07	0,063	0,053	0,053
r	1,24	1,18	1,18	1,39	1,22	2,06	8,89	1,36	1,28	2,09	1,07
E.S.	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,05	1,53	0,06	0,03	0,07	0,03
	m	m	m	m	m	sm	a	m	m	sm	m
longueur totale du caryotype : $\mu\text{m}$ 44.992 $\pm$ 2.49											
<i>Tisbe</i> sp., population B, forme <i>pigmentata</i>											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X	XI
l/ $\mu\text{m}$	4,034	3,3	3,094	2,924	2,903	2,73	2,69	2,574	2,517	2,431	2,145
E.S.	0,061	0,077	0,081	0,037	0,063	0,037	0,081	0,024	0,073	0,033	0,076
r	1,27	1,17	2,06	1,19	3,80	1,20	2,28	1,27	9,39	1,25	1,15
E.S.	0,03	0,004	0,07	0,05	0,32	0,02	0,14	0,03	1,61	0,03	0,06
	m	m	sm	m	st	m	sm	m	a	m	m
longueur totale du caryotype : $\mu\text{m}$ 62.704 $\pm$ 6.17											





Pl. 1. — 1, *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* métaphase mitotique embryonnaire ( $\times 2400$ ). 2, *Tisbe* sp., population A, forme *pallida*, caryotype obtenu de la photomicrographie de la figure 1. 3, *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*, métaphase mitotique embryonnaire ( $\times 2400$ ). 4, *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*, caryotype obtenu de la photomicrographie de la figure 3.

1, *Tisbe* sp., population A, forme *pallida*, mitotic metaphase of cleaving eggs ( $\times 2400$ ). 2, *Tisbe* sp., population A, form *pallida*, karyotype obtained from the photomicrograph of fig. 1. 3, *Tisbe* sp., population B, form *pigmentata*, mitotic metaphase of cleaving eggs ( $\times 2400$ ). 4, *Tisbe* sp., population B, form *pigmentata*, karyotype obtained from the photomicrograph of fig. 3.



Pl. 2. — 5, Idéogramme de *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* obtenu des plaques de métaphases mitotiques embryonnaires. 6, Idéogramme de *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata*, obtenu des plaques de métaphases mitotiques embryonnaires.

5, Idiograms of *Tisbe* sp., population A, form *pallida*, based on metaphase plates of cleaving eggs. 6, Idiograms of *Tisbe* sp., population B, form *pigmentata*, based on metaphase plates of cleaving eggs.

sm = submétacentrique; st = subtélocentrique; a = acrocentrique.

sm = submétacentric; st = subtélocentric; a = acrocentric.

ne peut faire aucune remarque sur les différences de taille relevées entre les deux idéogrammes à cause de la technique employée.

Lors de la réalisation des préparations microscopiques, on a pu observer une différence considérable entre les 2 populations : l'intervalle qui s'écoule entre l'émission du sac ovigère et le moment propice pour exécuter les différentes étapes de la technique est très différent : 3 h pour *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata* et 36 h pour *T. sp.*, population A,

forme *pallida*; cet intervalle correspond à la période nécessaire pour passer de la métaphase I, qui dans cette population se déroule dans les oviductes (données non encore publiées), à la métaphase II suivie par la première segmentation, qui s'observe toutes les 2 par l'étude des sacs ovigères (on peut parfois vérifier la présence simultanée d'ovocytes ou de globules polaires en métaphase II et d'œufs qui sont en train de commencer la première division de segmentation).



Dans les 2 populations examinées on n'a observé ni hétérogamétie numérique, ni présence des chromosomes hétéropycnotiques.

## DISCUSSION

Les deux populations antarctiques du genre *Tisbe* surnommées respectivement *Tisbe* sp. population A, forme *pallida* et *Tisbe* sp., population B, forme *pigmentata* sont dotées toutes deux de  $2n = 22$ .

La comparaison des caryotypes montre qu'elles ont un nombre différent de chromosomes métacentriques. *Tisbe* sp. population B, forme *pigmentata* est dotée d'un couple d'acrocentriques, 2 de submétacentriques, un de subtélocentriques et 7 couples de métacentriques. *Tisbe* sp. population A, forme *pallida*, au contraire possède 8 couples de chromosomes métacentriques, 2 submétacentriques et un acrocentrique. Cette différence est du même ordre que celle que l'on relève normalement entre les diverses espèces de ce genre dans lequel l'évolution chromosomique semble s'effectuer surtout par remaniement de bras chromosomiques (Lazzaretto, 1983).

La grande uniformité du nombre chromosomique qui caractérise les Harpacticoides étudiés est confirmée. Le nombre  $2n = 22$  en particulier a été relevé non seulement dans le genre *Tisbe*, mais aussi dans les genres *Tigriopus* (Lazzaretto et Libertini, 1985b; Soyer et Thiriot-Quievrieux, 1985) et *Canthocamptus* (Krueger, 1911) tandis que le nombre plus répandu correspond à  $2n = 24$  (Ar-Rushdi, 1963; Lazzaretto, 1983; Lazzaretto et Libertini, 1985a; 1985b).

Les caryotypes de ces 2 populations sont tout à fait particuliers, étant dotés d'un couple de chromosomes acrocentriques, alors que toutes les espèces du genre *Tisbe* étudiées montrent des chromosomes à centromère médian et submédian et parfois un ou deux couples subtélocentriques (Lazzaretto, 1983).

La présence de chromosomes acrocentriques permet de différencier clairement ces 2 populations de toutes les espèces du genre *Tisbe* actuellement connues du point de vue caryologique et fait aussi supposer qu'elles sont très voisines entre elles.

Les techniques employées n'ont pu permettre de relever la présence des satellites, même dans ces espèces, alors que dans le genre *Tigriopus*, on observe quelquefois un couple chromosomique avec une constriction secondaire (Lazzaretto et Libertini, 1985b).

Il faut remarquer aussi l'autre différence relevée entre les 2 populations : chez *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* le passage de la métaphase I à la métaphase II dure presque 12 fois plus longtemps que chez *Tisbe* sp. population B, forme *pigmentata* et toutes les autres espèces étudiées. Dans toutes les

espèces du genre *Tisbe* on a observé que le transfert du spermatophore du mâle à la femelle précède l'émission du sac ovigère; en général une femelle reçoit un seul spermatophore dont les spermatozoïdes entreront dans tous les sacs ovigères au fur et à mesure que les ovocytes compléteront leur maturation et, normalement, 2 ou 3 après le moment de l'émission du sac, on assiste à la fusion des 2 pronucleus, immédiatement suivie par le commencement de la première division de segmentation. Chez *Tisbe* sp., population A, forme *pallida*, ces phases se déroulent à peu près 36 h après l'émission du sac, alors que pour les autres espèces, 2 ou 3 heures suffisent. Etant donné que l'analyse des stades qui précèdent le début de la segmentation n'a pas été effectuée, on ne peut préciser quelle est la phase qui, par sa durée exceptionnelle, différencie cette espèce des autres. Il est en tous cas nécessaire d'effectuer une recherche sur les dernières phases de la méiose et également un contrôle des modalités et des temps nécessaires pour *Tisbe* sp., population A, forme *pallida* pour le déplacement du ou des spermatophores, de manière à obtenir une série d'informations permettant de mieux cerner cette différence et, si possible, d'en évaluer la signification.

L'ensemble des données accumulées au cours de cette première approche met en lumière l'existence de différences dans le caryotype et dans la biologie des deux populations, et appuie les résultats des épreuves biologiques réalisées jusqu'à maintenant (Varotto, communication personnelle); elles aussi soulignent l'opportunité de distinguer les deux populations en deux entités taxonomiques différentes.

Les expériences sur le cycle biologique et sur la méiose déjà en partie en cours de réalisation, fourniront des informations ultérieures qui pourraient contribuer à résoudre les problèmes soulevés par les résultats exposés ici.

## LITTÉRATURE CITÉE

- AR-RUSHDI A.H., 1963. The cytology of achiasmatic meiosis in the female *Tigriopus* (Copepoda). *Chromosoma*, **13** : 526-539.
- BATTAGLIA B., 1970. Cultivation of marine copepods for genetic and evolutionary research. *Helgolander Wiss. Meeresunters*, **20** : 385-392.
- BATTAGLIA B., P.M. BISOL, G. FAVA, J. SOYER et V. VAROTTO, 1982. Variabilità genetica in copepodi bentonici delle isole Kerguelen. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* : **50**, suppl. : 109-112.
- BATTAGLIA B., P.M. BISOL, G. FAVA, E. RODINÒ and V. VAROTTO, 1985. Genetic variability and geographic differentiation in some benthic invertebrates from the Kerguelen Region. In *Marine Biology of Polar Regions and effects of Stress on Marine Organisms*. Ed. J.S.



- Gray and M.E. Christianse, John Wiley & Sons Ltd, New York.
- KRUEGER P., 1911. Beiträge zur Kenntnis der Oogenese bei Harpacticiden, nebst Biologischen Beobachtungen. *Arch. Zellforsch.*, **6** : 165-189.
- LAZZARETTO I., 1983. Karyology and chromosome evolution in the genus *Tisbe* (Copepoda). *Crustaceana*, **45** : 85-95.
- LAZZARETTO I. and A. LIBERTINI, 1985a. Karyological investigations of two populations of *Trigriopus* (Copepoda, Harpacticoida) from the Kerguelen region. *Journal of Crustacean Biology*, **5** : 330-333.
- LAZZARETTO I. and A. LIBERTINI, 1985b. Karyological comparison among three species of the genus *Trigriopus* (Copepoda, Harpacticoida). *Atti Acc. Naz. Lincei*, **76** : 377-381.
- LEVAN A.K., K. FREDGA and A.A. SANDBERG, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, **52** : 201-220.
- SOYER J., et C. THIRIOT-QUIEVREUX, 1985. Existence d'espèces jumelles dans le genre *Trigriopus* (Copepoda, Harpacticoida) aux Iles Kerguelen et Crozet (Terres australes antarctiques françaises). *C.R. Hebd. Séanc. Acad. Sc. Paris*, **301** : 309-312.

Reçu le 25 juin 1985; received June 25, 1985  
Accepté le 19 juillet 1985; accepted July 19, 1985







# ALIMENTATION AUTOMNALE DE LA NETTE ROUSSE (*NETTA RUFINA*, AVES, ANATIDAE) DANS LE DELTA DE L'EBRE, ESPAGNE

*Autumnal feeding of Red-crested Pochard (Netta rufina) in the Ebro Delta, Spain*

G.A. LLORENTE, X. RUIZ et J. SERRA-COBO

*Catedra de Zoologia Vertebrados,  
Facultad de Biologia de la Universidad de Barcelona  
Avda. Diagonal, 645 — Barcelona, 08028 (Spain)*

ALIMENTATION  
*NETTA RUFINA*  
ANATIDÉ  
DIVERSITÉ ALIMENTAIRE  
AUTOMNE  
DELTA DE L'EBRE

**RÉSUMÉ.** — Dans ce travail est étudiée l'alimentation d'une population de Nette Rousse méditerranéenne pendant l'automne. Trente-deux contenus stomacaux (ventricule succenturié et gésier) provenant d'animaux tués à la chasse dans le delta de l'Ebre ont été analysés. L'indice de dominance de Simpson a été utilisé pour déterminer l'importance de chaque proie. L'emploi d'un modèle qui se base sur les indices de diversité du régime alimentaire a permis d'établir les différences interindividuelles dans la consommation de ressources, ainsi que l'utilisation différentielle dans l'espace des divers habitats que l'écosystème considéré englobe. Les résultats obtenus montrent que le régime alimentaire de cette population se compose essentiellement de végétaux et que la fraction animale ingérée est totalement accidentelle. Les végétaux dominants sont les Graminales (*Oryza sativa*, *Echinochloa crusgalli*) ou les Hélobiales (*Naias marina*), ou un ensemble de Charales (*Chara*) et de Cypéales (*Scirpus*). Les autres types de ressources végétales sont ou complémentaires ou accidentelles, comme dans le cas des proies animales. La Nette Rousse est donc, un canard plus granivore qu'herbivore contrairement à ce qu'on admet habituellement, au moins pendant l'époque de l'année considérée dans cette étude. Les exemplaires de cette population, tous sténophages au niveau individuel, sont séparés du point de vue trophique. L'existence de proies indicatrices a permis de différencier les divers types d'exploitation en accord avec les résultats obtenus par l'analyse du régime alimentaire et les relations indiquées par les indices de diversité. 43 % environ de la population consomment des Graminales, issues de l'exploitation des rizières, comme nourriture de base du régime alimentaire. Pour 41 % de la population, les ressources fondamentales sont les Hélobiales, provenant principalement des lagunes littorales. 12 % de la population exploitent aussi les rizières mais consomment un ensemble de Charales et de Cypéales. Le reste, 4 %, agit comme opportuniste ou bien exploite des milieux moins favorables tels que les baies marines ou des zones d'eaux plus saumâtres, où pousse *Zostera noltii*.

FEEDING  
*NETTA RUFINA*  
ANATIDAE  
TROPIC DIVERSITY  
AUTUMN  
EBRO DELTA

**ABSTRACT.** — In this paper the feeding habits of a mediterranean population of Red-crested Pochards during autumn is described. The diet analysis has been carried out with 32 stomach contents which came from individuals shot by hunters in the Ebro Delta. In order to determine the importance of each prey in the diet of the Red-crested Pochards, we have used Simpson's Index of dominance. The estimation of interindividual differences in food choice has been carried out through the application of an improved model based on accumulative diversity functions. We have also considered the spatial differences in the exploitation of several suitable habitats of this species



in the Ebro Delta. The results obtained show that vegetals are the basic food eaten by Red-crested Pochards in the Ebro Delta animals being only taken as occasional preys. The main food items are Graminals (*Oryza sativa*, *Echinochloa crus-galli*), Helobials (*Naias marina*), or a combination of Charals (*Chara*) and Cyperals (*Scirpus*). Other kinds of vegetals are also exploited, but only as complementary or occasional resources. In contrast to various reports, the Red-crested Pochard appears more granivorous than herbivorous, at least during the period considered on this paper. The members of the studied population are well segregated in food exploitation, being highly stenophagous at the individual level. Several characteristic prey items have been used to estimate differences in the exploitation of foraging places, according to resource partitioning obtained from diet analysis and the interrelationships between diversity indexes. Circa 43 % of the population eat Graminals as main food, foraging in rice field. Approximately 41 % of the individuals exploit littoral lagoons, diving in search of Helobials. Another fraction which represents nearly 12 % also feeds in the rice fields, but in this case taking a combination of Charals and Cyperals. The rest of individuals, about 4 %, behaves like opportunistic feeders in the same habitats or, alternatively, feeds in poorer habitats (i.e. the marine bays and salt marshes) where *Zostera noltii* grows.

## INTRODUCTION

La composition de l'alimentation des différentes espèces d'Anatidés est globalement assez bien connue (Dement'ev & Gladkov, 1967; Bauer & Glutz, 1969; Ogilvie, 1975; Cramp & Simmons, 1977). Il existe des travaux à ce sujet sur les communautés d'Anatidés dans certains écosystèmes (Olney, 1963; Thomas, 1982; Pirot *et al.*, 1984) ou au niveau de l'espèce (Tamisier, 1971a et b; Sudgen, 1973; Connelly & Chesemore, 1980). Mais, l'information disponible sur le régime alimentaire de la Nette Rousse est peu détaillée, les données sont éparées et il n'existe aucune étude à propos de l'utilisation des ressources trophiques par les populations de cette espèce. Par ailleurs tous les auteurs qui ont étudié le régime alimentaire de la Nette Rousse s'accordent à affirmer son caractère fondamentalement phytophage et particulièrement herbivore (Dement'ev & Gladkov, *op. cit.*, et références citées in Cramp & Simmons, *op. cit.*).

Dans ce travail est étudié le régime alimentaire d'une population de Nette Rousse méditerranéenne du delta de l'Èbre en automne; il s'agit de l'un des endroits les plus importants pour l'hivernage d'Anatidés en Espagne (Ferrer, 1982). Deux informations nouvelles relatives à la connaissance de la biologie de cette espèce dans les milieux méditerranéens sont mises en évidence. D'une part le régime alimentaire en automne, est de type plus granivore que ce qui est admis habituellement. Cette situation ne semble pas être particulière au delta de l'Èbre, car dans un travail réalisé simultanément en Camargue, Allouche *et al.* (sous presse) arrivent à des résultats similaires. D'autre part le traitement des données permet de décrire l'importance des proies consommées au niveau de la population ainsi que les différences interindividuelles dans la consommation de ces ressources et l'exploitation spatiale des divers habitats du delta de l'Èbre.

## AIRE D'ÉTUDE

Le delta de l'Èbre (Fig. 1) est une plaine alluviale d'environ 350 km<sup>2</sup> de surface qui se jette dans la mer. La partie centrale, de forme triangulaire, se situe entre 40°37' et 40°48' de latitude Nord et entre 0°21' et 0°40' de longitude Est. Deux flèches de sable, l'une dans la moitié Nord, la Punta del Fangar, et l'autre, particulièrement bien développée, dans la moitié Sud, la Punta de la Banya, sont unies par d'étroits cordons sablonneux à la partie centrale.

Le delta de l'Èbre est un écosystème très cultivé puisque 75 % de sa surface sont réservés à différents types de culture notamment au riz, qui occupe 40 % de la surface totale; le reste, 35 %, est destiné à la culture hortofruitière.

25 % de la surface totale peuvent être considérés comme un système naturel qui comporte des lagunes littorales entourées de leur cordon de végétation (10 %), des sablonnières (9 %) et des marécages (6 %). Voir Camarasa *et al.* (1977) pour une description phytogéographique complète.

Il faut remarquer que la culture du riz a une influence notable sur le delta puisqu'elle règle les cycles hydrologiques du système et elle joue un rôle fondamental dans la dynamique biologique et la productivité des espèces qui y habitent (Ruiz, 1985; Llorente et Ruiz, 1985). Dans la figure 1 on peut voir l'importance des rizières qui entourent la lagune de l'Encanyissada où sont prélevés les Canards de cette étude. Ces rizières constituent les principaux gagnages pour les Canards de la partie sud du delta pendant la nuit (Ferrer, 1982). Pendant la période d'étude les rizières sont déjà moissonnées. La profondeur de l'eau est variable, moyenne 30-40 cm, calcul d'après les données de Ferrer (*op. cit.*); il existe des rizières qui restent pratiquement à sec, mais les Canards ont une préférence marquée pour les champs inondés.



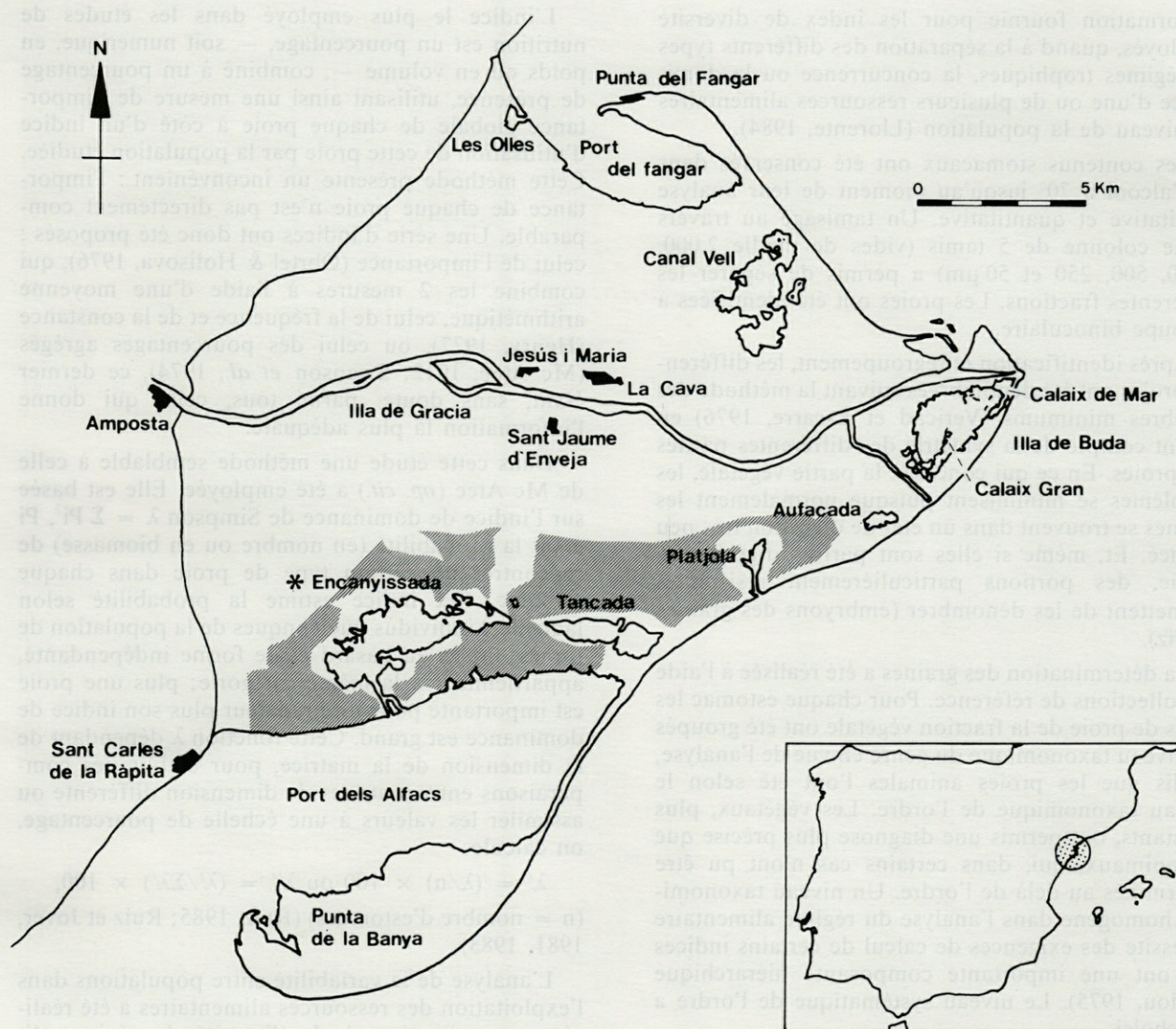


Fig. 1. — Carte du delta de l'Èbre. (\*) Prélèvement des canards. L'aire grise indique les rizières exploitées par les canards pendant la nuit (Hemidelta Sud). D'après FERRER (1982).

Map of the Ebro Delta. (\*) indicates place in which the ducks were gathered. The dashed area shows night feeding rice fields for ducks of the southern hemidelta. After FERRER (1982).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Echantillonnage

32 estomacs provenant d'exemplaires tués à la chasse dans la lagune d'Encanyissada, en octobre et novembre 1980, constituent le matériel de base.

Le fait d'avoir réalisé cette étude seulement à partir du contenu stomacal répond à la méthode d'échantillonnage des Canards tués à la chasse durant toute une matinée. Les chasseurs étant très nombreux pendant les premières journées de chasse, provoquent une mobilité constante des Canards qui n'ont pas la tranquillité nécessaire pour se nourrir,

ce qui explique que les jabots soient vides. On estime donc que l'aliment trouvé dans l'estomac a été absorbé la nuit antérieure.

Bien qu'il soit évident qu'une telle analyse comporte une perte d'information (Tamisier, 1971a; Pirot, 1978; Swanson & Bartonek, 1970), les calculs réalisés sur les contenus des jabots et des gésiers chez d'autres espèces d'Anatidés (*Anas platyrhynchos* et *A. clypeata*) à la même époque et dans la même zone, démontrent que le biais introduit par la seule analyse des gésiers a lieu uniquement au niveau de la perte d'espèces rares ou accidentelles, qui correspondent surtout à la fraction animale de leur régime alimentaire. Cependant, l'interprétation de la dynamique alimentaire ne change pas du point de vue de



l'information fournie pour les index de diversité employés, quand à la séparation des différents types de régimes trophiques, la concurrence ou la dominance d'une ou de plusieurs ressources alimentaires au niveau de la population (Llorente, 1984).

Les contenus stomacaux ont été conservés dans de l'alcool à 70° jusqu'au moment de leur analyse qualitative et quantitative. Un tamisage au travers d'une colonne de 5 tamis (vides de maille 2 000, 1 000, 500, 250 et 50 µm) a permis de séparer les différentes fractions. Les proies ont été identifiées à la loupe binoculaire.

Après identification et regroupement, les différentes proies ont été dénombrées suivant la méthode des nombres minimums (Vericad et Escarre, 1976) en tenant compte de la symétrie des différentes parties des proies. En ce qui concerne la partie végétale, les problèmes se minimisent puisque normalement les graines se trouvent dans un état de digestion très peu avancé. Et, même si elles sont parfois digérées en partie, des portions particulièrement résistantes permettent de les dénombrer (embryons des graines du riz).

La détermination des graines a été réalisée à l'aide de collections de référence. Pour chaque estomac les types de proie de la fraction végétale ont été groupés au niveau taxonomique du genre en vue de l'analyse, tandis que les proies animales l'ont été selon le niveau taxonomique de l'ordre. Les végétaux, plus résistants, ont permis une diagnose plus précise que les animaux, qui, dans certains cas n'ont pu être déterminés au-delà de l'ordre. Un niveau taxonomique homogène dans l'analyse du régime alimentaire nécessite des exigences de calcul de certains indices qui ont une importante composante hiérarchique (Pielou, 1975). Le niveau systématique de l'ordre a été choisi.

Les parties végétatives n'ont pas été utilisées dans les calculs. L'exclusion de celles-ci dans l'analyse numérique des données est due à l'impossibilité de compter ces restes, en raison de l'état de digestion dans les estomacs et de l'absence des jabots. Les méthodes proposées par Campredon *et al.* (1982) et par Allouche *et al.* (sous presse) en Camargue sur la même espèce n'ont pu être appliquées. Par ailleurs il existe une très nette prédominance des graines par rapport aux parties végétales dans presque tous les estomacs (rapport de 80 à 20 en volume).

#### Méthodes mathématiques

L'information tirée des 32 estomacs a été résumée dans une matrice de proies totale et une matrice de végétaux. Les deux matrices ont été élaborées pour le nombre et pour les biomasses. L'évaluation des biomasses a été réalisée sur la base du poids frais moyen de différentes collections de graines et d'animaux constituant le régime alimentaire de cette espèce d'après les indications de Ruiz (1985).

L'indice le plus employé dans les études de nutrition est un pourcentage, — soit numérique, en poids ou en volume —, combiné à un pourcentage de présence, utilisant ainsi une mesure de l'importance globale de chaque proie à côté d'un indice d'utilisation de cette proie par la population étudiée. Cette méthode présente un inconvénient : l'importance de chaque proie n'est pas directement comparable. Une série d'indices ont donc été proposés : celui de l'importance (Obtel & Holisova, 1976), qui combine les 2 mesures à l'aide d'une moyenne arithmétique, celui de la fréquence et de la constance (Henry, 1977), ou celui des pourcentages agrégés (Mc Atee, 1912; Swanson *et al.*, 1974), ce dernier étant, sans doute, parmi tous, celui qui donne l'information la plus adéquate.

Dans cette étude une méthode semblable à celle de Mc Atee (*op. cit.*) a été employée. Elle est basée sur l'indice de dominance de Simpson  $\lambda = \sum Pi^2$ ,  $Pi$  étant la probabilité (en nombre ou en biomasse) de rencontrer un certain type de proie dans chaque estomac. Cet indice estime la probabilité selon laquelle 2 individus quelconques de la population de proies, prises au hasard et de forme indépendante, appartiennent à la même catégorie; plus une proie est importante pour un prédateur plus son indice de dominance est grand. Cette fonction  $\lambda$  dépendant de la dimension de la matrice, pour établir des comparaisons entre matrices de dimension différente ou assimiler les valeurs à une échelle de pourcentage, on calcule

$$\lambda' = (\lambda/n) \times 100 \text{ ou } \lambda'' = (\lambda'/\sum \lambda') \times 100,$$

( $n$  = nombre d'estomacs) (Ruiz, 1985; Ruiz et Jover, 1981, 1983).

L'analyse de la variabilité entre populations dans l'exploitation des ressources alimentaires a été réalisée par estimation de la diversité du régime alimentaire, selon l'indice de Margalef (1958),

$$IMg = (1/N) (\log_2 N! - \sum \log_2 Ni!),$$

$N$  étant le nombre total de proies rencontrées dans un estomac et  $Ni$  le nombre de proies d'une même catégorie  $i$  dans le même estomac. Cet indice est le plus adéquat pour ce genre d'échantillons (Pielou, 1966a, 1975; Hurtubia, 1973).

On peut calculer cette diversité à 3 niveaux : 1) moyenne arithmétique de la diversité des différents estomacs ( $\bar{H}_i$ ), 2) diversité totale accumulée ( $H_z$ ) et 3) diversité moyenne, de la communauté ou de la population ( $H_p$ ), (Pielou, 1966a, 1975; Hurtubia, 1973; Ruiz et Jover, 1983; Ruiz, 1985).

Cependant,  $\bar{H}_i$  n'est pas un bon estimateur au niveau de la population car étant une mesure discrète, elle ne tient compte ni du nombre ni de l'équreprésentation des proies au niveau global (Ruiz, 1985). Par contre, la diversité  $H_z$  est un bon estimateur de diversité du régime alimentaire pour un ensemble donné d'estomacs, puisqu'elle groupe toutes les proies dans un seul estomac hypothétique



de la population et informe sur la diversité réelle de l'ensemble. Cependant,  $H_z$  n'est pas sensible à l'existence ou à la non existence d'un phénomène d'agrégation dans l'ensemble d'estomacs considéré. Cette troisième source de variation, suggérée par Pielou (1966a et b) ne peut être détectée qu'en utilisant la diversité  $H_p$  qui, en incorporant les estomacs un par un, est sensible au degré d'incertitude que comporte l'incorporation de chaque nouvel estomac à l'échantillon. De telle façon que, l'incorporation d'un nouvel estomac avec un modèle déterminé de proies fait augmenter ou diminuer l'incertitude en augmentant ou diminuant  $H_p$  dans la même proportion. Ainsi donc, la valeur de  $H_p$  a nettement à voir avec le concept de "pattern diversity" de Peterson (1976).

Tous les calculs ont été réalisés avec les formules décrites par Pielou (1966a, 1975) et Hurtubia (1973), appliquant la méthode de Ruiz et Jover (1983), Ruiz (1985) pour éviter les inconvénients dérivés des classements au hasard.

Les fonctions de diversité accumulées n'ont été obtenues que pour 2 classements. La courbe supérieure correspond au classement de la diversité maximum vers la diversité minimum, et l'inférieure au classement de la diversité minimum à la diversité maximum. Le calcul de  $H_p$  a été réalisé sur la courbe supérieure. La détermination du point à partir duquel on fait le calcul de la moyenne d'accroissement de diversité, qui correspond à la valeur de  $H_p$ , est réalisée en considérant que plus le nombre d'accroissements inclus dans la moyenne est grand, plus est exacte la valeur, mais en même temps, plus la courbe supérieure est stabilisée et plus l'aire comprise entre les deux courbes est petite, meilleure est la précision (moins de dispersion) de la valeur de  $H_p$ . En outre, soulignons que l'on travaille avec des accroissements de diversité et non avec les valeurs de la diversité accumulée, car il est nécessaire que les valeurs soient indépendantes; pour cela il est conseillé d'établir une auto-corrélation entre les valeurs incluses dans la moyenne, afin de constater que les accroissements remplissent vraiment cette condition. Le point à partir duquel on fait le calcul est nommé point  $t$ , ainsi le calcul de  $H_p$  fait la moyenne des accroissements de diversité de  $t + 1$  à  $n$ .

La valeur de  $H_p$  correspond à une valeur statistique de la diversité (variance), il ne faut donc pas considérer qu'elle décrit la diversité réelle de la collection d'estomacs, mais la comparaison de cette valeur avec celle de la diversité accumulée.

Par une telle comparaison, le comportement trophique peut être décrit, car quand  $H_p > H_z$ , il existe une ségrégation trophique, quand  $H_p = H_z$  la composition en proies de tous les estomacs de la population est très semblable, ce qui indique qu'il existe un chevauchement total de niche alimentaire et, enfin, quand  $H_p < H_z$  un modèle de dominance

pour une des ressources trophiques est mis en évidence (Ruiz, 1985).

## RÉSULTATS

L'ensemble des Tableaux I, II, III et IV décrivent les résultats obtenus.

À côté des espèces recensées dans le tableau I on a trouvé des espèces animales, appartenant aux ordres décrits et dont la détermination n'a pas pu être menée au-delà du niveau taxonomique de l'ordre.

Tabl. I. — Liste systématique des proies déterminées dans l'analyse des 32 estomacs de Nette Rousse dans le delta de l'Ebre.

*Systematic list of preys found in the 32 stomach contents of Red-crested Pochards from the Ebro Delta.*

TABLEAU I

Végétal	Animal
O. Polygonales	O. Basommatophora
<i>Polygonum sp.</i>	<i>Lymnaea sp.</i>
O. Helobiales	<i>Hydrobia acuta</i>
<i>Potamogeton pusillus</i>	O. Eulamellibranchiata
<i>Ruppia maritima</i>	<i>Cardium sp.</i>
<i>Zostera noltii</i>	O. Amphipoda
<i>Naias marina</i>	<i>Gammarus aequicauda</i>
O. Cyperales	O. Ostracoda
<i>Scirpus sp.</i>	<i>Heterocypris salina</i>
O. Graminales	<i>Cypridopsis vidua</i>
<i>Oryza sativa</i>	O. Foraminifera
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Ammonia beccarii</i>
O. Arales	
<i>Lemna sp.</i>	
O. Charales	
<i>Chara sp.</i>	

Les valeurs des différents indices calculées afin de déterminer l'importance de chaque type de proies pour la Nette Rousse dans le delta de l'Ebre sont reportées dans le Tableau III. Les indices de dominance sont directement comparables entre eux, mais ils ne le seraient pas par rapport à une matrice de dimension différente. C'est pour cette raison que la Figure 2 a été élaborée : les différents types de proie sont consignés en rapport avec une échelle de dominance en pourcentage ( $\lambda'$ ).

Les différences interindividuelles dans la consommation de diverses ressources ont été estimées sur la base des valeurs  $H_z$  et  $H_p$  qui sont consignées dans le tableau V et la figure 3.



Tabl. II. — Matrice trophique numérique du régime alimentaire total.  
*Numeric trophic matrix for the global diet of Red-crested Pochards.*

Proies	Estomacs															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Graminales	237	337	0	639	0	0	285	2544	0	238	0	0	0	0	4	636
Cyerales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Helobiales	0	1	201	0	3	287	0	0	2	0	317	21	19	29	0	0
Charales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonales	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ind. végétal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Basommatophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eulamellibranchiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<i>238</i>	<i>338</i>	<i>201</i>	<i>639</i>	<i>14</i>	<i>287</i>	<i>285</i>	<i>2544</i>	<i>2</i>	<i>238</i>	<i>317</i>	<i>21</i>	<i>19</i>	<i>29</i>	<i>4</i>	<i>636</i>

Proies	Estomacs															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Graminales	0	151	93	924	0	0	19	0	0	0	418	0	688	0	1	485
Cyerales	0	2	5	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	31	0	0
Helobiales	0	1	26	0	2	0	0	3	112	12	0	0	0	0	0	0
Charales	39	0	0	17	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0
Polygonales	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ind. végétal	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Basommatophora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	4	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Eulamellibranchiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Amphipoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	<i>39</i>	<i>154</i>	<i>124</i>	<i>941</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>21</i>	<i>3</i>	<i>112</i>	<i>13</i>	<i>444</i>	<i>3</i>	<i>693</i>	<i>73</i>	<i>1</i>	<i>485</i>

Tabl. III. — A, Valeurs des différents indices calculés pour la matrice trophique du régime alimentaire total, et B, de la fraction végétale. \* signifie <0,01. N = nombre; B = biomasse; P = fréquence;  $\lambda N$  = dominance numérique;  $\lambda B$  = dominance en biomasse.

*Values of the different indexes calculated for A the global diet and B the vegetal fraction of the diet. \* means less than 0,01. N = number; B = biomass; P = frequency;  $\lambda N$  = numeric dominance;  $\lambda B$  = biomass dominance.*

Proies	N	B	%N	%B	%P	$\lambda N$	$\lambda B$
A Graminales	7 699	275.75	86.26	97.58	50	15.16	15.54
Cyerales	42	0.1	0.47	0.03	21.88	0.34	1.70
Helobiales	1 036	5.37	11.61	1.90	46.88	10.94	10.91
Charales	102	0.01	1.14	*	12.50	1.97	1.01
Polygonales	3	0.42	0.03	0.14	9.38	0.11	0.78
Ind. végétal	10	*	0.11	*	6.25	*	*
Basommatophora	13	0.24	0.15	0.09	6.25	*	*
Ostracoda	4	0.02	0.04	0.01	6.25	0.11	0.01
Foraminifera	4	*	0.04	*	3.13	*	*
Eulamellibranchiata	1	0.02	0.01	0.01	3.13	*	*
Amphipoda	11	0.66	0.12	0.23	3.13	0.62	0.98
B Oryza	7 695	275.74	86.54	97.90	46.88	14.25	14.57
Scirpus	42	0.1	0.47	0.04	21.88	0.48	1.70
Potamogeton	14	0.05	0.16	0.02	9.38	0.96	1.19
Chara	102	0.01	1.14	*	12.50	1.97	1.01
Ruppia	3	*	0.03	*	6.25	1.11	1.04
Echinochloa	4	0.01	0.04	0.01	3.13	1.00	1
Zostera	5	0.02	0.06	*	9.38	1.11	1.06
Naïas	1 014	5.00	11.41	1.89	31.25	8.02	7.99
Polygonum	3	0.42	0.03	0.15	9.38	0.25	0.99
Ind. végétal	10	*	0.11	*	6.25	*	*

## DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'analyse de l'indice de dominance de Simpson par rapport au  $\lambda'$  de la matrice numérique totale (végétale + animale) met en évidence la dominance (90 %) de 2 types de proies végétales (Graminales et Hélobiales) qui peuvent être considérées comme les éléments principaux de l'alimentation.

Les Charales, les Amphipodes et les Cypéales, qui englobent 9 % des 10 % restants, peuvent être considérés comme proies complémentaires. Le reste, 1 % accidentel, est composé de graines de Polygonales, d'Ostracodes et de quelques autres proies (Fig. 2).

D'après la représentation en biomasse, les 2 proies fondamentales continuent à être les Graminales et les Hélobiales. Les proies complémentaires sont les Cypéales, les Charales et les Amphipodes, mais il ne faut pas oublier que, par leur importance en biomasse, les Polygonales font aussi partie de ce groupe. Le reste des proies est tout à fait accidentel (Fig. 2).

Quant à la partie végétale du régime alimentaire, il faut remarquer l'importance du Riz, *Oryza sativa*,



Tabl. IV. — Matrice trophique numérique de la fraction végétale du régime alimentaire.  
*Numeric trophic matrix for the vegetal diet fraction.*

	Estomacs															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Oryza	237	337	0	639	0	0	285	2544	0	238	0	0	0	0	0	636
Scirpus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruppia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Zostera	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Naias	0	0	199	0	0	287	0	0	0	0	317	21	19	29	0	0
Polygonum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>338</b>	<b>201</b>	<b>639</b>	<b>3</b>	<b>287</b>	<b>285</b>	<b>2544</b>	<b>2</b>	<b>238</b>	<b>317</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>4</b>	<b>636</b>
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Oryza	0	151	93	924	0	0	19	0	0	0	418	0	688	0	1	483
Scirpus	0	2	5	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	31	0	0
Potamogeton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
Chara	39	0	0	17	0	4	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0
Ruppia	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zostera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naias	0	1	26	0	0	0	0	3	112	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>154</b>	<b>124</b>	<b>941</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>112</b>	<b>13</b>	<b>427</b>	<b>2</b>	<b>689</b>	<b>73</b>	<b>1</b>	<b>483</b>

et de l'Hélobiale *Naias marina*, qui sont sans conteste les deux principales sources; les données analysées en biomasse font apparaître le même résultat. Ces deux sources représentent plus de 75 % de l'alimentation végétale totale.

Dans le groupe des proies complémentaires il faut souligner la présence des oogones de *Chara*, dont l'importance est 2 fois plus grande que ceux des végétaux du même groupe (*Zostera noltii*, *Ruppia maritima*, *Echinochloa crus-galli*, *Potamogeton pusillus*) qui sont équireprésentées, et *Scirpus* sp. qui est un peu moins bien représentée. Le reste du régime alimentaire forme le groupe des proies accidentelles.

En ce qui concerne la biomasse, l'aspect est un peu différent par rapport aux proies complémentaires, puisque la plus importante est *Scirpus* sp., *Polygonum* sp., qui rentre aussi dans cette catégorie, est équireprésentée avec celles indiquées dans le paragraphe précédent; quelques graines indéterminées sont des ressources accidentelles.

L'alimentation végétale qui vient d'être décrite correspond à la portion des graines rencontrées dans les contenus gastriques, d'autres restes végétaux, ont aussi été trouvés, notamment des feuilles et des tiges de macrophytes, *Potamogeton* et *Chara*.

Les proies animales sont très peu nombreuses; leur présence a été notée dans cinq estomacs (15,1 %)

seulement. On peut donc déduire le caractère principalement phytophage de cette espèce d'Anatidé. Le total de la fraction animale peut être considéré comme accidentel, même si les Amphipodes deviennent complémentaires quand on considère le niveau global et si l'on considère les données en biomasse (Fig. 2). Les Basommatophores, les Ostracodes et les Amphipodes constituent les éléments dominants de la fraction animale du régime alimentaire.

En ce qui concerne les différences interindividuelles dans la consommation des proies, chez la population de Nette Rousse considérée, les valeurs de  $H_i$  informent de l'existence d'un degré notable de sténophagie individuelle, seule la fraction animale étant diversifiée (Tabl. V).

La diversité accumulée ( $H_z$ ) suit la même évolution que celle de la diversité moyenne individuelle, mais avec des valeurs bien plus élevées, ce qui confirme que, quand on considère le régime alimentaire dans son ensemble, il semble plus euryphage que quand on considère la valeur individuelle. La fraction animale continue à être beaucoup plus variée que la fraction végétale ou que le régime total.

La comparaison  $H_z - H_p$  au niveau du régime total et de l'alimentation végétale, montre que la diversité de la population est plus élevée que la diversité totale accumulée, ce qui indique une si-



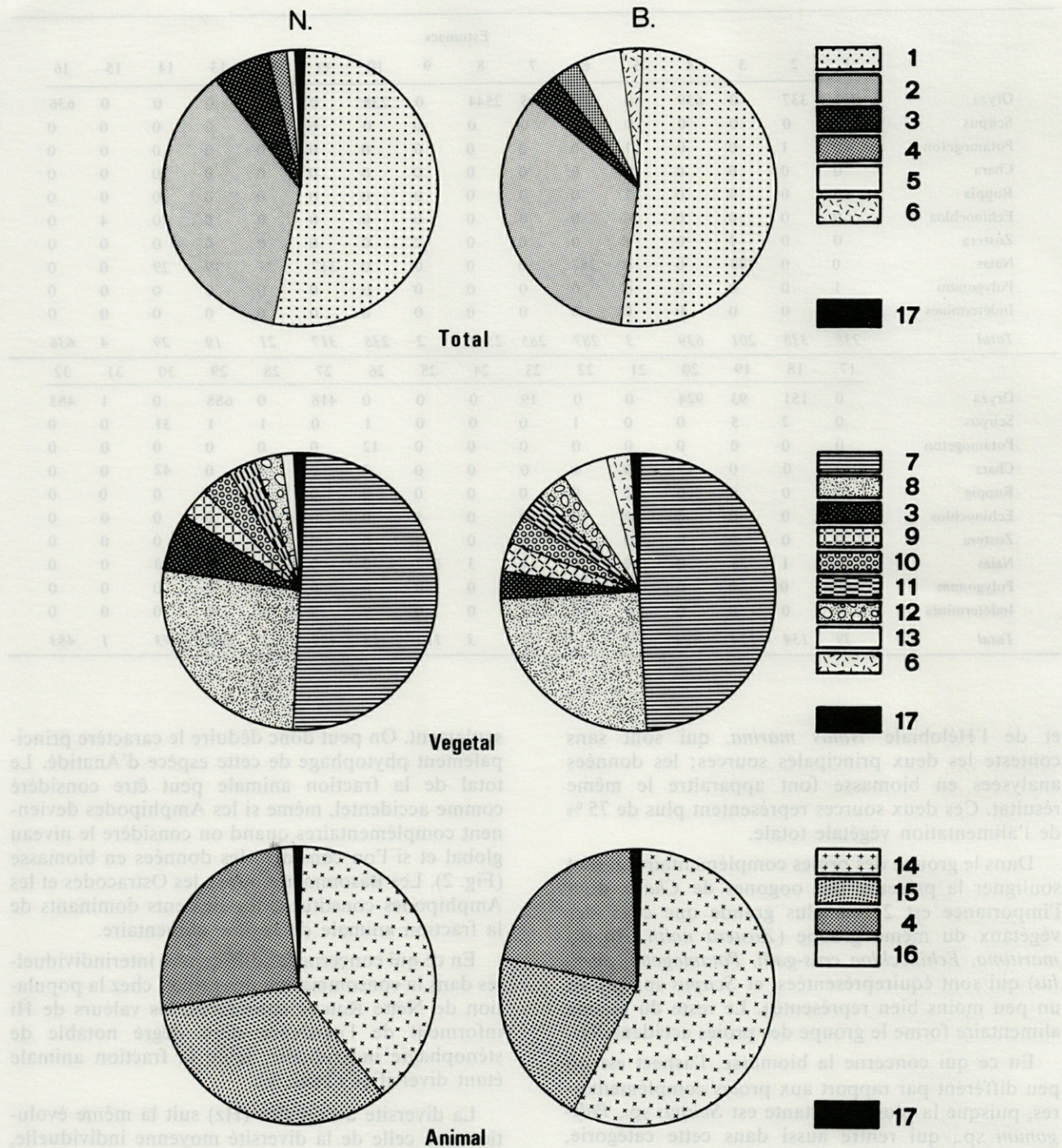


Fig. 2. — Valeurs en pourcentage de dominance ( $\lambda''$ ) des différents types de proies dans le régime alimentaire total, la fraction végétale et la fraction animale. Clé = 1 : Graminales, 2 : Helobiales, 3 : Charales-Chara, 4 : Amphipoda, 5 : Cyperales, 6 : Polygonales-Polygonum, 7 : *Oryza*, 8 : *Naias*, 9 : *Zostera*, 10 : *Ruppia*, 11 : *Echinochloa*, 12 : *Potamogeton*, 13 : *Scirpus*, 14 : Basommatophora, 15 : Ostracoda, 16 : Foraminifera, 17 : Autres.

Percentual values of dominances ( $\lambda''$ ) of the different prey types considering the total diet, the vegetal fraction and the animal fraction.



Tabl. V. — Valeurs des différentes mesures de la diversité trophique d'après l'Indice de Margalef.  $\bar{H}_i$  = diversité moyenne individuelle,  $H_z$  = diversité totale accumulée,  $H_p$  = diversité moyenne de la population.

*Trophic diversity values calculated with the Margalef's index.  $\bar{H}_i$  = Arithmetic mean diversity.  $H_z$  = Total accumulated diversity.  $H_p$  = Community, average or population diversity.*

	$\bar{H}_i$	$H_z$	$H_p$
Total	0,16	0,70	2,20
Végétal	0,15	0,69	3,50
Animal	0,33	1,69	—

tuation claire de ségrégation trophique entre les différents individus.

Le caractère accidentel de la consommation de ressources animales donne une représentation si limitée et si dissemblable de ces types de proies, qu'il ne permet pas de calculer la diversité potentielle de la population, la fonction fixant le classement plus grand-plus petit n'arrivant pas à saturation (Fig. 3). Ceci fait retomber le poids interprétatif sur la fraction végétale du régime alimentaire qui d'autre part constitue la partie fondamentale.

L'ensemble de l'analyse montre une forte sélection de la population au niveau de la consommation des ressources végétales de sorte que, chaque individu est très sténophage et absorbe un type déterminé de proie.

La ségrégation trophique à l'intérieur de la population a lieu fondamentalement à trois niveaux : 84 % de la population consomment presque exclusivement des Graminales (43 %), ou bien des Hélobiales (41 %). 12 % exploitent en même temps les Charales et les Cypéales en tant que base du régime alimentaire et seul le reste, 4 %, agit en tant qu'opportuniste absorbant n'importe quel type de proie. Ceci permet de délimiter le rôle des Charales et des Cypéales dans le régime de la Nette Rousse au niveau de la population; étant aussi complémentaires, d'après l'analyse de l'indice de Simpson, elles peuvent constituer les proies de base de l'alimentation pour une minorité de la population.

L'observation du graphique correspondant au régime total ou végétal (Fig. 3) permet de voir qu'au niveau des 10 premiers estomacs, la variabilité de la valeur de la diversité trophique accumulée ( $H_k$ ) est élevée, tandis qu'à partir du 11<sup>e</sup> estomac elle diminue beaucoup, de sorte que l'on pourrait la considérer comme une seule fonction linéaire qui passe entre les points où les fonctions des deux classements se croisent ou entrent en contact.

Ceci signifie que les 10 premiers estomacs contiennent en réalité toute l'information sur le

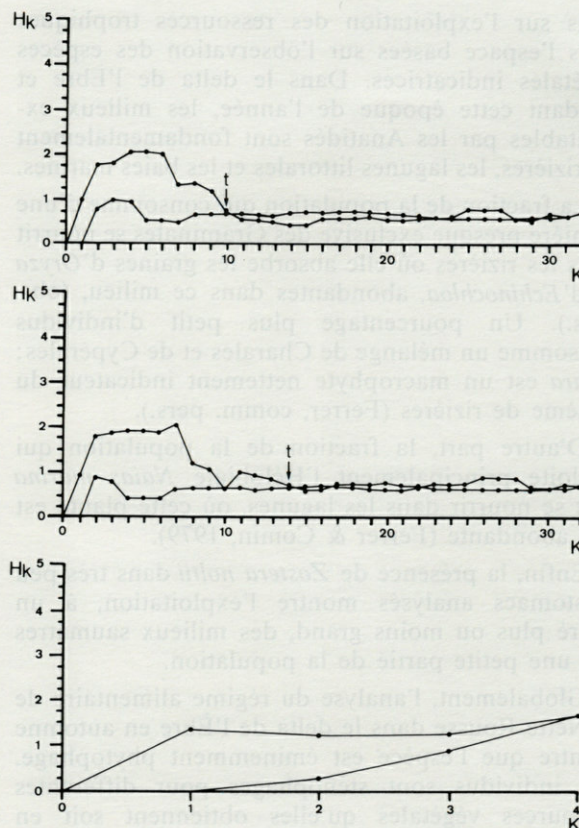


Fig. 3. — Fonctions accumulées de diversité ( $H_k$ ) pour le classement maximum-minimum et minimum-maximum, tenant compte du régime alimentaire total, la fraction végétale et la fraction animale.  $K$  = nombre d'estomacs. *Accumulated diversity functions ( $H_k$ ) for the maximum-minimum and minimum-maximum orderings for the total diet, vegetal diet and animal diet.  $K$  = Stomach number.*

régime alimentaire de cette population de Nette Rousse en automne, ce qui confirme les dimensions suffisantes de l'échantillon analysé dans cette étude.

D'autre part, la forme de la fonction supérieure montre, à partir de l'estomac numéro six, une forte diminution de la valeur de la diversité accumulée. Ce fait indique la forte dominance de certaines ressources trophiques, qui diminue l'incertitude à mesure qu'augmente le nombre d'estomacs accumulés.

Toutes ces considérations confortent dans le choix de l'analyse réalisée sur la base de l'indice de dominance et confirment l'existence de certains types de proie dominants, Graminales ou Hélobiales pour la plupart de la population, et un ensemble de Charales et de Cypéales pour une fraction mineure de celle-ci.

Le reste des proies est tout à fait accidentel et se trouve consommé occasionnellement pendant l'ingestion de la fraction de base du régime alimentaire.

Une lecture attentive de la matrice particulière de la fraction végétale permet d'obtenir des informa-



tions sur l'exploitation des ressources trophiques dans l'espace basées sur l'observation des espèces végétales indicatrices. Dans le delta de l'Èbre et pendant cette époque de l'année, les milieux exploitables par les Anatidés sont fondamentalement les rizières, les lagunes littorales et les baies marines.

La fraction de la population qui consomme d'une manière presque exclusive des Graminales se nourrit dans les rizières où elle absorbe les graines d'*Oryza* et d'*Echinochloa*, abondantes dans ce milieu, (obs. pers.). Un pourcentage plus petit d'individus consomme un mélange de Charales et de Cypéales; *Chara* est un macrophyte nettement indicateur du système de rizières (Ferrer, comm. pers.).

D'autre part, la fraction de la population qui exploite principalement l'Hélobiale *Naias marina* doit se nourrir dans les lagunes, où cette plante est très abondante (Ferrer & Comin, 1979).

Enfin, la présence de *Zostera noltii* dans très peu d'estomacs analysés montre l'exploitation, à un degré plus ou moins grand, des milieux saumâtres par une petite partie de la population.

Globalement, l'analyse du régime alimentaire de la Nette Rousse dans le delta de l'Èbre en automne montre que l'espèce est éminemment phytophage. Les individus sont sténophages pour différentes ressources végétales qu'elles obtiennent soit en exploitant des milieux différents, soit par ségrégation dans l'exploitation du même milieu.

Ainsi donc, la rizière est le milieu le plus exploité par la Nette Rousse en automne, puisque 55 % de la population s'y nourrit, en consommant des Graminales (43 %) ou un ensemble de Charales et de Cypéales (12 %). L'autre fraction importante de la population (41 %) se nourrit dans les lagunes littorales où elle consomme principalement l'Hélobiale *Naias marina*. Seule une fraction résiduelle exploite des aires saumâtres telles que l'embouchure des lagunes dans la mer ou agit comme opportuniste exploitant différents types d'aliments en même temps. Il est intéressant de constater que la Nette Rousse du delta de l'Èbre pendant l'automne est un Canard plus granivore que ce que l'on pensait habituellement. Ces résultats concordent avec ceux de Camargue à la même époque (Allouche *et al.*, sous presse).

REMERCIEMENTS. — Les auteurs remercient A. Tamsier pour les critiques apportées à la version initiale du texte, M<sup>lle</sup> Mercè Espinosa pour la traduction en Français du manuscrit, l'Institut Botanique de Barcelone pour son aide dans la détermination des graines. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet n° 507 du MaB espagnol. Notre reconnaissance s'adresse à l'ICONA (Tarragona) pour sa collaboration.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLOUCHE L., Ph. ROUX & A. TAMISIER (sous presse). Position trophique des Nettes Rousses (*Netta rufina*, Pallas, Anatidé) hivernant en Camargue. *Terre Vie, Rev. Ecol.*
- BAUER K.M. & U.N. GLUTZ VON BLOTZHEIM, 1969. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Vol. 3, Frankfurt. Akademische Verlagsgesellschaft.
- CAMARASA J.M., R. FOLCH, R.M. MASALLES & E. VELASCO, 1977. El paisatge vegetal del delta de l'Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 8 : 47-67.
- CAMPREDON S., P. CAMPREDON, J. YVES PIROT, A. TAMISIER, 1982. Manuel d'analyse des contenus stomacaux de canards et de foulques. Centre d'Ecologie de Camargue. Office Nat. de la Chasse, Paris.
- CONNELLY D.P. & D.L. CHESEMORE, 1980. Food habits of pintails *Anas acuta* wintering on seasonally flooded wetlands in the Northern San Joaquin valley California. *Calif. Fish Game*, 66 : 233-237.
- CRAMP S. & KEL SIMMONS (Ed.), 1977. Handbook of the Birds of Europe, The Middle East and North Africa, Vol. 1, Oxford Univ. Press : 722 p.
- DEMENT'EV G.P. & N.A. GLADKOV (Ed.), 1967. Birds of the Soviet Union. Vol. 4. Israel Program. Sci. Transl. Jerusalem.
- FERRER X., 1982. Anátidas invernantes en el delta del Ebro. Tesis doctoral Univ. de Barcelona.
- FERRER X. & F. COMIN, 1979. Distribució i ecologia dels macròfits submergits del delta de l'Ebre. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 44 : 111-117.
- HENRY C., 1977. Le nourrissage des jeunes chez la Rousserolle éfarvate (*Acrocephalus scirpaceus*), description du régime et efforts de chasse des parents. *Le Gerfaut*, 67 : 369-394.
- HURTUBIA J., 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology*, 54 (4) : 885-890.
- LLORENTE G.A., 1984. Contribució al conocimiento de la biología y la ecología de cuatro especies de anátidas en el delta del Ebro. Resum. tesis doct., Univers. Barcelona.
- LLORENTE G.A. & X. Ruiz, 1985. Datos sobre la reproducción del pato colorado, *Netta rufina* (Pallas, 1773), en el delta del Ebro. *Misc. Zool.*, 9 : 315-323.
- MARGALEF R., 1958. Information theory in ecology. *General systems*, 3 : 36-71.
- MCATEE W.L., 1912. Methods of estimating the contents of bird stomachs. *Auk*, 29 (4) : 449-464.
- OBTEL R. & V. HOLISOVA, 1976. Trophic diversity and dietary overlap of two sympatric rodents. *Zoologické listy*, 25 (3) : 217-227.
- Ogilvie M.A., 1975. Ducks of Britain and Europe. Ed. T. & A.D. Poyser Berkhamsted.
- OLNEY P.J.S., 1963. The autumn and winter feeding biology of certain sympatric ducks. Trans. VI. Congr. Union Game Bird : 309-322.
- PETERSON C.H., 1976. Measurement of community patterns by indices of local segregation and species diversity. *J. of Ecology*, 64 : 157-169.



- PIELOU E.C., 1966a. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, **10** : 370-383.
- PIELOU E.C., 1966b. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, **13** : 131-144.
- PIELOU E.C., 1975. *Ecological diversity*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- PIROT J.Y., 1978. Régime alimentaire de la Sarcelle d'été (*Anas querquedula*) pendant son transit en Camargue. D.E.A. Ecologie, Univ., Paris VI, Rapp. d'act., 57 pp.
- PIROT J.Y., D. CHESSEL et A. TAMISIER, 1984. Exploitation alimentaire des zones humides de Camargue par cinq espèces de canards de surface en hivernage et en transit. Modélisation spatio-temporelle. *Rev. Ecol. Terre Vie.*, **39** : 167-192.
- RUIZ X., 1985. An analysis of the diet of Cattle Egrets in the Ebro Delta, Spain. *Ardea*, **73** : 49-60.
- RUIZ X., LL. JOVER, 1981. Sobre la alimentación otoñal de la garcilla bueyera — *Bubulcus ibis* (L) — en el delta del Ebro, Tarragona, España. *P. Dept. Zool. Barcelona*, **6** : 65-72.
- RUIZ X. & LL. JOVER, 1983. Tipificación trófica de poblaciones mediante estimas de la dominancia y de la diversidad. Actas XV Congreso Internacional de Fauna Cinegética y Silvestre : 695-707.
- SUGDEN L.G., 1973. Feeding ecology of Pintail, Gadwall, American Wigeon and Lesser Scaup ducklings. *Can. Wildl. Serv. Rep.*, Ser. 24 : 45 pp.
- SWANSON G.A. & J.C. BARTONEK, 1970. Bias associated with food analysis in gizzards of Blue-winged Teal. *J. Wildl. Manag.*, **34** : 739-746.
- SWANSON G.A., G.L. KRAPU, J.C. BARTONEK, J.R. SERIE & D.H. JOHNSON, 1974. Advantages in mathematically weighting waterfowl food habits data. *J. Wildlife Manag.*, **38** (2) : 302-307.
- TAMISIER A., 1971a. Régime alimentaire de la Sarcelle d'hiver *Anas c. crecca* en Camargue. *Alauda*, **39** : 261-311.
- TAMISIER A., 1971b. Les biomasses de nourriture disponibles pour les sarcelles d'hiver *Anas c. crecca* en Camargue. *Rev. Ecol. Terre Vie*, **25** : 344-377.
- THOMAS G.J., 1982. Autumn and winter feeding ecology of waterfowl at the Ouse Washes, England. *J. Zool. Lond.*, **197** : 131-172.
- VERICAD J.R. & A. ESCARRE, 1976. Datos de alimentación de ofidios en el Levante sur ibérico. *Mediterranea*, **1** : 5-32.

Reçu le 17 juin 1985; received June 17, 1985  
Accepté le 23 octobre 1985; accepted October 23, 1985





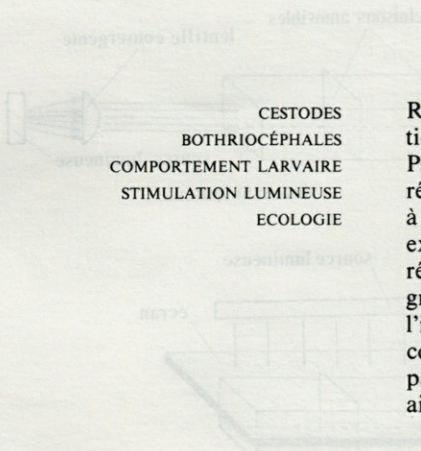


# ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES LARVES DE BOTHRIOCÉPHALES PARASITES DE POISSONS PLEURONECTIFORMES RÉPONSES MOTRICES À DES STIMULATIONS LUMINEUSES

*Experimental studies on coracidia in two species  
of Bothriocephalus parasites of flat fishes  
The behaviour to light stimulations*

O. BERRADA-RKHAMI et C. GABRION

Laboratoire de Parasitologie comparée, U.S.T.L.,  
place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cedex



CESTODES  
BOTHRIOCÉPHALES  
COMPORTEMENT LARVAIRE  
STIMULATION LUMINEUSE  
ÉCOLOGIE

**RÉSUMÉ.** — Les auteurs recherchent l'existence de réponses motrices à des stimulations lumineuses chez les coracidiums de deux espèces de Bothriocéphales (Cestodes, Pseudophyllides) parasites de Poissons Pleuronectiformes. Les expériences sont réalisées à l'aide de cuves horizontales à compartiments, dans de l'eau de mer à 28 ‰ à la température de 19 °C sur des larves écloses dans l'heure qui précède la mise en expérience. En présence d'un faisceau parallèle de lumière blanche, les Larves se répartissent au hasard dans la cuve; par contre, les coracidiums réagissent à un gradient lumineux et la réponse est maximale lorsque dans l'un des compartiments l'intensité est de 250 lux pour *B. barbatus* et de 27 lux pour *B. gregarius*. Les auteurs comparent ce comportement phototaxique à celui des autres larves de Plathelminthes parasites et s'interrogent sur les supports ultrastructuraux de ce type de perception ainsi que sur la finalité de ce comportement.

EUCESTODA  
BOTHRIOCEPHALUS SP.  
LARVAL COMPORTEMET  
LIGHT STIMULATION  
ÉCOLOGIE

**ABSTRACT.** — The behaviour of coracidia in two species of *Bothriocephalus* parasites of flat fishes, after hatching has been studied in horizontal test chambers. When coracidia were stimulated by an horizontal beam of white light, the number of coracidia recovered in the exposed compartment, did not differ significantly from a random distribution. In contrast, when stimulated by a gradient of different intensities of light, coracidia swan either toward the 250 lux compartment for *B. barbatus* or toward the 27 lux one for *B. gregarius*. For both species, most of the coracidia were found in their optated compartment after five or four hours respectively. The authors compare the behaviour of these coracidia with that of other Platyhelminths larval stages. Results are discussed with reference to the effector system of the coracidium and the parasite transmission.



Chez les Plathelminthes parasites, de nombreux travaux ont été consacrés à l'influence de la lumière sur le comportement des stades libres de Trématodes, miracidiums (Takahashi *et al.*, 1961, Schiff, 1969, Wright, 1974b, Kennedy, 1979, Fournier, 1983, 1984) ou cercaires (Wright, 1974b, Saladin, 1980) ainsi que sur les oncomiracidiums de Monogènes (Kearn, 1980); mais il n'existe à notre connaissance aucune étude de ce genre à propos des coracidiums de Cestodes Pseudophyllides.

Ce travail réalisé à partir des coracidiums de deux espèces congénériques de Bothriocéphales, *B. barbatus* Renaud, Gabrion et Pasteur, 1983, parasite de la Barbe (*Scophthalmus rhombus*) et *B. gregarius* Renaud, Gabrion et Pasteur, 1983, parasite du Turbot (*Psetta maxima*) a pour but de rechercher si les larves de ces parasites réagissent à des stimulations lumineuses et dans l'affirmative, d'analyser les réponses motrices à ces stimulations.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les Cestodes prélevés dans l'intestin des Poissons sont rincés abondamment dans du liquide physiologique afin d'éliminer le chyle adhérent au tégument, puis stockés 12 h à 4 °C dans le même milieu. Pendant cette période, les segments gravides libèrent les œufs. Ceux-ci, préalablement rincés dans l'eau de mer à 28 ‰ et pH 7,8 filtrée (filtre Millipore 0,22 µm) sont répartis en lots de 200 à 500 dans des récipients contenant de l'eau de mer filtrée et mis à incuber dans des enceintes thermostatées à 15 °C, à l'obscurité totale.

L'étude statistique des résultats impliquant l'utilisation de quantité d'œufs supérieure aux possibilités de ponte d'un individu, nous avons dû regrouper pour chaque expérience les pontes de plusieurs Cestodes. Cependant, tous les œufs embryonnés pondus le même jour parviennent au terme de leur développement en même temps; l'éclosion s'échelonne néanmoins sur plusieurs heures.

À la température de 15 °C, les éclosions se produisent après 7 à 8 jours d'incubation selon les espèces (Berrada-Rkhami, 1984; Berrada-Rkhami et Gabrion, sous presse).

Les coracidiums éclos sont introduits dans des cuves horizontales à compartiments au début de chaque expérience. Les tests ont lieu en chambre noire à la température de 19-20 °C. Les cuves d'expérimentation de forme parallélépipédique (30 × 5 × 5 cm) contenant un volume d'eau de 150 cm<sup>3</sup> sont réalisées en plexiglass transparent. Elles sont divisées en 3 compartiments équivalents à l'aide de cloisons amovibles. Le fond de chaque compartiment est percé en son centre d'un orifice par lequel s'effectue la vidange commandée par un système d'électrovannes.

## 1. Réponse motrice à une stimulation issue d'un faisceau horizontal de lumière parallèle

### 1.1. Protocole expérimental

Pour ce type d'expérience, toutes les faces de la cuve à l'exception de celle exposée à la source lumineuse sont noircies afin d'éviter au maximum les phénomènes de réflexion.

La source lumineuse est une lampe au tungstène de  $30 \cdot 10^{-3}$  w (les mesures de puissance sont effectuées à l'aide d'un bolomètre Scientech 362) devant laquelle est placée une lentille convergente afin de rendre le faisceau parallèle. Celui-ci, horizontal, frappe perpendiculairement la face non noircie de la cuve (Fig. 1 A).

L'expérience dure 6 h dans une chambre noire thermostatée à 19-20 °C. Pendant l'expérience, les larves se déplacent librement dans la cuve. À l'issue de cette période, les cloisons sont placées et les compartiments vidés de leur contenu. L'eau est filtrée (filtre de polyamide, ouverture de maille 25 µm); les coracidiums déposés sur le filtre après fixation au lugol sont comptés sous la loupe binoculaire à l'aide d'un compteur à impulsions.

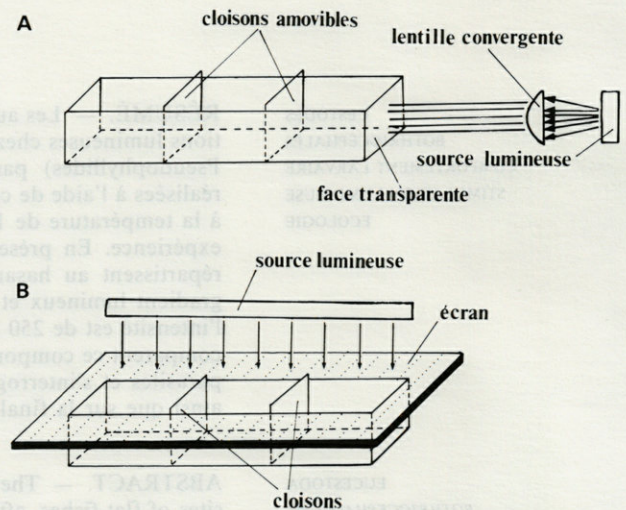


Fig. 1. — A, Dispositif utilisé dans l'étude de la réponse motrice à une stimulation issue d'un faisceau horizontal de lumière parallèle; B, Dispositif utilisé dans l'étude de la recherche d'un seuil de réponse.

A, Equipment used in the study of motor response to stimulation by a horizontal beam of parallel light; B, Equipment used in determining a response threshold.

### 1.2. Résultats

Les résultats obtenus (Tabl. I A et Fig. 2), après vérification de l'homogénéité des échantillons par un test de  $\chi^2$  du tableau de contingences ( $\chi^2 = 3,84$  avec 4 d.d.l.  $P > 0,5$  pour *B. barbatus* et  $\chi^2 = 3,67$  avec



8 d.d.l.  $0,9 < P < 0,8$  pour *B. gregarius*) montrent que pour les deux espèces, la répartition des larves dans les 3 compartiments est de type aléatoire. En effet, si l'on somme pour chaque espèce les différentes valeurs obtenues dans les 3 compartiments et qu'on les compare à une distribution au hasard (1/3), il n'apparaît pas de différence significative entre les compartiments (pour *B. barbatus*  $\chi^2 = 1,15$  avec 2 d.d.l.,  $P > 0,5$  et pour *B. gregarius*  $\chi^2 = 0,03$  avec 2 d.d.l.,  $P > 0,9$ ).

2. Réponse motrice à un gradient d'intensité lumineuse

2.1. Protocole expérimental

Dans ce type d'expériences, seul le fond de la cuve est éclairé. La source lumineuse constituée par

Tabl. I. — A, Pourcentages de coracidiums des 2 espèces observées dans les 3 compartiments à la suite d'une illumination de la cuve par un faisceau horizontal de lumière parallèle; B, répartition des larves de *B. barbatus* et *B. gregarius* à la suite d'une stimulation par un gradient lumineux; C, répartition des larves des 2 espèces à l'obscurité totale.

A, Percentages of coracidia of the two species observed in the three compartments after the tank was illuminated with a horizontal beam of parallel light; B, distribution of *B. barbatus* and *B. gregarius* larvae after stimulation by a light gradient. I : the most intensely illuminated compartment, II : moderately illuminated compartment, III : the least illuminated compartment; C, distribution of the larvae of the two species in total darkness.

Espèce		<i>B. barbatus</i>			<i>B. gregarius</i>				
A									
Expérience		1	2	3	1	2	3	4	5
Nombre de coracidiums par compartiment	I	407	470	445	270	210	179	190	112
	II	403	440	451	263	202	180	197	119
	III	427	440	403	242	223	175	189	125
Nombre de coracidiums dans la cuve		1237	1367	1299	775	635	534	576	356
B									
Expérience		1	2	3	1	2	3		
Nombre de coracidiums par compartiment	I	291	95	71	110	95	93		
	II	154	65	42	92	69	67		
	III	114	42	32	75	50	53		
Nombre de coracidiums dans la cuve		560	202	145	277	214	213		
C									
Expérience		1	2	3	1	2	3		
Nombre de coracidiums par compartiment	I	34	62	74	44	22	42		
	II	25	51	82	33	32	34		
	III	42	50	64	50	26	24		
Nombre de coracidiums dans la cuve		101	163	220	132	80	100		
I : compartiment le plus éclairé II : compartiment moyennement éclairé III : compartiment le moins éclairé									

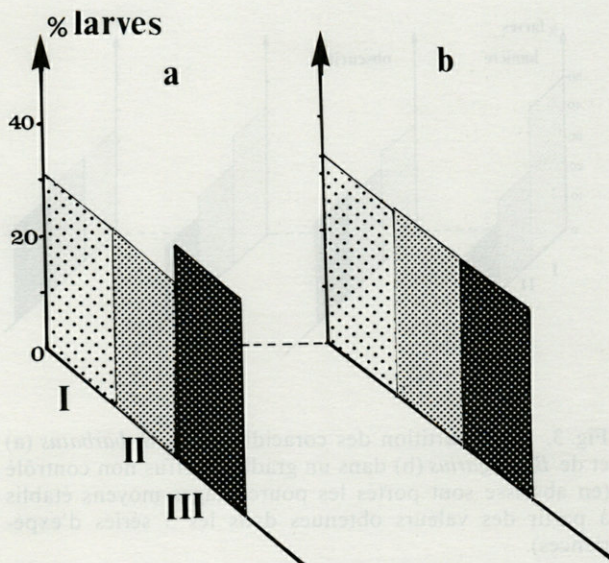


Fig. 2. — Répartition des coracidiums de *B. barbatus* (a) et *B. gregarius* (b) sous l'effet d'une stimulation issue d'un faisceau horizontal de lumière parallèle. I : compartiment proximal; II : compartiment moyen; III : compartiment distal (en abscisse sont portés les pourcentages moyens établis à partir des valeurs obtenues dans les différentes expériences).

Distribution of *B. barbatus* (a) and *B. gregarius* (b) coracidiums under the influence of stimulation by a horizontal beam of parallel light. I : proximal compartment; II : middle compartment; III : distal compartment (The abscissa represents mean percentages calculated from values obtained in different experiments).

une lampe au tungstène de  $85.10^{-3}$  w est placée sous la cuve. L'angle d'incidence du faisceau lumineux avec le fond est de  $45^\circ$  afin d'accentuer le gradient lumineux à l'intérieur de la cuve. Comme précédemment, la durée des expériences est de 6 h.

Pour ces expériences, des lots témoins sont placés dans les mêmes conditions d'expérimentation à l'obscurité totale.

2.2. Résultats

Pour chaque espèce, le nombre de coracidiums dans les 3 compartiments à l'issue des expériences est rapporté dans le Tableau I B; ceux des témoins maintenus à l'obscurité dans le Tableau I C. Les résultats de cette série d'expériences sont représentés dans la Figure 3.

Deux hypothèses ont été testées :

- la répartition des coracidiums à l'obscurité s'effectue au hasard dans l'ensemble de la cuve;
- la répartition des coracidiums soumis à un gradient diffus non contrôlé est différente de celle des témoins et par voie de conséquence, la lumière a bien une influence sur la répartition des larves dans la cuve.



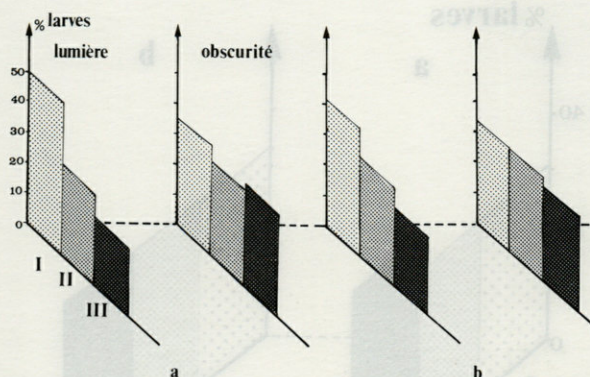


Fig. 3. — Répartition des coracidiums de *B. barbatus* (a) et de *B. gregarius* (b) dans un gradient diffus non contrôlé (en abscisse sont portés les pourcentages moyens établis à partir des valeurs obtenues dans les 3 séries d'expériences).

*Distribution of B. barbatus (a) and B. gregarius (b) coracidia in an unmeasured diffused gradient. (The abscissa represents mean percentages calculated from values obtained in three series of experiments).*

#### a) Test de la répartition au hasard à l'obscurité totale

Les valeurs théoriques sont pour chaque compartiment le tiers du nombre des individus dans la cuve. Pour *B. barbatus*  $\chi^2 = 0,71$  et pour *B. gregarius*  $\chi^2 = 0,52$  avec 2 d.d.l.

Ces  $\chi^2$  n'étant pas significatifs, l'hypothèse est vérifiée.

#### b) Test de la différence entre la répartition des animaux à l'obscurité et en présence d'un gradient lumineux

Le test employé est le test du  $\chi^2$  sur tableau de contingence effectué sur la somme des 3 expériences; pour *B. barbatus* on obtient  $\chi^2 = 30,68$  avec 2 d.d.l.  $P < 0,01$  et pour *B. gregarius*,  $\chi^2 = 7,13$  avec 2 d.d.l.  $P < 0,05$ .

Il existe bien une différence entre les 2 répartitions. En outre, la valeur du compartiment I étant supérieure à celle du compartiment II, elle-même supérieure à celle du compartiment III (Fig. 3), on peut en conclure qu'il y a attraction des coracidiums sous l'influence du gradient lumineux.

### 3. Recherche d'un préférendum lumineux

#### 3.1. Protocole expérimental

La cuve entière noircie est surmontée d'un couvercle fendu longitudinalement en son milieu. La fente a les mêmes dimensions que la face supérieure de la cuve (Fig. 1 B).

La source lumineuse est constituée par un tube émettant une lumière du jour. Le gradient lumineux

à l'intérieur de la cuve est créé en intercalant des filtres entre la source et le milieu. L'intensité lumineuse est mesurée à l'aide d'un luxmètre (Tektronik type J 65 11). Les expériences durent 6 h.

#### 3.2. Résultats

Dans une première série d'expériences, nous avons considéré les intensités lumineuses suivantes :

- 900 lux dans le compartiment I,
- 600 lux dans le compartiment II,
- 280 lux dans le compartiment III.

Les résultats (Tabl. II A, Fig. 4 A) sont exprimés en pourcentages par rapport au nombre de larves présentes dans la cuve.

Tabl. II. — A et B, répartition des coracidiums des 2 espèces sous l'influence de 2 gradients lumineux.

*A and B, Distribution of coracidia of the two species under the influence of light gradients.*

Espèce	<i>B. barbatus</i>				<i>B. gregarius</i>				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
<b>A</b>									
Expérience	1	2	3	4	1	2	3	4	
% de coracidiums selon l'intensité lumineuse	900	8,43	8,13	10,95	7,97	7,59	4,18	4,32	7,45
600	31,32	37,59	29,52	31,59	28,48	40,12	40,12	39,91	
exprimée en lux	280	60,24	54,26	59,52	60,42	63,92	55,68	55,56	52,62
Nombre de coracidiums dans la cuve	334	258	190	326	158	264	162	164	
<b>B</b>									
Expérience	1	2	3	4	1	2	3	4	
% de coracidiums selon l'intensité lumineuse exprimée en lux	250	60,13	55,97	57,14	52,53	25,90	16,98	6,71	5,66
180	28,86	33,15	29,91	24,53	29,14	32,41	30,20	29,24	
33	20,99	10,86	12,94	22,93	44,94	50,68	63,08	65,09	
Nombre de coracidiums dans la cuve	291	184	224	375	172	290	149	106	

Chez *B. barbatus* comme chez *B. gregarius*, le nombre le plus élevé de larves est enregistré dans le compartiment le moins éclairé.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons réduit les intensités dans les différents compartiments; celles-ci sont respectivement de :

- 250 lux dans le compartiment I,
- 180 lux dans le compartiment II,
- 33 lux dans le compartiment III.

Cette fois, alors que chez *B. barbatus* le pourcentage le plus élevé de larves s'observe dans le compartiment I, le plus éclairé, chez *B. gregarius*, c'est dans le compartiment le moins éclairé que se rassemble la majorité des larves (Tabl. II B, Fig. 4 B). Ces résultats nous ont amenés à tester pour cette dernière espèce des séries d'intensités encore plus faibles.

Dans une première série d'expériences, à des intensités de 33, 27 et 22 lux, les larves se concen-



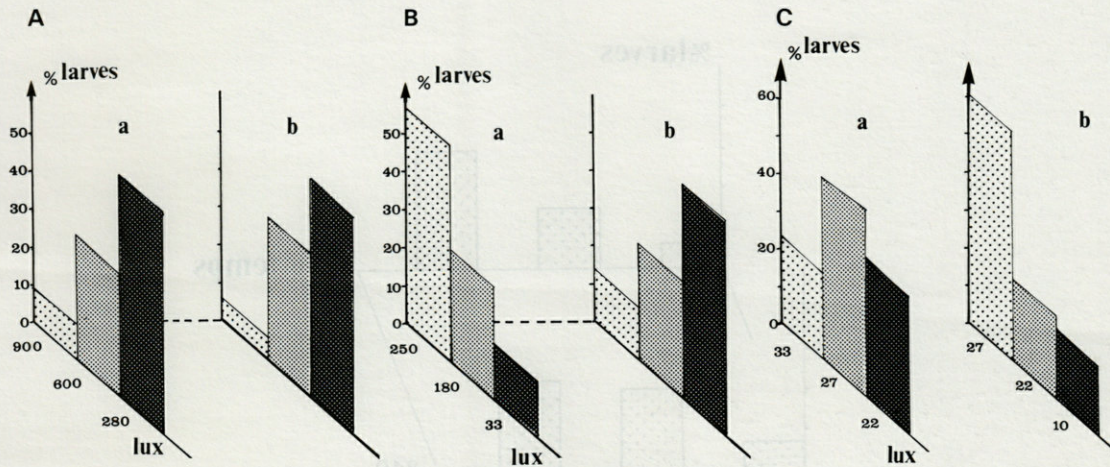


Fig. 4. — A et B, Répartition des coracidiums de *B. barbatus* (a) et de *B. gregarius* (b) en présence de deux gradients lumineux. C, Répartition des coracidiums de *B. gregarius* en présence de gradients lumineux de faible intensité. A et B, Distribution of *B. barbatus* (a) and *B. gregarius* (b) coracidia in the presence of two light gradients. C, distribution of *B. gregarius* coracidia in the presence of low-intensity light gradients.

trent dans le compartiment intermédiaire dont l'intensité lumineuse est de 27 lux alors que dans une seconde série d'expériences, à des intensités de 27, 22 et 10 lux, ces dernières migrent dans le compartiment éclairé par une lumière de 27 lux (Tabl. III, Fig. 4 C).

De l'ensemble de ces expériences, on peut conclure que 6 h après l'éclosion, le préférendum lumineux des larves de *B. barbatus* se situe à 250 lux alors que celui-ci se trouve à un niveau inférieur, 27 lux pour *B. gregarius*.

4. Recherche du temps de réponse

Cette série d'expériences a été réalisée afin de rechercher le temps nécessaire à la majorité des coracidiums pour atteindre leur préférendum lumineux, 6 h après l'éclosion.

4.1. Protocole expérimental

L'appareillage utilisé dans cette série d'expériences est semblable à celui employé pour la recherche

Tabl. III. — Répartition des coracidiums de *B. gregarius* en fonction de différents gradients d'intensité lumineuse. Distribution of *B. gregarius* coracidia as a function of different gradients of light intensity.

Espèce	<i>B. gregarius</i>							
	1			2				
Expérience	1	2	3	1	2	3		
% de coracidiums selon l'intensité lumineuse exprimée en lux	33	19,13	23,17	27,82	27	62,5	59,02	60,28
Nombre de coracidiums dans la cuve	27	53,04	46,34	30,48	22	22,4	19,75	22,16
	22	27,82	56,03	25,86	10	15,43	21,21	17,54

du seuil de réponse (Fig. 1 B). Les expériences ont été réalisées en présence d'un seul gradient lumineux (250, 180 et 30 lux) pendant des périodes allant de 30 à 300 min (Tabl. IV A et B). Comme pour les expériences précédentes, les coracidiums sont introduits dans la cuve dès leur éclosion et les tests sont réalisés dans des chambres noires à 19 °C.

Tabl. IV. — Evolution dans le temps du comportement des coracidiums de *B. barbatus* (A) et *B. gregarius* (B) vis-à-vis d'un gradient lumineux.

Variation of the behaviour of coracidia of *B. Barbatus* (A) and *B. gregarius* (B) relative to a light gradient.

Nombre de coracidiums dans la cuve	% de coracidiums selon l'intensité lumineuse (en lux)			Expérience	Durée de l'expérience (en minutes)
	250	180	33		
<b>A</b>					
292	26,71	59,58	13,69	1	30
386	46,63	44,04	9,32	2	
161	32,29	55,90	11,80	1	60
227	54,62	25,11	20,26	1	
390	37,17	44,61	18,20	2	120
358	44,69	31,84	23,46	3	
421	30,85	46,08	23,04	1	180
586	36,68	50	13,31	2	
416	34,37	41,10	24,51	3	
381	42,25	46,45	11,28	1	240
522	47,70	34,48	17,81	2	
291	60,13	28,86	10,99	1	300
184	55,97	33,15	10,86	2	
224	57,14	29,91	12,94	3	
<b>B</b>					
89	5,61	61,79	32,58	1	30
115	9,56	60	30,43	2	
195	1,53	52,30	46,15	1	180
151	11,25	45,03	43,70	2	
115	11,3	23,47	65,21	1	240
110	9,1	35,45	55,45	2	
134	3,73	27,61	68,65	3	
149	6,71	30,20	63,30	1	300
106	5,66	29,24	65,09	2	
104	12,5	36,92	60,57	3	



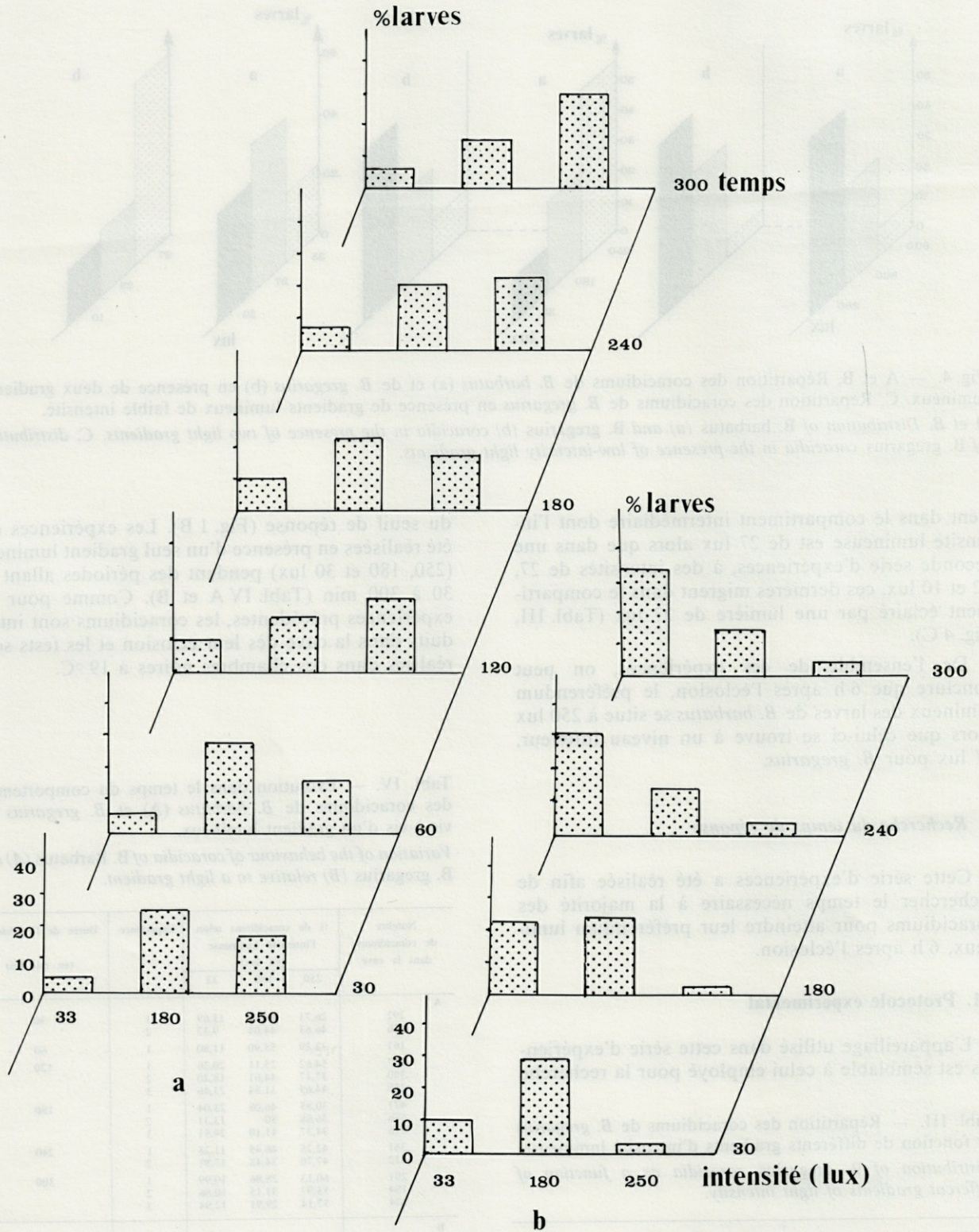


Fig. 5. — Répartition des coracidiuims de *B. barbatus* (a) et *B. gregarius* (b) en présence d'un gradient lumineux, en fonction de la durée de l'expérience.

*Distribution of B. barbatus (a) and B. gregarius (b) coracidia in the presence of a light gradient, as a function of the length of the experiment.*



#### 4.2. Résultats

L'observation (Tabl. IV A et IV B, Fig. 5) des pourcentages de coracidiums dans les 3 compartiments à l'issue des expériences révèle qu'après une période (30 à 180 min) pendant laquelle un fort pourcentage de coracidiums s'observe dans le compartiment soumis à une intensité lumineuse de 180 lux, la majorité d'entre eux se retrouve dans le compartiment le plus proche de leur préférendum lumineux 4 h après le début de l'expérience pour *B. gregarius*, 5 h pour *B. barbatus*.

On peut conclure de cette série d'expériences réalisées sur des coracidiums fraîchement éclos que le temps de réponse des larves à un gradient d'intensité lumineuse pendant les 6 premières heures de leur vie libre est élevé (4 et 5 h respectivement) et que l'installation dans le préférendum lumineux s'effectue progressivement.

#### DISCUSSION

Les protocoles expérimentaux choisis pour ce travail permettent de montrer que les coracidiums de *B. barbatus* et de *B. gregarius* ne manifestent par de réponse orientée à une stimulation par un faisceau parallèle de lumière blanche alors que ce type de réponse a été observé aussi bien chez les oncomiracidiums de Monogènes que chez les miracidiums de Trématodes, la réponse pouvant être stable (Fournier, 1983) ou varier en fonction de l'âge de la larve (Takahashi *et al.*, 1961; Fournier, 1984) de l'état physiologique (Bychowsky, 1957; Kearn, 1980) mais aussi de l'intensité lumineuse (Yasuraoka, 1954; Takahashi *et al.*, 1961, Kennedy, 1979) et de la température (Yasuraoka, 1954).

Par contre, dans les heures qui suivent l'éclosion, les coracidiums manifestent une phototaxie en réponse à un choix de gradients lumineux; le temps de réponse est important et 6 h après l'éclosion, cette sensibilité se révèle différente pour les 2 espèces. Actuellement, un tel comportement n'a été signalé que chez les miracidiums d'*Echinostoma caproni* (Fournier, 1984) mais il faut reconnaître que la plupart des études réalisées à ce jour (Wright, 1974 a, Kennedy, 1979...) l'ont été à partir de faisceaux horizontaux de lumière parallèle. Il convient en outre de considérer que les réponses révélées dans ce travail l'ont été dans des conditions standard d'environnement (température, salinité) et pour des coracidiums fraîchement éclos.

Pour toutes ces raisons, ces études préliminaires ne doivent pas conduire à considérer les coracidiums comme fondamentalement différents par leur comportement phototaxique des autres larves libres de Plathelminthes; l'apport essentiel de ce travail réside

plutôt dans la mise en évidence de tels comportements chez des larves de Cestodes Pseudophyllides.

*Quelles sont les structures photoréceptrices susceptibles d'expliquer ces réponses ?*

Fournier (1983) dans la revue de ces structures chez les larves de Plathelminthes, associe la photoréception à la présence d'« yeux » dont la structure serait de deux types :

- rhabdomérique à pigments associés,
- à phaosomes.

Les premiers étant responsables de la perception des stimulations produites par un faisceau parallèle de lumière blanche et entraînant une réponse orientée du parasite vers la source, la seconde étant supposée intervenir dans les rythmes photopériodiques d'éclosion et dans la perception des très faibles intensités lumineuses chez les Monogènes (Lyons, 1972; Kearn, 1978) et être à l'origine de la sensibilité à un gradient de lumière (Fournier, 1984).

Les études ultrastructurales réalisées tant sur l'embryophore que sur l'oncosphère des coracidiums n'ont pas, à ce jour, révélé la présence de photorécepteurs de l'une ou l'autre de ces catégories (Gabrion, 1981, Berrada-Rkhami, 1984) et l'on peut envisager, d'ores et déjà, l'intervention d'un support morphologique n'appartenant pas à ces deux catégories de photorécepteurs pour expliquer le comportement des larves des Cestodes Pseudophyllides.

*Quelle pourrait être la finalité d'un tel comportement des coracidiums vis-à-vis de la lumière ?*

La tentation est grande de rechercher dans les comportements photosensibles des mécanismes facilitant la transmission parasitaire et des relations de ce type n'ont pas manqué d'être établies aussi bien chez les Monogènes que chez les Trématodes (revue dans Fournier, 1983). A propos des coracidiums de Bothriocéphales, il paraît prématuré, en l'absence de données sur le comportement des larves vis-à-vis de la gravité et sur la nature des hôtes intermédiaires, de déterminer la part de ces comportements dans les mécanismes de recrutement; un fait demeure néanmoins, c'est que la recherche de préférendum lumineux aussi précis que ceux mis en évidence chez *B. gregarius* et *B. barbatus* ne peut se concevoir que dans cette perspective.

REMERCIEMENTS. — Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'U.A. 698 du C.N.R.S. et a bénéficié du concours financier de l'IFREMER (contrat GIS ARM 83/2978) ainsi que du soutien de l'établissement aux axes jugés prioritaires. Les auteurs remercient M. Boy Vincent, informaticien de la Tour du Valat pour ses précieux conseils ainsi que les membres de la RCP 657 du C.N.R.S.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERRADA-RKHAMI O., 1984. Etude expérimentale du phénomène d'éclosion et du comportement du coracidium de deux espèces jumelles de Cestodes Pseudophyllides. Thèse de spécialité. Montpellier, 283 p.
- BERRADA-RKHAMI O. et C. GABRION. Etude expérimentale du développement de Bothriocéphales parasites de Poissons Pleuronectiformes. Influence des facteurs abiotiques sur la durée du développement et l'éclosion des larves. *Vie Milieu*, **36** (1) :
- BYCHOWSKY B.E., 1957. Monogenetic Trematodes : their systematic and phylogeny. Amer. Instit. Biol. Sci., Ed. W. J. Hargis, 627 p.
- CLEMENT P., A. CORNILLAC A. et A. LUCIANI, 1984. Est-il pertinent de parler de photocinèse et de phototaxie chez les Rotifères ? In Processus d'acquisition précoce, les communications A. de Haro et X. Espadaler Ed., p. 210-216.
- FOURNIER A., 1983. Photoreceptors and photosensitivity in Platyhelminths. In Photoreception and Vision in Invertebrates Ed. M.A. ALI. Plenum Pres, N.Y. London, p. 217-241.
- FOURNIER A., 1984. Les réponses motrices à la lumière et à la gravité chez les stades libres des Plathelminthes parasites. In Processus d'acquisition précoce, les communications. A. de Haro et X. Espadaler Ed., p. 271-276.
- GABRION C, 1981. Ontogenèse de Cestodes Cyclophyllides. Etude morphogénétique du développement post-oncosphéral. Thèse Doct. ès Sc., Montpellier, 327 p.
- KEARN G.C., 1978. Eyes with, and without, pigment shields in the oncomiracidium of the monogenean parasite *Diplozoon paradoxum*. *Z. Parasitkde*, **157** : 35-47.
- KEARN G.C., 1980. Light and gravity response of the oncomiracidium of *Entobdella soleae* and their role in host location. *Parasitology*, **81** : 71-89.
- KENNEDY M.J., 1979. The responses of miracidia and cercariae of *Bunodera mediovitellata* (Trematoda : Allocreadiidae) to light and to gravity. *Can. J. Zool.*, **57** (3) : 603-609.
- LYONS K.M., 1972. Sense organs of monogeneans. In behavioural aspects of parasite transmission. *J. Linn. Soc.*, **51** (suppl. 1) : 181-199.
- SALADIN K.S., 1980. Behavioural manifestations of photosensitivity in cercariae of *Schistosoma mansoni* (Digenea : Schistosomatidae). Ph. D. Thesis.
- SHIFF C.J., 1969. Influence of light and depth on location of *Bulinus (Physopsis) globosus* by miracidia of *Schistosoma haematobium*. *J. Parasit.*, **55** : 108-110.
- TAKAHASHI T., K. MORIS et Y. SHIGETA, 1961. Phototactic, thermotactic and geotactic responses of miracidia of *Schistosoma japonicum*. *Jap. J. Parasit.*, **10** : 686-691.
- WRIGHT D.G.S., 1974a. Responses to miracidia of *Schistosoma mansoni* to an equal energy spectrum of monochromatic light. *Can. J. Zool.*, **52** : 857-888.
- WRIGHT D.G.S., 1974b. Responses of cercariae of *Trichobilharzia ocellata* to white light, monochromatic light and irradiance reduction. *Can. J. Zool.*, **52** : 575-579.
- YASURAOKA K., 1954. Ecology of the miracidium. II. On the behaviour to light of the miracidium of *Fasciola hepatica*. *Jap. J. Med. Sc. Biol.*, **7** : 181-192.

Reçu le 7 mai 1985; received May 7, 1985  
 Accepté le 26 juin 1985; accepted June 26, 1985



# MODALITÉS DE LA CICATRISATION DES ÉCOSYSTÈMES MÉDITERRANÉENS APRÈS INCENDIE : CAS DE CERTAINS ARTHROPODES DU SOL

## 1. Introduction, stations d'étude

*Regeneration patterns of Mediterranean ecosystems after fire :  
the case of some soil arthropods*  
1. Introduction, studied plots

F. ATHIAS-BINCHE et L. SAULNIER

Université P. et M. Curie, U.A. 117,  
Laboratoire Arago, F. 66650 Banyuls-sur-Mer  
E.N.I.T.A., F. 21800 Quétigny

BASSIN MÉDITERRANÉEN  
INCENDIES  
FAUNE DU SOL

**RÉSUMÉ.** — La première partie de ce travail, consacré à l'étude de l'impact du feu sur les Myriapodes et les Acariens Uropodides édaphiques en région méditerranéenne, présente les stations d'étude de la subéraie de Valmy (Pyrénées-Orientales, France), ainsi qu'une brève revue sur l'intérêt de l'étude de la faune édaphique pour l'évaluation des potentialités des sols. Après le feu, les Chênes-lièges souffrent peu de l'incendie, mais le sous-bois a disparu, remplacé par une pelouse à *Brachypodium ramosum*. Presque toute la litière a brûlé; elle représente 260 g/m<sup>2</sup> contre 5 900 g en subéraie témoin. Sept mois après le feu, on observe une chute des bases échangeables, du carbone et de l'azote dans le sol brûlé. La période étudiée (juin 1982 — juillet 1983) s'est caractérisée par une aridité estivale précoce en 1983.

MEDITERRANEAN BASIN  
WILD FIRES  
SOIL FAUNA

**ABSTRACT.** — The first part of the present work, devoted to the study of the effects of wild fire on soil Myriapoda and Uropodid mite communities in the mediterranean region, deals with the description of the studied plots in the Valmy cork-oak forest (Pyrénées-Orientales, France), and a short review of the knowledge of the soil fauna relevant to the evaluation of soil fertility. The cork-oaks have not much suffered from the fire, but the understorey has disappeared and replaced by a *Brachypodium ramosum* grass cover. Almost all the litter layer has been burnt; it represents 260 g/m<sup>2</sup> versus 5 900 g in the control plot. Seven months after the fire, a fall in base exchange capacity can be observed, with regard to carbon and nitrogen in the burnt soil. The studied period (June 1982 — July 1983) was characterized by an early summer aridity in spring 1983.



## INTRODUCTION

Dans le biome méditerranéen de l'ancien Monde, le feu joue depuis des millénaires un rôle important et a marqué profondément les paysages. Utilisé en pratiques culturelles, sans doute depuis la révolution agraire du néolithique, puis largement employé et contrôlé par les pasteurs et les agriculteurs, le feu est devenu depuis la seconde moitié du  $xx^e$  siècle un élément incontrôlé et imprévisible, aux conséquences parfois catastrophiques dans un milieu aussi fragile et menacé que le bassin méditerranéen. La déprise rurale accompagnée de l'abandon de l'entretien des forêts méditerranéennes et la situation foncière complexe ont fait que les feux sauvages sont devenus l'un des éléments prédominants des écosystèmes méditerranéens, particulièrement dans le département des Pyrénées-Orientales.

L'un des axes principaux de recherche de l'équipe d'Ecologie Terrestre du Laboratoire Arago concerne l'étude des successions écologiques. Le feu, comme facteur écologique majeur en région méditerranéenne, nous a permis d'expérimenter « en vraie grandeur » et *in situ* l'effet d'une perturbation brutale sur les écosystèmes, et plus particulièrement leur faune, et la dynamique de la recolonisation qui succède. En outre, si l'on dispose déjà d'informations sur l'impact du feu en milieu méditerranéen en Australie ou en Amérique du Nord, le sujet a été peu étudié dans l'ancien monde et singulièrement en France. Les données relatives à notre pays concernent plus particulièrement les aspects microclimatiques, pédologiques et botaniques (Braun-Blanquet, 1936; Kuhnholz-Lordat, 1958, 1959; Trabaud, 1980; en revanche les études scientifiques concernant l'effet du feu sur la faune des régions méditerranéennes ont été négligées jusque-là et notre équipe s'est proposé de combler en partie une lacune qui paraît importante.

En ce qui concerne la méthodologie générale de nos travaux, les relevés sont diachroniques pour les suivis à court terme ou synchroniques pour le long terme et toujours référés à des parcelles témoins non brûlées. L'écosystème a été divisé en 3 strates principales dans lesquelles sont sélectionnés des modèles biologiques appropriés : strate basse (sol et litière) : Myriapodes, Acariens Uropodides, Fourmis, Micromammifères; strate moyenne : Micromammifères et strates hautes (maquis, canopée) : avifaune.

Bien que le matériel étudié concerne surtout la faune, la structure de la végétation et le suivi de son évolution après incendie font l'objet de relevés réguliers.

Le présent travail concerne plus particulièrement les Myriapodes et les Acariens Uropodides édaphiques d'une subéraie des Albères, moyenne montagne

qui constitue l'extrémité orientale des Pyrénées. On trouvera le détail des résultats concernant la végétation et les autres groupes animaux étudiés lors de ce programme de recherche dans Prodon, Fons & Peter (1984) et Prodon, Athias-Binche & Fons (1985).

## I. SITUATION, DESCRIPTION DES STATIONS D'ÉTUDES

Les stations d'études sont situées dans l'étage mésoméditerranéen *sensu* Quezel (1974) du département des Pyrénées-Orientales. Dans le Roussillon schisteux ou cristallin, la végétation est dominée par le Chêne vert (*Quercus ilex*) et le Chêne-liège (*Q. suber*). Le secteur étudié est situé dans les Albères, une moyenne montagne dont les crêtes constituent la frontière franco-espagnole. Considérablement exploitées, voire surexploitées, ces montagnes ont connu un exode rural intense après la première guerre mondiale, laissant des surfaces considérables suivre une évolution progressive vers les maquis et les forêts. Le lecteur intéressé trouvera dans Becat (1973) une étude détaillée de la géographie, l'histoire et l'économie des Albères.

Dans le Roussillon viticole des Albères, la crise du phylloxéra (1880-1882) a entraîné une diminution brutale des vignobles, alors remplacés par des plantations de Chênes-lièges. Ces subéraies sont actuellement laissées pour la plupart à l'abandon et sont envahies de sous-bois sclérophylles qui constituent un matériau hautement combustible. C'est notamment le cas sur la commune d'Argelès-sur-Mer, où se situe la forêt de Valmy qui constitue le cadre de notre étude. La subéraie de Valmy a subi un incendie de très grande ampleur le 28 juin 1982.

La subéraie étudiée sera brièvement décrite, le milieu ayant été étudié précédemment par Sebei (1983) pour ce qui concerne la dynamique de la végétation et l'édaphologie, particulièrement le cycle de l'azote.

### 1. Situation des parcelles d'étude (Fig. 1)

Les relevés diachroniques ont été effectués dans 2 parcelles d'étude situées au lieu-dit Bois-de-Valmy (commune d'Argelès-sur-Mer) à une altitude d'environ 100 m. Ce sont des subéraies pures sur sol peu profond. Les prélèvements ont eu lieu régulièrement pendant 1 an depuis juin 1982, après l'incendie du 28 dans une parcelle brûlée et une parcelle témoin épargnée par l'incendie. En outre, pour ce qui concerne les Uropodides édaphiques, des relevés synchroniques ont été réalisés dans une parcelle annexe de subéraie adulte sur sol profond de vallon à Valmy. Des prélèvements ont aussi été effectués dans diverses autres formations méditerranéennes des Albères.



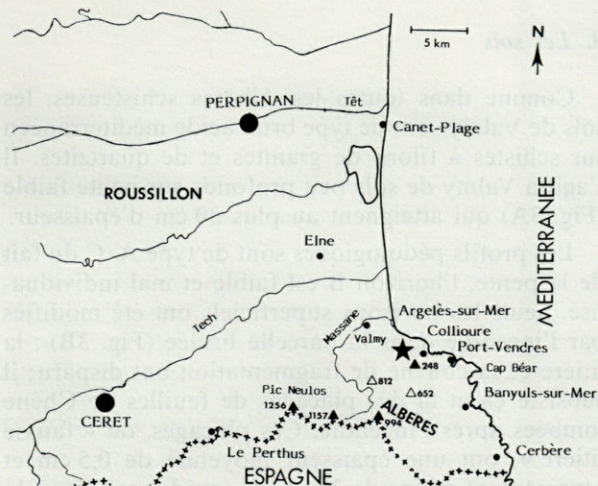


Fig. 1. — Carte des Albères et site d'étude (étoile). (Fond de carte H. DANOIS, 1963).

Map of the Albères region and situation of the studied area (star). (Map design by H. DANOY, 1963).

## 2. Végétation de la station de Valmy

Il s'agit d'une futaie de Chênes-lièges dominant un maquis sur sol peu profond. La subéraie a été plantée sur d'anciennes banquettes de vignes après la crise du phylloxera.

Le houppier du Chêne-liège étant peu opaque à la lumière, il existe un sous-bois constitué d'essences de maquis d'une hauteur moyenne de 50 à 80 cm (Tabl. I). Cette parcelle semble avoir subi un incendie il y a plus de 10 ans; il s'agit d'une formation intermédiaire entre la futaie et le maquis arboré.

### — Parcelle brûlée

La parcelle brûlée est à proximité de la parcelle témoin; à l'origine le milieu était comparable dans les 2 zones avant incendie (Fig. 2).

Toute la végétation non arborée a été détruite par l'incendie. Par contre, peu de Chênes-lièges ont entièrement brûlé: seules les branches les plus minces et faiblement recouvertes de liège ont été consumées. Toutes les feuilles de Chêne-liège sont mortes et sont ensuite tombées à terre dans la quinzaine suivant l'incendie. Les nouvelles feuilles ont débouffé 1 mois après le feu et les nouveaux houppiers, moins fournis que ceux des arbres témoins, sont apparus dans les 3 mois suivants. Dans les 3 mois qui suivent l'incendie, on observe une régénération de tous les ligneux en place avant l'incendie (notamment *Erica arborea*, *Ulex parviflorus*, *Cistus* spp, *Quercus suber*). Une flore fugace herbacée s'installe en hiver 1982, elle atteint son maximum au printemps 1983, puis se dessèche en été. Elle est caractérisée par l'abondance des Graminées et des Légumineuses annuelles (Tabl. I).

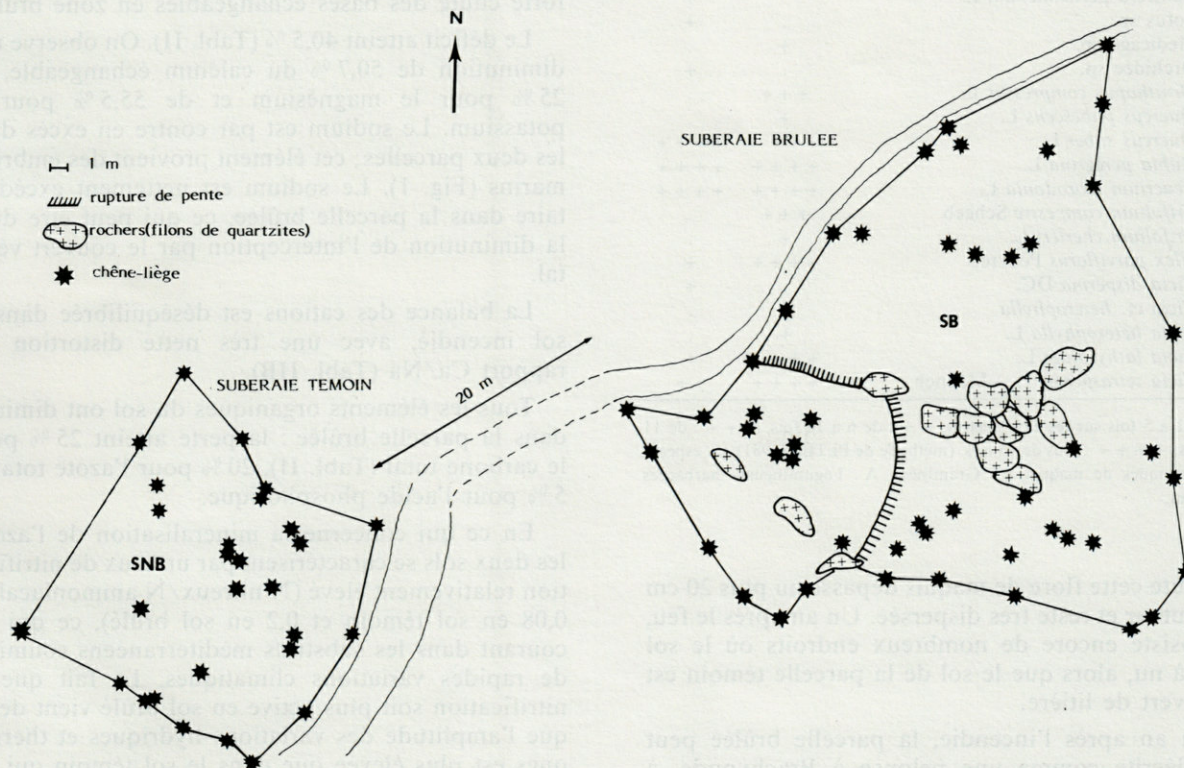


Fig. 2. — Plan des parcelles d'étude; SB : subéraie brûlée, SNB : subéraie non brûlée.

Map of the studied plots; SB : burnt cork-oak plot, SNB : unburnt control plot.



Tabl. I. — Relevés de la végétation en subéraie brûlée (B) et en zone témoin (NB) effectués en mai 1983, 1 an après l'incendie.

Vegetation tables in the burnt (B) and the control plot (NB) made in May 1983, 1 year after the fire.

	B	NB
<i>Aira caryophylla</i> L.	+	.
<i>Allium roseum</i> L.	+	.
<i>Anagallis arvensis</i> L.	+	.
<i>Andryala sinuata</i> L.	+	.
γ <i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+++	+
<i>Arenaria sepyllifolia</i> L.	++++	+
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	+
<i>Asplenium onopteris</i> L.	.	+
<i>Asterolinum stellatum</i> (L.) Hg. Lk.	+	+
γ <i>Brachypodium ramosum</i> Roem. et Sch.	+	++
γ <i>Briza maxima</i> L.	+	.
μ <i>Calycotome spinosa</i> (L.) Link.	+	+++
<i>Capselle bursa pastoris</i> L. Medik.	.	+
Cf. cardamine	.	+
<i>Carex</i> sp.	++	++++
μ <i>Cistus monspeliensis</i> L.	++++	+
μ <i>Cistus albidus</i> L.	+	.
<i>Cytinus hypocistis</i> (L.) L.	.	+
γ <i>Dactylis glomerata</i> L.	.	+
μ <i>Erica arborea</i> L.	+	++
<i>Euphorbia characias</i> L.	.	+
<i>Galium</i> sp.	+	.
<i>Geranium robertianum purpureum</i> L.	+++	+
<i>Hypericum linariifolium</i> L.	.	+
<i>Lampsana communis</i> L.	+	+
μ <i>Lavandula stoechas</i> L.	.	+
Λ <i>Lathyrus aphaca</i> L.	+	.
Λ <i>Lathyrus nissolia</i> L.	+	.
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	.	+
Λ <i>Lotus</i> sp.	.	+
Λ <i>Medicago</i> sp.	+	.
Orchidée sp.	.	+
Λ <i>Ornithopus compressus</i> L.	+++	.
Λ <i>Quercus pubescens</i> L.	+	.
<i>Quercus suber</i> L.	++	++++
<i>Rubia peregrina</i> L.	++++	++++
<i>Teucrium scorodonia</i> L.	++++	++++
Λ <i>Trifolium campestre</i> Scheeb	+++	.
Λ <i>Trifolium cherleri</i> L.	+	.
μ <i>Ulex parviflorus</i> Pourret	++++	+
Λ <i>Vicia disperma</i> DC.	.	+
Λ <i>Vicia</i> cf. <i>heterophylla</i>	+	.
Λ <i>Vicia heterophylla</i> L.	+	.
Λ <i>Vicia lathyroides</i> L.	++++	+
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Moench	++++	++

+ : de 1 à 5 fois sur les 32 placettes, ++ : de 6 à 10 fois, +++ : de 11 à 15 fois, ++++ : plus de 15 fois. (méthode de PETER, 1981). μ : espèces caractéristiques de maquis, γ : Graminées, Λ : Légumineuses herbacées annuelles.

Toute cette flore de maquis dépasse au plus 20 cm de hauteur et reste très dispersée. Un an après le feu, il subsiste encore de nombreux endroits où le sol reste à nu, alors que le sol de la parcelle témoin est recouvert de litière.

Un an après l'incendie, la parcelle brûlée peut être décrite comme une pelouse à Brachypode, à maquis bas dispersé et à couvert arboré faible.

### 3. Les sols

Comme dans toutes les Albères schisteuses, les sols de Valmy sont de type brun acide méditerranéen sur schistes à filons de granites et de quartzites. Il s'agit à Valmy de sols peu profonds sur pente faible (Fig. 3A) qui atteignent au plus 30 cm d'épaisseur.

Les profils pédologiques sont de type A/C du fait de la pente, l'horizon B est faible et mal individualisé. Seuls les horizons superficiels ont été modifiés par l'incendie dans la parcelle brûlée (Fig. 3B) : la litière et sa couche de fragmentation ont disparu; il subsiste çà et là des placages de feuilles de Chêne tombées après l'incendie. Ces placages, ou « fausse litière », ont une épaisseur moyenne de 0,5 cm et représentent moins de 264 g/m<sup>2</sup> (poids sec). Dans la parcelle témoin, la litière a une épaisseur moyenne de 4 cm et représente 5 918 g/m<sup>2</sup>, soit 20 fois plus qu'en zone brûlée. Cette litière est composée en majorité de feuilles de Chêne-liège, parfois mêlées de brindilles. Dans la subéraie brûlée, le sol est recouvert de cendres et de brindilles consumées mélangées à des turricules de Vers de terre, dont l'activité a été remarquable pendant les périodes humides qui ont suivi l'incendie. Le chevelu racinaire est très dense après le développement des espèces herbacées en hiver et au printemps.

Les analyses de sol (prélevé de 0 à — 3 cm en janvier 1983, soit 7 mois après le feu) indiquent une forte chute des bases échangeables en zone brûlée.

Le déficit atteint 40,5 % (Tabl. II). On observe une diminution de 50,7 % du calcium échangeable, de 25 % pour le magnésium et de 55,5 % pour le potassium. Le sodium est par contre en excès dans les deux parcelles; cet élément provient des embruns marins (Fig. 1). Le sodium est nettement excédentaire dans la parcelle brûlée, ce qui peut être dû à la diminution de l'interception par le couvert végétal.

La balance des cations est déséquilibrée dans le sol incendié, avec une très nette distortion du rapport Ca/Na (Tabl. IIB).

Tous les éléments organiques du sol ont diminué dans la parcelle brûlée : la perte atteint 25 % pour le carbone total (Tabl. II), 20 % pour l'azote total et 5 % pour l'acide phosphorique.

En ce qui concerne la minéralisation de l'azote, les deux sols se caractérisent par un taux de nitrification relativement élevé (N nitreux/N ammoniacal = 0,08 en sol témoin et 0,2 en sol brûlé), ce qui est courant dans les substrats méditerranéens soumis à de rapides variations climatiques. Le fait que la nitrification soit plus active en sol brûlé vient de ce que l'amplitude des variations hydriques et thermiques est plus élevée que dans le sol témoin qui est protégé par la végétation et la litière; les « flushes » bactériens y seraient donc plus intenses et plus nombreux. Toutefois, le bilan d'azote est déficitaire



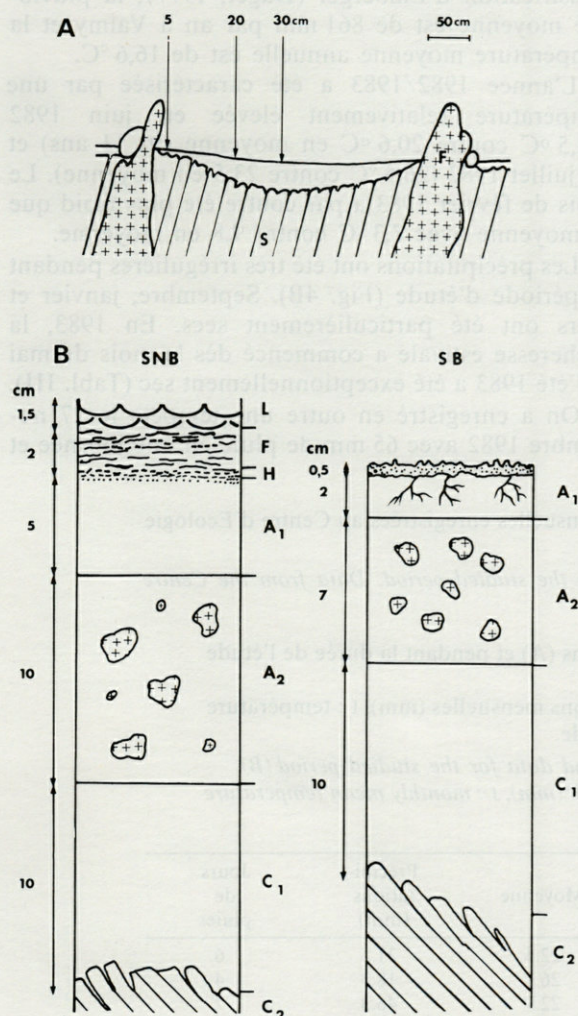


Fig. 3. — A, structure géologique et pédologique en zone brûlée; F : filons de granites et quartzites, S : schistes redressés. B, Profils pédologiques de la parcelle témoin (SNB) et brûlée (SB). SNB : L : litière peu ou pas fragmentée, F : couche de fermentation mêlée à des éléments fins, H : éléments organiques fins, A1 (ou A11) : horizon hémiorganique brun, grumeleux, racines fines (< 0,5 cm), A2 (ou A12) : horizon ocre brun arénacé à gravillons, quelques racines (< 1-2 cm), C1 : zone d'altération de la roche-mère, limons ocres, quelques racines, C2 : schistes. SB : A1 : horizon hémiorganique surmonté d'une couche cendreuse à nombreux turricules de Vers de terre, ocre-gris à chevelu racinaire très denses (racines < 0,5 cm), A2, C1, C2 : mêmes caractéristiques que pour SNB.

A, geological and pedological structure of the burnt plot. F : granite and quartzite veins, S : straightened schists. B, soils profile in the control (SNB) and the burnt plot (SB). SNB : L : non — or weakly — fragmented litter, F : fermentation layer mixed with thin particles, H : fine organic particles, A1 : hemiorganic brown horizon, lumpy, thin roots (< 0,5 cm), A2 : arenic ochred brown layer, gravels, some roots (< 1-2 cm), C1 : weathered parent material, ochred silts, few roots, C2 : schists. SB : A1 : semiorganic horizon topped by an ash layer with strong earthworm activity, ochred grey, very dense bearded thin roots (< 0,5 cm), A2, C1, C2 : same features as the control soil.

en sol brûlé : la perte est de 49 % pour l'azote nitrique.

Les déficits en éléments biogènes observés dans la subéraie brûlée sont dus à plusieurs causes :

— la destruction de la litière qui constitue la principale source de nutriments du sous-système sol. Une partie de ces éléments peuvent subsister dans les cendres, mais c'est un matériau léger dont une partie est emportée par les courants de convection pendant l'incendie, puis ensuite par le ruissellement et les vents. Le carbone brûlé se volatilise sous forme de CO<sub>2</sub>. Le carbone qui est incomplètement brûlé subsiste sous forme de charbon, qui est inassimilable par les organismes édaphiques.

Tabl. II. — En haut, analyses de sols prélevés en janvier 1983 dans les 2 parcelles d'étude.

Above, pedological analysis of soils sampled in January 1983 in the burnt (brûlé) and the control plot (témoin).

En bas, proportions (%) des différentes bases échangeables en subéraie brûlée (SB), en sol témoin (SNB) et dans un sol équilibré de type mull (d'après DUCHAUFOUR, 1960).

Below percentages (%) of the different exchangeable bases in the control (témoin) and the burnt soil (brûlé), and in a good mull-type humus (from Duchaufour, 1960).

	Brûlé	Témoin
Acide phosphorique meq %	0.058	0.064
Calcium échangeable meq %	3.5	10.7
Magnésium échangeable meq %	1.66	2.75
Potassium échangeable meq %	0.301	1.046
Sodium échangeable meq %	0.911	0.550
Azote nitrique ppm	0.94	1.07
Azote ammoniacal ppm	4.30	12.80

C : Carbone organique

MO : Matières organiques

N : Azote total

x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> : répétitions, x : moyenne.

BRÛLÉ

	Cendres	Sol brûlé 1-3 cm			Moyenne X
		x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x	
C %	54.4	25.1	27.0	26.0	40.22
MO %	93.5	43.1	46.3	44.70	69.10
N total %	5.23	2.10	2.13	2.11	7.34
C/N	10.40	11.95	12.67	12.31	11.35

TÉMOIN

	sol témoin 0-1 cm			sol témoin 1-3 cm			Moyenne X
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x	
	76.3	101.7	89.0	31.3	61.9	46.6	67.8
	131.2	174.9	153.0	53.8	106.4	180.1	127.5
	6.39	8.27	7.33	2.33	5.32	3.8	11.13
	11.94	12.29	12.11	13.43	11.63	12.53	12.32

	Témoin	Brûlé	Sol « normal » (%)
Ca	71.11 %	54.9 %	70-75 %
Mg	18.27 %	26.0 %	10 %
K	6.95 %	4.7 %	2-3 %
Na	3.65 %	14.29 %	moins de 1 %



— l'érosion du sol augmente après l'incendie du fait de la perte de la protection du couvert végétal et de la litière. Une partie des nutriments disparaît alors par ruissellement et par exportation éolienne.

— la température dégagée lors de l'incendie provoque une altération de certains éléments constitutifs du sol. Duriscoe *et al.* (1982) ont notamment remarqué une modification des argiles après incendie, ce qui augmente la fragilité des sols, mais aussi le potentiel de reconstitution des complexes argilo-humiques.

#### 4. Le climat (Tabl. III, Fig. 4)

Le versant oriental des Albères est caractérisé par un climat méditerranéen subhumide selon la

classification d'Emberger (Daget, 1977); la pluviosité moyenne est de 861 mm par an à Valmy et la température moyenne annuelle est de 16,6 °C.

L'année 1982/1983 a été caractérisée par une température relativement élevée en juin 1982 (22,5 °C contre 20,6 °C en moyenne sur 11 ans) et en juillet 1982 (26,5 °C contre 23,5 en moyenne). Le mois de février 1983 a par contre été plus froid que la moyenne avec 7,3 °C contre 9,8 en moyenne.

Les précipitations ont été très irrégulières pendant la période d'étude (Fig. 4B). Septembre, janvier et mars ont été particulièrement secs. En 1983, la sécheresse estivale a commencé dès le mois de mai et l'été 1983 a été exceptionnellement sec (Tabl. III).

On a enregistré en outre une tempête le 27 novembre 1982 avec 65 mm de pluie en une journée et

Tabl. III. — En haut, températures et précipitations mensuelles enregistrées au Centre d'Ecologie Méditerranéenne pendant la période étudiée.

*Above, average monthly temperature and rainfall during the studied period. Data from the Centre d'Ecologie Méditerranéenne.*

En bas, indice d'aridité de Martonne, moyenne sur 11 ans (A) et pendant la durée de l'étude (B).

Indice de Martonne,  $I : 12P/(t+10)$ , avec  $p$  : précipitations mensuelles (mm),  $t$  : température moyenne mensuelle (°C), si  $I < 25$ , la période est aride.

*Below Martonne's aridity index, 11 years average (A) and data for the studied period (B).*

*Martonne's index,  $I : 12P/(t+10)$ , with  $p$  : monthly rainfall (mm),  $t$  : monthly mean temperature (°C); aridity period when  $I < 25$ .*

Mois	T° minimale	T° maximale	Moyenne	Précipitations (mm)	Jours de pluies
Juin	17.6	26.5	22.5	31.5	6
Juillet	22.7	30.4	26.5	18.3	4
Août	18.9	27.0	22.9	46.3	7
Septembre	17.3	25.6	21.4	12.3	4
Octobre	12.3	20.8	16.6	44.8	9
Novembre	9.9	16.0	12.9	146.0	6
Décembre	6.8	13.3	10.0	30.9	10
Janvier	5.5	13.8	9.6	0	0
Février	4.3	10.4	7.3	153.4	9 + 2 j de neige
Mars	7.2	15.8	11.4	4.3	2
Avril	8.6	18.5	13.5	30.7	7
Mai	11.9	21.1	16.5	26.2	3
Juin	16.8	26.0	21.4	11.9	4
Juillet 1982/ Mai 1983	11.9	19.9	15.9	544.7	

A) Mois	Indice de de Martonne	B) Mois	Indice de de Martonne
Janvier	56.7	Janvier 1983	0.0
Février	28.5	Février 1983	106.4
Mars	45.9	Mars 1983	2.4
Avril	46.4	Avril 1983	15.6
Mai	46.3	Mai 1983	11.8
Juin	21.7	Juin 1983	4.5
Juillet	8.8	(Juin 1982)	11.6
Août	15.2	Juillet 1982	6.0
Septembre	34.3	Août 1982	16.8
Octobre	26.1	Septembre 1982	4.7
Novembre	14.1	Octobre 1982	20.2
Décembre	118.7	Novembre 1982	76.5
		Décembre 1982	18.5



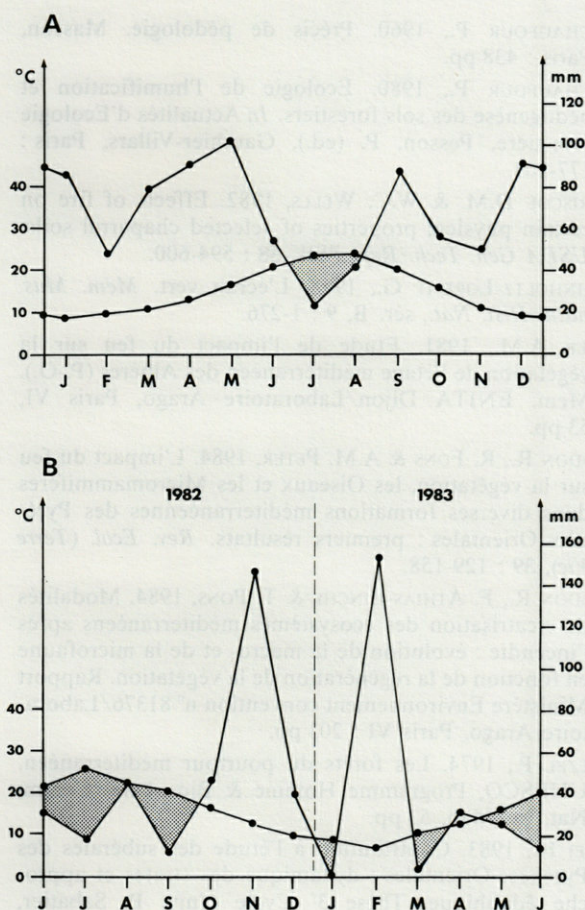


Fig. 4.-A, Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson, données du Centre d'Ecologie Méditerranéenne (Laboratoire Arago), moyennes sur 11 ans (1971-1981). Température annuelle moyenne : 13,9 °C, pluviométrie moyenne : 748 mm. B : *Id.*, pour la période étudiée, pluviométrie enregistrée à Valmy (Argelès-sur-Mer); température annuelle moyenne : 15,9 °C, pluviométrie : 544,7 mm.

A, Bagnouls & Gausson ombrothermic diagram, data from the Centre d'Ecologie Méditerranéenne (Laboratoire Arago), 11 years average data (1971-1981). Average annual temperature : 13.9 °C, annual rainfall : 748 mm. B, *Id.* for the studied period, rainfall data from Valmy (Argelès-sur-Mer). Mean annual temperature : 15.9 °C, annual rainfall : 544.7 mm.

un vent soufflant à plus de 200 km/h. Une chute de neige exceptionnellement abondante a aussi eu lieu les 12 et 16 février 1983. Ces deux événements climatiques ont provoqué, entre autres, de nombreuses chutes de branches.

L'ensemble du Roussillon est une région extrêmement venteuse. La tramontane, vent froid et desséchant de secteur N.N.W., souffle plus de 100 jours par an. C'est un vent extrêmement violent qui atteint couramment 90 km/h. Dans les zones exposées, il décape le sol de ses fractions légères (Athias-Binche, 1981b). La marinade, vent chaud et humide de secteur S.S.E., est moins fréquent.

La violence des précipitations en région méditerranéenne et la fréquence du vent dans les Albères contribuent à appauvrir très rapidement les sols, particulièrement lorsqu'ils sont dénudés après incendie.

## II. INTÉRÊT DE L'ÉTUDE DE LA FAUNE POUR L'ÉVALUATION DES POTENTIALITÉS DES SOLS

Le sol est un milieu vivant habité par une foule d'organismes. Les plus abondants sont microscopiques, il s'agit de la microflore avec les bactéries, les levures et les moisissures. Parmi les animaux, les plus importants sont les Vers de terre, les Microarthropodes (dont font partie les Acariens), les Macroarthropodes (avec les Myriapodes et les larves d'Insectes) et les Protistes, organismes microscopiques, mais très abondants.

L'ensemble de ces organismes contribuent à la minéralisation de la matière organique, l'étape la plus importante du cycle des éléments biogènes dans le sol. Ces processus libèrent des éléments assimilables par les végétaux et enrichissent la réserve organo-minérale du substrat (voir par ex. Duchaufour, 1960, 1980; Bachelier, 1978). Sommairement, la microflore a le premier rôle dans les transformations chimiques et la minéralisation; la faune a un rôle essentiellement mécanique de dilacération des débris végétaux et de brassage de la matière organique aux constituants minéraux du sol. L'ingestion et la digestion de la matière organique d'origine végétale (souvent en symbiose avec des microorganismes symbiontes) induisent aussi des transformations des molécules organiques. De fait, les différentes étapes de l'humification et de la minéralisation s'effectuent en étroite synergie microflore/faune comportant des boucles complexes de rétroactions négatives.

L'essentiel des éléments biogènes du sol (notamment N, P, K) provient des transformations d'origine biologique que subit la litière, qui est constituée par l'ensemble de la matière organique morte déposée au sol. Une moindre part des nutriments provient de nodules de légumineuses et du pluviolessivage. Outre son rôle de fertilisation des sols (analogues aux fumures dans les agrosystèmes), la litière constitue une couverture protégeant le sol de l'érosion et des fluctuations thermiques ou hydriques. Enfin, l'apport de débris organiques améliore la structure et l'aération des sols.

Les organismes du sol sont donc particulièrement dépendants de la litière qui constitue leur principale source d'énergie, qui est souvent leur biotope de prédilection, ou encore qui contribue à améliorer les conditions du milieu. Toute modification de leur abondance et toute perturbation de la structure de leurs peuplements traduisent des altérations de la



fertilité des sols. Ces réactions peuvent être très sensibles selon le groupe animal étudié, et peuvent révéler des phénomènes trop fins pour être détectés par des appareillages ou par des analyses pédologiques (Athias-Binche, 1981a). Ainsi par exemple, mesurer le poids de la litière au sol ne renseigne pas sur sa vitesse de décomposition : ce poids peut être faible si la litière est abondante, mais rapidement décomposée, mais il peut aussi être faible si la litière incidente est pauvre. La faune étant inféodée à l'activité biologique du substrat donnera alors une évaluation de l'activité biologique réelle du milieu.

## BIBLIOGRAPHIE

- ATHIAS-BINCHE F., 1981a. Contribution à la connaissance des Uropodides libres (Arachnides : Anactinotriches) de quelques écosystèmes forestiers européens. Thèse d'Etat, Paris VI : 308 pp.
- ATHIAS-BINCHE F., 1981b. Ecologie des Uropodides éda-phiques (Arachnides : Parasitifformes) de trois écosys-tèmes forestiers. 2. Stations d'étude, méthodes et tech-niques, facteurs du milieu. *Vie Milieu*, **31** (3/4) : 221-241.
- BACHELIER G., 1978. La faune du sol, son écologie et son action. ORSTOM, Paris : 391 pp.
- BECAT J., 1973. Les Albères. Mutations économiques d'une montagne méditerranéenne : montagne-providence du passé, montagne-paysage d'aujourd'hui. *Conflent*, Pra-des, **61** : 1-47.
- BRAUN-BLANQUET J., 1936. La forêt d'Yeuse languedo-cienne (*Quercion ilicis*). Monographie phytosociologi-que. *Mem. Soc. Et. Sci. nat. Nîmes*, **5** : 1-147.
- DAGET P., 1977. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, **34** (1) : 1-20.
- DUCHAUFOR P., 1960. Précis de pédologie. Masson, Paris : 438 pp.
- DUCHAUFOR P., 1980. Ecologie de l'humification et pédogenèse des sols forestiers. In *Actualités d'Ecologie forestière*, Pesson, P. (ed.), Gauthier-Villars, Paris : 177-203.
- DURISCOE D.M. & W.C. WELLS, 1982. Effects of fire on certain physical properties of selected chaparral soils. *USDA Gen. Tech. Rep. PSW*, **58** : 594-600.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G., 1958. L'écran vert. *Mém. Mus. natn. Hist. Nat.*, sér. B, **9** : 1-276.
- PETER A.M., 1981. Etude de l'impact du feu sur la végétation de l'étage méditerranéen des Albères (P.-O.). Mem. ENITA Dijon/Laboratoire Arago, Paris VI, 53 pp.
- PRODON R., R. FONS & A.M. PETER, 1984. L'impact du feu sur la végétation, les Oiseaux et les Micromammifères dans diverses formations méditerranéennes des Pyrénées-Orientales : premiers résultats. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **39** : 129-158.
- PRODON R., F. ATHIAS-BINCHE & T. PONS, 1984. Modalités de cicatrization des écosystèmes méditerranéens après l'incendie : évolution de la macro- et de la microfaune en fonction de la régénération de la végétation. Rapport Ministère Environnement convention n° 81376/Labora-toire Arago, Paris VI : 203 pp.
- QUEZEL P., 1974. Les forêts du pourtour méditerranéen. UNESCO, Programme Homme & Biosphère. Comm. Nat. Fr. Mab, 53 pp.
- SEBEI H., 1983. Contribution à l'étude des subéraies des Pyrénées-Orientales : dynamique des strates et appro-che édaphique. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle Univ. P. Sabatier, Toulouse : 224 p.
- TRABAUD L., 1980. Impact biologique et écologique du feu de végétation sur l'organisation, la structure et l'évo-lution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc. Thèse d'Etat, USTL Montpellier : 291 p.

Reçu le 16 juillet 1985; received July 16, 1985  
 Accepted le 10 novembre 1985; accepted November 10, 1985



# TAXONOMICAL SIGNIFICANCE OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC MORPHOLOGY OF THE EUPHYLLOPODS' RESTING EGGS FROM MOROCCO

## Part I. Anostraca

Graziella MURA<sup>(1)</sup> and Alain THIERY<sup>(2)</sup>

(1) Department of Animal and Human Biology, University of Rome, Italy

(2) Laboratoire d'Hydrobiologie, Faculté des Sciences, B.P. S-15, Marrakech, Maroc

ANOSTRACA  
MAROC  
OEUF DE DURÉE  
MORPHOLOGIE  
MICROSCOPIE À BALAYAGE

**RÉSUMÉ.** — L'étude en microscopie à balayage de la morphologie externe des œufs de durée de 10 Anostracés du Maroc montre l'importance taxonomique de leur ornementation en tant que caractère d'identification au niveau spécifique. Cette spécificité de l'ornementation de l'enveloppe tertiaire des œufs permet alors de confirmer la présence d'une espèce dans un biotope aquatique temporaire, même en l'absence des adultes ou lorsque l'habitat est à sec.

ANOSTRACA  
MOROCCO  
RESTING EGGS  
SCANNING ELECTRON MICROSCOPE  
MORPHOLOGY

**ABSTRACT.** — Morphology of resting eggs of Anostraca from Morocco is examined and compared among different species. Its taxonomical importance is stressed, indeed the eggs provide an important tool for species identification even in the absence of adults or when the adult habitat is dried out.

## INTRODUCTION

So far 18 species of Euphyllopoda have been reported in Morocco (Thiery and Brtek, 1985; Thiery, 1984, 1986 a, b); they occur at various altitudes a.s.l. and colonise very different kinds of temporary ponds.

As already noted by Thiery (1986 b), in this country very frequently more than one species is present in the same "daya" (arab term assigned for temporary ponds of North Africa), either coexisting or having different life cycles. Nevertheless, depending on various reasons such as the way of collecting samples, the frequency of sampling, the relative populations density and so on, on many occasions

the number of species detected is not realistic. This led to a misunderstanding of the distribution and the ecology of the species.

This suggested the idea of studying the SEM morphology of the resting eggs of the Moroccan species of Euphyllopoda in order to ascertain if their surface pattern could be a good taxonomic tool, and consequently to find a way to detect a species in a given pond, even when the adults were absent at the moment of sampling, or in the absence of water.

In the present study the surface pattern of the resting eggs of all the Moroccan species of Anostraca has been examined by Scanning electron microscopy on the whole and in detail in order to stress any possible difference.



## MATERIALS AND METHODS

The species have been determined in reference to Daday (1910); Linder (1941); Flossner (1972) and Cottarelli and Mura (1983). Three of them are new species and were described by one of the authors: Thiery and Brtek (1985); Thiery (1984, 1986a). All of ten species were confirmed by R.N. Dr. Ján Brtek (Múzeum V. Bojniciach, Tchechoslovaquia).

Egg stocks used in our study were removed from the brood pouches of adult females of the following 10 species:

- Artemia salina* (L., 1758) (Artemiidae)
- Branchinecta ferox* (M. Edw., 1840) (Branchinectidae)
- Branchipus schäfferi* Fisch., 1834
- Tanymastigites jbbiletica* Thiery & Brtek, 1985 (Branchipodidae)
- Tanymastigites brteki* Thiery, 1985
- Tanymastix affinis* Daday, 1910
- Linderiella africana* Thiery, 1986 (Linderiellidae)
- Chirocephalus diaphanus* Prévost, 1903 (Chirocephalidae)
- Streptocephalus torvicornis* (Waga, 1842) var. *bucheti* Daday, 1910 (Streptocephalidae)
- Branchinella spinosa* (M. Edw., 1840) (Thamnocephalidae)

Eggs were taken directly from the ovisac of female specimens collected from temporary ponds (natural populations). Those Anostraca were quickly preserved in formaldehyde 10% to prevent pollution, and the samples were prepared according the standard technique already cited in Mura *et al.* (1978) and Mura (1985).

In lots of 50 cysts coming from females of different classes of length, which is usually a good determinant of age, it appears that for each species the mean diameter does not vary significantly in any female ( $P < 0.05$ ).

We state also that resting eggs coming from dehydrated mud have the same morphology (surface pattern and diameter) as freshly laid eggs.

For example we compare the mean diameter of eggs coming from a brood pouch of an adult female (29.9 mm length) of *Tanymastigites jbbiletica* and eggs recolted from desiccated mud: the difference of mean diameter between those two sorts of eggs is not significative (test  $t = 0.272$ ,  $v = 58$ ,  $P < 0.01$ ). Same results are available for other species: *B. ferox*, *T. brteki*, *B. schäfferi*... so that we could consider that clean eggs taken in brood pouches of females are alike to the dirty cysts founded in desiccated mud of dayas. This conclusion agrees with Gilchrist (1978) who noted no difference between desiccated and hydrated eggs in *Artemia salina*.

## RESULTS

On the basis of our observations the resting eggs of Moroccan fairy shrimps, according to their morphological pattern, can be placed in two main groups: lenticular and spherical (or nearly spherical) shaped. This is also in good agreement with observations for Spanish (Alonso & Alcaraz, 1984) and Italian species (Mura *et al.*, 1978; Mura, 1985).

As already noted for species from other countries, spherical or nearly spherical eggs are typical of the majority of the Anostracans, but they show very marked differences in diameter and shell texture from species to species (see plates I-IV).

Lenticular shape is typical of the eggs of *Tanymastix affinis* (Plate IA), while the remaining species are characterized by spherical shape. This big group includes globe-shaped cysts with a smooth surface (i.e., *Artemia salina*, plate IB) and a series of variously ornamented surface patterns due to the presence of more or less developed ridges converging in a number of points (Table I).

Table I. — Egg shell morphology of the Anostraca from Morocco.

Lenticular shaped	_____ <i>T. affinis</i>	
	Globe shaped	smooth surface _____ <i>A. salina</i>
ornamented surface		ribs _____ <i>B. spinosa</i>
	(big polygons)	regular polygonal pattern _____ <i>T. brteki</i>
	higher ribs _____	(hairs)
	(more, smaller polygons)	irregular polygonal pattern _____ <i>B. ferox</i>
		wrinkly look
	more developed ribs	folded look _____ <i>S. torvicornis</i>
	highly developed ribs	multifolded look _____ <i>T. jbbiletica</i>
	ridges	cristate look _____ <i>Ch. diaphanus</i>
	spines	spiny look _____ <i>L. africana</i>
	very unevenly edged surface	angulated look _____ <i>B. schaefferi</i>



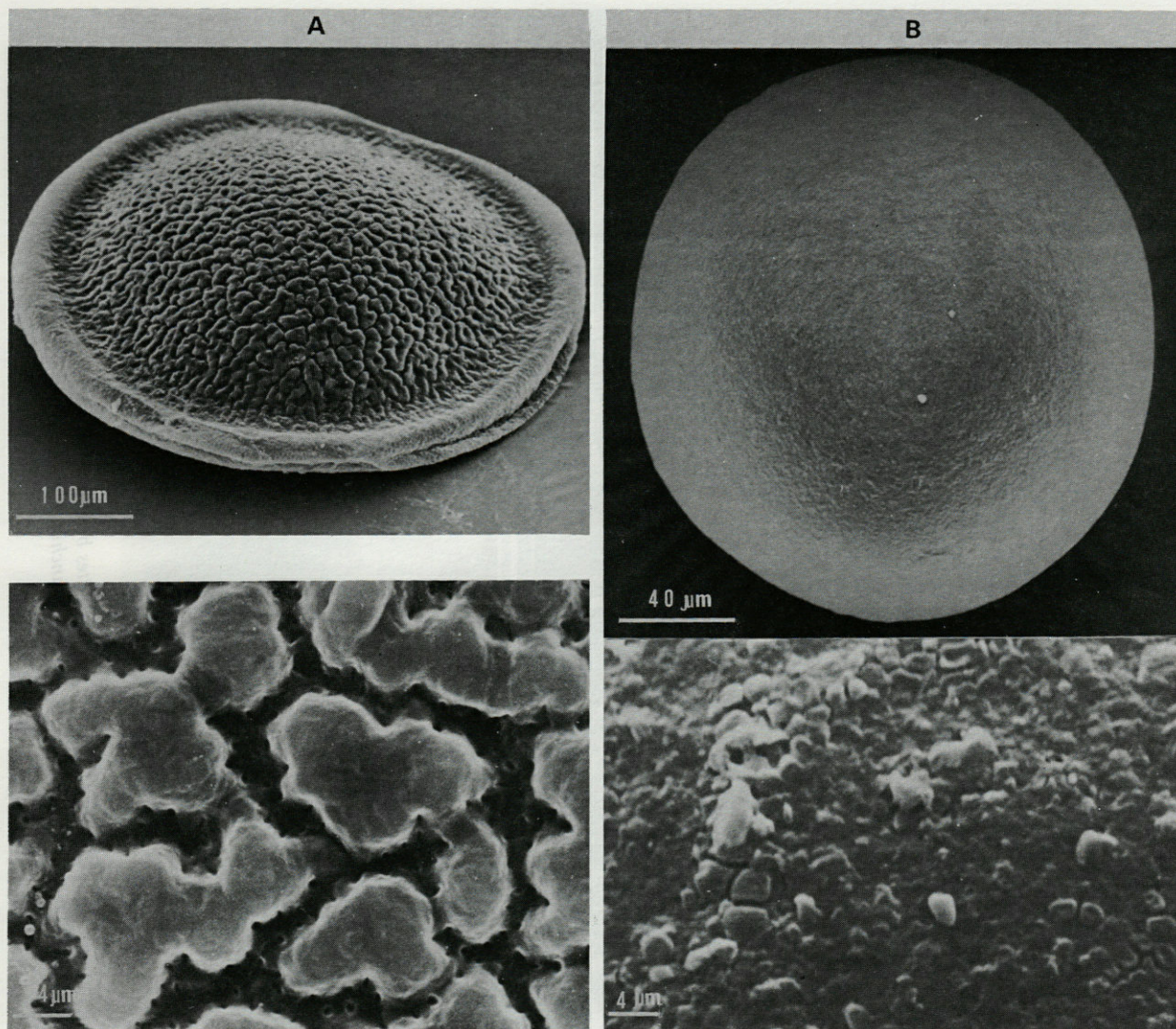


Plate I. — A, above, cyst of *Tanymastix affinis*; below, detail enlarged. B, above, cyst of *Artemia salina*; below, detail enlarged.

In the case of *Branchinella spinosa* cysts (Plate IIA), the ridges are only slightly emerging, so that they look rather like “ribs”, and the egg on the whole has a polyhedral appearance.

*Tanymastigites brteki* and *Branchinecta ferox* have eggs provided with more developed ribs: in the former (Plate IIB) they delineate a number of regular polygonal cells, while in the latter (Plate IIC) the polygonal cells are somewhat irregularly shaped; moreover, in *T. brteki* from the ridges originates a series of long, thin hairs (see detail picture in Plate IIB).

Compared with those of *B. spinosa*, the cysts of these two species look similar to some extent, but the surface pattern of the former is characterized by a few regular polygons, whilst *T. brteki* and *B. ferox* show a great number of smaller polygons and have

a wrinkled appearance. Nevertheless though the surface ornamentation of *B. spinosa* and *B. ferox* were very much alike, their mean diameter set them very clearly apart: in the first case the diameter is  $0.223 \pm 0.006$  mm (to 1% threshold) while it is  $0.438 \pm 0.006$  mm (to 1%) in the second. In *Streptocephalus torvicornis bucheti* (Plate IIIA) the ridges are more raised and give to the surface of the egg a “folded” look; the polygonal cells they delineate are irregularly shaped.

The same look is typical also of the cysts of *Tanymastigites jbiletica* (Plate III B), but in this case ridges are still more developed and more frequent so that the surface looks “manifold”.

The height of the ridges is very much pronounced in *Chirocephalus diaphanus* (Plate IIIC), whose surface pattern is quite elaborate; the polygonal cells,



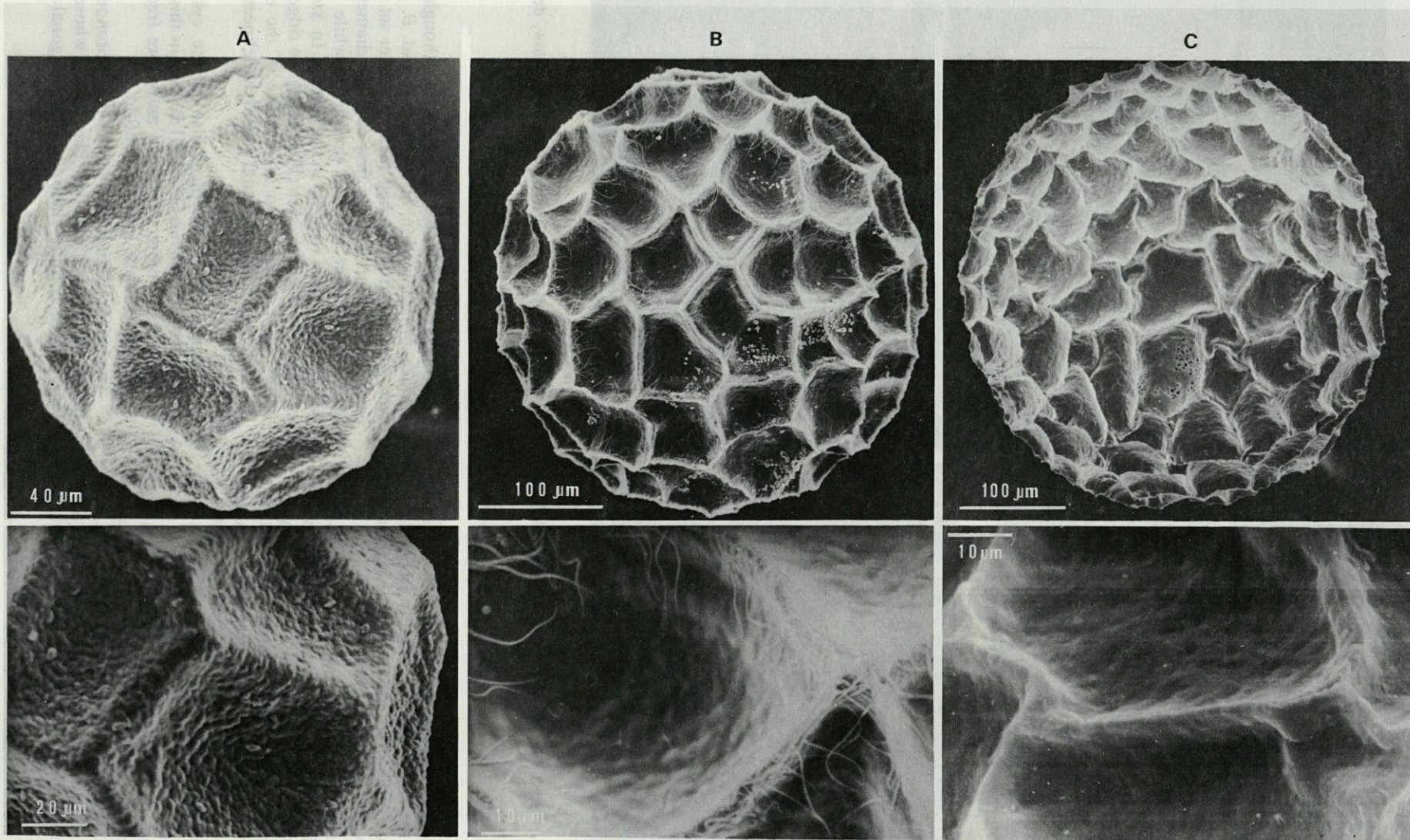


Plate II. — A, above, cyst of *Branchinella spinosa*; below, detail enlarged. B, above, cyst of *Tanymastigites brteki*; below, detail enlarged clearly indicating the presence of long and thin hairs on each side of the polygonal cells. C, above, cyst of *Branchinecta ferox*; below, detail enlarged.



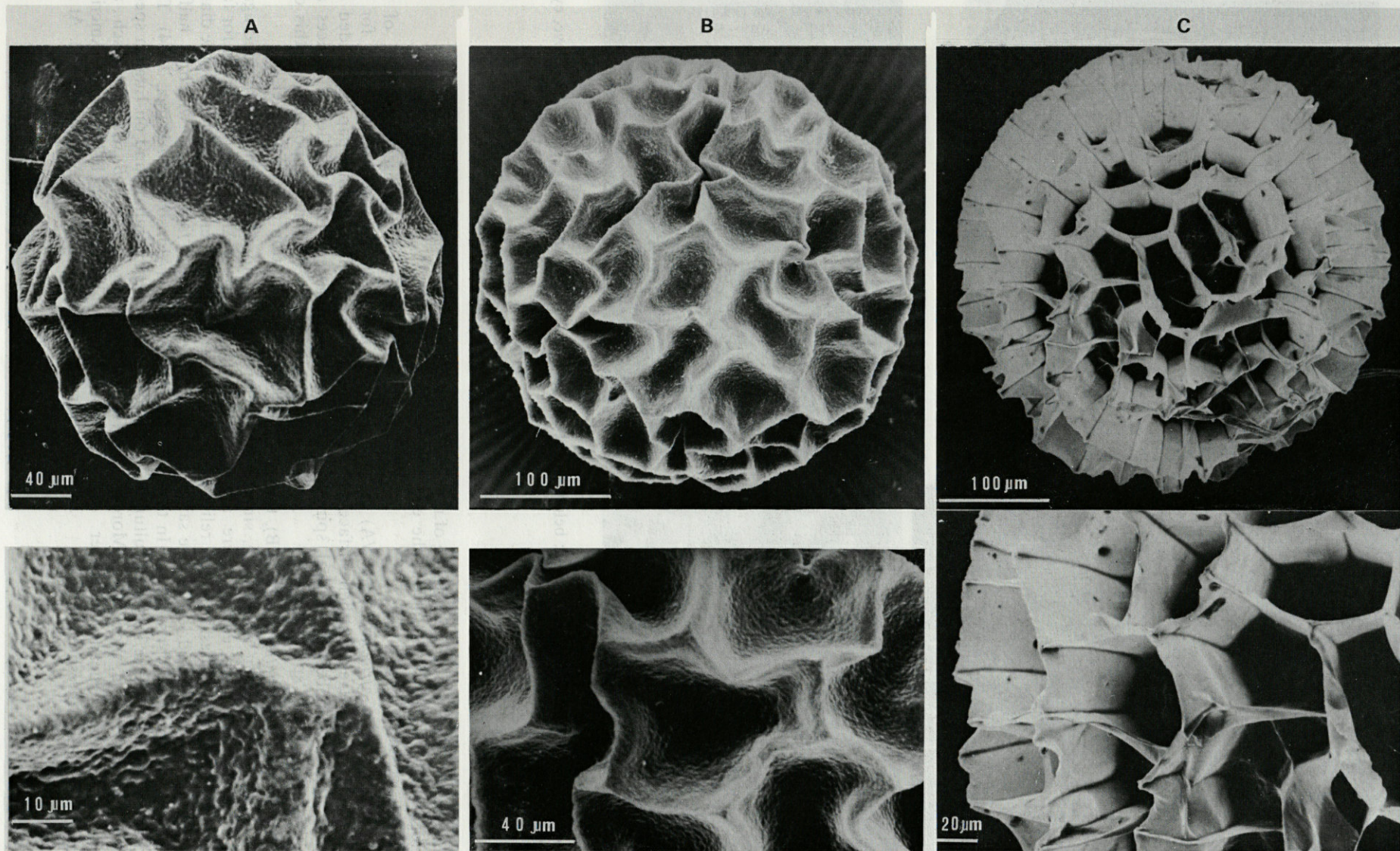


Plate III. — A, above, cyst of *Streptocephalus torvicornis*; below, detail enlarged. B, above, cyst of *Tonymastigites jbiletica*; below, detail enlarged. C, above, cyst of *Chirocephalus diaphanus*; below, detail enlarged showing the characteristic ridges.



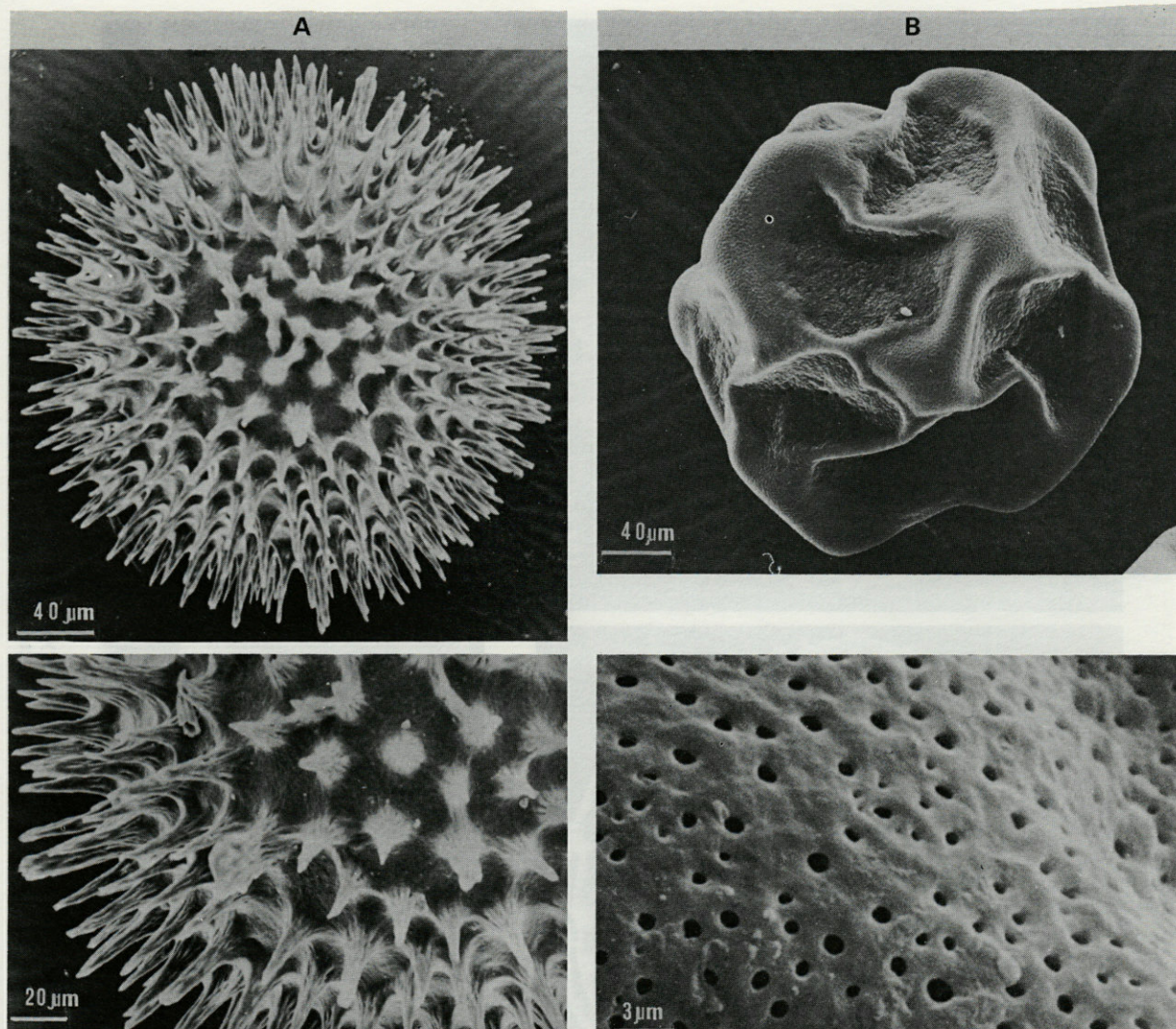


Plate IV. — A, above, cyst of *Linderiella africana*; below, detail enlarged showing the emerging "spinae". B, above, cyst of *Branchipus schaefferi*; below, detail enlarged.

more or less regular, delimited by the crossing of the emerging ridges, have raised sides so that the egg looks somewhat "cristated".

The cysts of *Linderiella africana* (Plate IVA) do not show any converging ridges but their surface is provided with a great number of conical spines which give them a peculiar "spiny" look.

Finally, in *Branchipus schaefferi* (Plate IVB), the eggs have a completely different appearance, since their surface is very unevenly edged; there are neither ribs nor ridges, but depressions and reliefs alternating giving it an "angulated look". The same results have been shown by Gilchrist (1978). In this study, the diameter of eggs (age or length of cultured females unknown) is 0.25 mm, therefore in Moroccan populations the mean diameter is  $0.253 \text{ mm} \pm 0.007$  (to 1% threshold).

## DISCUSSION

Scanning electron microscope studies of the external morphology of the resting eggs for the Anostracans examined in this paper provided evidence for consistent interspecific differences and confirmed the taxonomical importance of this character in identification at species level.

Our data for Morocco are mainly in good agreement with Alonso & Alcaraz's observations for fairy shrimps from Iberia peninsula (except for the diameter of *Branchinecta ferox*'s eggs which is half of Moroccan eggs) (Alonso and Alcaraz, 1984). They also agree with the results found on English species (*Branchipus stagnalis* L. (= *B. schaefferi* Fisch., and *Artemia salina*) by Gilchrist (1978) and on American stump of *Artemia salina* by Mazzini (1978). At last



they agree with data available for Italian species (Mura *et al.*, 1978; Mura, 1985). We can therefore infer that as far as Moroccan species are concerned, it is possible to detect the presence of a given species even in the absence of adult specimens or of water in the ponds. It would be now interesting to investigate also, the species of other Euphyllipods (Notostraca and Conchostraca) occurring in Morocco to know if it is possible to extend to their eggs the validity of the above considered character.

**ACKNOWLEDGEMENTS.** The authors are indebted to the Centro di Studio per la Geologia dell'Italia Centrale (C.N.R.) for the use of the scanning electron microscope, and particularly to Alfredo Mancini for his kind help in the preparation and observation of the specimens.

## REFERENCES

- ALONSO M. & M. ALCARAZ, 1984. Huevos resistentes de Crustaceos Eufilopodos no Cladoceros de la peninsula Iberica : observacion de la morfologia externa mediante tecnicas de microscopia electronica de barrido. *Oecologia aquatica*, **7** : 73-78.
- COTTARELLI V. & G. MURA, 1983. Anostraci, Notostraci, Concostraci (Crustacea : Anostraca, Notostraca, Conchostraca) in Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. *Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/194*. **18** : 1-73.
- DADAY DE DEES E., 1910. Monographie systématique des Phyllopedes Anostracés. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, Série 9, **9** : 91-489.
- FLOSSNER D., 1972. *Krebstiere, Crustacea, Kiemen-und Blattfusser, Branchiopoda Fischlause, Branchiura. Tierwelt Deutschlands*, Veb Gustav Fischer Verlag Jena Ed., **60** : 1-501.
- GILCHRIST B., 1978. Scanning electron microscope studies of the egg shell in some Anostraca (Crustacea, Branchiopoda). *Cell. Tiss. Res.*, **193** : 337-351.
- LINDER F. 1941. Contributions to the morphology and the taxonomy of the Branchiopoda Anostraca. *Zool. Bidr. Uppsala*, **20** : 101-302.
- MAZZINI M. 1978. — Scanning electron microscope morphology and amino-acid analysis of the egg-shell of encysted Brine shrimp *Artemia salina* Leach (Crustacea, Anostraca). *Monitore Zool. Ital. (N.S.)*, **12** : 243-252.
- MURA G., F. ACCORDI & M. RAMPINI, 1978. Studies on the resting eggs of some freshwater fairy shrimps of the genus *Chirocephalus* : biometry and scanning electron microscopic morphology (Branchiopoda, Anostraca). *Crustaceana*, **35** (2) : 190-194.
- MURA, 1985. SEM morphological survey on the egg shell in the Italian species of Anostracans. *Hydrobiologia* (in press).
- THIERY A. & J. BRTEK, 1985. *Tanymastigites jbiletica* n.sp. from Morocco. (Anostraca, Branchiopodidae). *Annot. zool. bot. Bratislava*, **164** : 1-4.
- THIERY A. Un nouveau Branchiopode Anostracé des eaux stagnantes temporaires du Maroc : *Tanymastigites brteki* n.sp. *Frag. Entomol.* (in press).
- THIERY A., 1986 a. *Linderiella africana* n.sp., premier représentant des Linderiellidae (Crustacea, Anostraca) en Afrique du Nord (Maroc) *Crustaceana*, **51** (1) in press.
- THIERY A., 1986b. Les Crustacés Branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca du Maroc occidental : I inventaire et répartition. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **122**, (in press).

Reçu le 4 mars 1985; received March 4, 1985

Accepté le 20 novembre 1985; accepted November 11, 1985







# THE LITTORAL ASCIDIANS OF THE SPANISH MEDITERRANEAN

## I. From Port Bou to the Islas Medas

F. LAFARGUE<sup>(1)</sup>, A.A. RAMOS<sup>(2)</sup>, X. TURON<sup>(3)</sup>,  
B. BANAIGS<sup>(4)</sup> and M. WAHL<sup>(5)</sup>

(1) Laboratoire Arago, F-66650 Banyuls/Mer, France

(2) Instituto Marítimo-Pesquero del Mediterraneo, 03001 Alicante, Spain

(3) Dept. Zoologia (Vertebrats), Fac. Biologia, Univ. de Barcelona, Avda Diagonal, 645, 08071 Barcelona, Spain

(4) Laboratoire de Chimie des substances naturelles marines, Université de Perpignan, F-66000 Perpignan

(5) Abt. Mar. Okol. Syst., Universität Kiel, D-23000 Kiel, FRG and Laboratoire Arago, F-66650 Banyuls/Mer, France

ASCIDIÉS  
BIOGÉOGRAPHIE  
BIONOMIE FAUNISTIQUE  
CÔTE NORD-EST  
ESPAGNE

**RÉSUMÉ.** — Au cours de 140 plongées effectuées en juillet 1985 dans les fonds rocheux infra et circalittoraux de la côte Nord-Est espagnole (de Port Bou aux Iles Médès), 58 espèces d'ascidies ont été récoltées (Urochordés). La liste de ces espèces est complétée par des informations d'ordre biologique, bionomique et biogéographique.

ASCIDIACEA  
BIOGEOGRAPHY  
FAUNISTIC BIONOMY  
NE-SPANISH COAST

**ABSTRACT.** — An inventory of the rocky infra- and circalittoral zone between Port Bou and the Islas Medas (NE-Spanish coast), based on 140 SCUBA dives in July 1985, led to the listing of 58 ascidian species for this region. In this article we present some data on the biological distribution of the species and biological observations.

### INTRODUCTION

A few studies on the ascidian fauna of the Spanish coast have so far been published : Maluquer (1916), Rubio (1971), Camp and Ros (1980), Cornet and Ramos (1980), Ramos (1984) and Turon (in press). Due to the works of Lahille (1887), Brement (1912, 1913), Harant (1930), C. Monniot and F. Monniot (1972), F. Monniot (1961), C. Monniot (1962), Laubier (1966), Fiala-Medioni (1974) and Lafargue (1977), the French catalan coast is somewhat better known in this respect.

Between July 2 and 7, 1985, a Franco-Spanish ascidiological campaign aboard the R/V « Professeur Georges Petit » was carried through, the objective being a chemical and faunistic investigation into the littoral ascidians of the rocky spanish-catalan coast. Only the faunistic part will be presented here.

### MATERIAL AND METHODS

Investigation and collection were done exclusively by SCUBA diving. The position of the 15 sampling stations is shown in Figure 1. Each diving site was subdivided into the different biocoenoses observed (Pérès and Picard, 1964; Boudouresque, 1971) : biocoenosis of the exposed infralittoral hard bottom (EI), photophilous biocoenosis of the sheltered infralittoral hard bottom (PSI), sciaphilous biocoenosis of the sheltered infralittoral hard bottom (SSI), « coralligène » (CG), infralittoral boulders (IB), semi-obscure caves and overhangs (SC). In these biocoenoses only ascidians were collected. The sampling was mostly done qualitatively. Individuals and colonies were taken with their substratum whenever possible. Depth, orientation and inclination of rock walls, type of substratum, associated species, type of biocoenosis and habitat were noted.



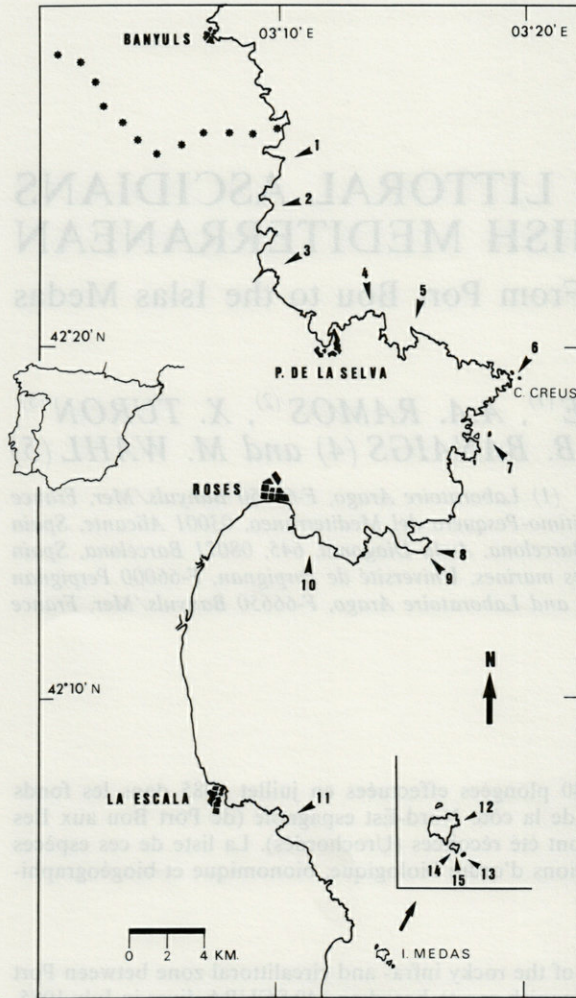


Fig. 1. — Map of the Spanish Catalan coast with the position of the stations.

On board, the specimens were left in running sea-water until the zooids were completely extended (1-2 h). After a « soft » menthol anaesthesia of 1-2 hours, the process was completed by cooling the specimens in a deep freezer. When a thin layer of ice had formed on the water surface, formalin (7%, buffered) was added. The material was then grouped according to its origin (biocoenosis, station). After identification in the Laboratoire Arago (F-66650 Banyuls/mer), a collection was deposited there.

## RESULTS

A total of 1404 specimens belonging to 58 species of ascidians has been catalogued. We used the

classification system of Berrill (1950) and Monniot and Monniot (1972), Lafargue and Wahl (in press).

In Table I are listed the 15 collection sites with their geographical references. During the campaign temperature and Secchi-depth were registered regularly: surface temperature was uniformly 21.5 °C, with the exception of sites 4 and 5 (north of Cape Creus) where it fell to 18 °C. The thermocline lays between 15 m and 20 m of depth. Below, temperature gradually decreased from 15 °C (thermocline) to 13 °C (40 m). Secchi-depth ranged between 17 m and 24 m.

A list of the species with their respective collection sites is given in Table II.

Table III illustrates the distribution of species along two distinct parameters, the different biocoenoses on the one hand, geographical position (north of Cap Creus, Cap Creus, south of Cap Creus) on the other hand.

### 1. Biocoenoses

Within the six community types, two seem to be quite similar: the « coralligène » (CG) and the sciaiphilous biocoenosis of sheltered infralittoral hard bottom (SSI). The number of species increases with depth to reach its maximum in the SSI. Below this biocoenosis a gradual decrease can be observed. Ascidian diversity was poorest in semi-obscure caves (SC) and below overhangs.

### 2. Biogeography

The projection of the Cap Creus marks a sometimes quantitative, sometimes qualitative change in some ascidian groups. Some Polycitoridae species are less abundant or totally absent north of the cape. On the contrary, other ascidian species (*Trididemnum cereum*, *Didemnum maculosum*, *Didemnum commune*, *Polysyncraton bilobatum*, *Polycarpa gracilis*) are rarer in the southern part of the area. Finally, still other species (*Didemnum pseudo-fulgens*) seem to reach maximum abundance at the cape itself: here the Didemnid family is relatively more frequent than at the other sites. In spite of a smaller number of samples (5 as compared to 13 in the north and 22 in the south) they show their highest diversity here. It should be mentioned that the local substratum (pebbles) probably favors colonisation by didemnids.

For the colonial species their stage within the reproductive cycle was determined. The results are shown in Table IV. At station 12 we have found a peculiar type of *Cystodytes dellechiaiei* (among 'normal ones'). It differs from all other specimens of this species by its color (greenish rather than dark violet), the size of its zooids, which are clearly smaller, and its advanced stage of maturity (gonads already in involution, presence of larvae). A last observation



Table I. — List of the sampling sites with geographical, physical and ecological data.

Station	Depth (m)	Slope	Orientation	Biocoenosis (Community)
1	: Punta Gatillepsis		: 42°25, 4'N / 03°10, 3'E	: 07/07/85
1-1	13-17	sloped	NE	SSI ( <i>Halimeda</i> , <i>Codium</i> )
1-2	10-13	sloped	NE	PSI ( <i>Halopteris scoparia</i> )
1-3	5-8	sloped	NE	EI ( <i>Balanus perforatus</i> )
1-4	14	roof		SC (Sponges, Bryozoans)
2	: Cap Lladro		: 42°24, 1'N / 03°10, 0'E	: 07/07/85
2-1	30-35			CG
3	: Islot del Castellar		: 42°22, 5'N / 03°09, 8'E	: 07/07/85
3-1	14	overhang	E	CG (Bryozoans)
3-2	9-14	vertical	W	SSI ( <i>Udotea</i> , <i>Peyssonnelia</i> )
3-3	6-9	vertical	E	PSI ( <i>Padina</i> )
4	: Punta Blanca		: 42°21, 2'N / 03°13, 6'E	: 02/07/85
4-1	35-40	subhorizontal	N	CG ( <i>Eunicella</i> , <i>Axinella</i> )
4-2	22-35	vertical	N	CG ( <i>Eunicella stricta</i> )
5	: Punta dels Farallons		: 42°20, 4'N / 03°15, 4'E	: 03/07/85
5-1	18-21	vertical	S	CG ( <i>Paramuricea</i> , <i>Eunicella</i> )
5-2	9-15	vertical	N	SSI ( <i>Codium</i> , <i>Alcyonium acaule</i> )
5-3	4-9	vertical	N	EI ( <i>Balanus perforatus</i> )
6	: Isla Encalladora		: 42°19, 3'N / 03°19, 1'E	: 03/07/85
6-1	18	horizontal		SSI ( <i>Codium</i> )
6-2	10-18			IB
6-3	13	overhang	E	SC (Sponges)
6-4	8-12			IB
6-5	0-8	vertical	E	EI
7	: Isla Massina		: 42°16, 6'N / 03°18, 5'E	: 04/07/85
7-1	21-28	subhorizontal	W	CG ( <i>Axinella</i> , <i>Euspongia</i> )
7-2	19-22	subhorizontal	W	SSI ( <i>Codium</i> , <i>Peyssonnelia</i> )
7-3	5-7	crevices	E	CG
8	: Carall Bernat		: 42°14, 2'N / 03°15, 7'E	: 04/07/85
8-1	25	vertical	NE	CG
9	: Punta de la Creu		: 42°14, 2'N / 03°15, 5'E	: 04/07/85
9-1	20-22	overhang	S	SC ( <i>Leptosammia</i> , Sponges)
9-2	16-19	vertical	W	SSI ( <i>Peyssonnelia</i> )
9-3	10-15	vertical	S	PSI ( <i>Padina</i> )
10	: Los Branchs Canyelles		: 42°14, 4'N / 03°11, 2'E	: 05/07/85
10-1	16	vertical	N	SSI ( <i>Codium</i> )
10-2	15			IB
10-3	8-15	vertical	S	PSI ( <i>Halopteris scoparia</i> , <i>Padina</i> )
11	: Punta Trenc Brassos		: 42°06, 7'N / 03°10, 6'E	: 05/07/85
11-1	22-26	horizontal		CG (encrusting Corallinaceae)
11-2	20-22	horizontal		SSI ( <i>Codium</i> )
12	: Punta de la Vaca		: 42°02, 9'N / 03°13, 4'E	: 06/07/85
12-1	23-26	vertical	E	CG ( <i>Paramuricea clavata</i> )
12-2	18-23	vertical	E	SSI ( <i>Alcyonium acaule</i> )
12-3	26			IB
13	: Sur dels Tascons		: 42°02, 3'N / 03°13, 4'E	: 06/07/85
13-1	38			CG
14	: Punta de la Llosa		: 42°02, 5'N / 03°13, 2'E	: 06/07/85
14-1	5			IB
14-2	1-5	overhang	W	SSI ( <i>Udotea</i> , <i>Peyssonnelia</i> )
14-3	0-1	vertical	W	EI ( <i>Asparagopsis armata</i> )
15	: Cova del Dofi		: 42°02, 7'N / 03°13, 5'E	: 06/07/85
15-1	16	vertical	S	SSI ( <i>Codium</i> )
15-2	13	vertical	S	PSI ( <i>Halopteris scoparia</i> )
15-3	10	roof and wall		SC ( <i>Leptosammia</i> , Sponges)



Table II. — List of the 58 species and of the localities where they have been found.

ORDER ENTEROGONA Perrier, 1898

SUBORDER APLOUSOBRANCHIATA Lahille, 1890

FAMILY POLYCITORIDAE Michaelsen, 1904

1. *Clavelina lepadiformis* (O.F. Muller, 1773) : 2-1, 3-2, 5-2, 5-3, 9-3, 15-1
2. *Clavelina nana* Lahille, 1890 : 1-1, 3-2, 5-2, 5-3, 12-2, 13-1, 15-1, 15-2
3. *Eudistoma planum* Pérès, 1948 : 14-1
4. *Eudistoma plumbeum* (Della Valle, 1877) : 10-1
5. *Polycitor cristallinus* (Renier, 1804) : 13-1
6. *Distaplia rosea* Della Valle, 1881 : 7-1, 10-3
7. *Cystodytes dellechiajei* (Della Valle, 1877) : 6-2, 6-5, 7-1, 7-2, 9-1, 9-2, 9-3, 10-1, 10-3, 11-1, 12-1, 12-2, 13-1, 15-1, 15-3

FAMILY DIDEMNIDAE Verrill, 1871

8. *Lissoclinum perforatum* (Giard, 1871) : 1-1; 1-2, 1-3, 3-2, 3-3, 4-2, 6-2, 6-4, 7-1, 9-2, 14-2
9. *Diplosoma listerianum* (Milne Edwards, 1841) : 5-3, 9-3
10. *Diplosoma spongiforme* (Giard, 1872) : 1-1, 3-2, 5-1, 5-3, 6-2, 6-3, 6-4, 7-2, 9-2, 9-3, 10-1, 10-3, 12-2, 15-1, 15-2, 15-3
11. *Polysyncraton haranti* Lafargue, 1975 : 2-1
12. *Polysyncraton canetense* Brément, 1913 : 3-2, 4-1, 5-2, 6-4, 10-1, 12-3, 14-1
13. *Polysyncraton lacazei* (Giard, 1872) : 1-1, 1-2, 2-1, 3-3, 5-2, 6-2, 6-4, 6-5, 14-1, 14-2
14. *Polysyncraton bilobatum* Lafargue, 1968 : 1-1, 1-3, 3-2, 3-3, 5-1, 5-2, 5-3, 6-4, 7-2, 9-2, 9-3, 10-1, 10-3, 11-1, 12-2, 14-1, 15-2
15. *Didemnum fulgens* (Milne Edwards, 1841) : 3-2, 4-1, 5-1, 5-2, 6-2, 6-3, 6-4, 7-1, 7-2, 9-3, 11-1
16. *Didemnum drachi* Lafargue, 1975 : 2-1, 4-1, 6-2, 6-4, 7-1, 9-3
17. *Didemnum pseudofulgens* Medioni, 1970 : 6-1, 6-2, 6-4
18. *Didemnum commune* (Della Valle, 1877) : 1-1, 3-2, 4-2, 5-1, 5-2, 6-2, 10-1, 10-3
19. *Didemnum granulatum* (Von Drasche, 1883) : 10-2
20. *Didemnum coccineum* (Von Drasche, 1883) : 1-1, 5-2, 6-4, 7-1, 9-2, 10-3, 13-1
21. *Didemnum amourouxi* Lafargue, 1976 : 6-4
22. *Didemnum coriaceum* (Von Drasche, 1883) : 1-1, 1-2, 1-3, 2-1, 3-2, 3-3, 5-2, 6-2, 6-4, 6-5, 7-1, 9-2, 9-3, 10-1, 11-1, 12-2, 12-3, 14-2, 15-2
23. *Didemnum lahillei* Hartmeyer, 1909 : 6-2, 6-4, 7-1, 10-1
24. *Didemnum maculosum* (Milne Edwards, 1841) : 1-1; 1-2, 3-2, 3-3, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-4, 7-1, 7-2, 10-1, 12-2, 14-2
25. *Trididemnum cereum* (Giard, 1872) : 1-1, 1-2, 11-1
26. *Trididemnum inarmatum* (Von Drasche, 1883) : 6-2, 6-3, 6-4, 10-2

FAMILY POLYCLINIDAE Verrill, 1871

27. *Aplidium coeruleum* Lahille, 1890 : 1-1, 2-1, 3-3, 9-2, 10-1
28. *Aplidium fuscum* (Von Drasche, 1883) : 5-1, 7-1, 12-1, 12-2
29. *Pseudodistoma crucigaster* Gaill, 1972 : 14-2
30. *Sydnium elegans* (Giard, 1872) : 2-1, 4-1, 5-1, 6-1, 6-5, 7-4, 10-1
31. *Synoicum argus* (Milne Edwards, 1841) : 3-3
32. *Aplidium densum* (Giard, 1872) : 3-1, 3-2, 3-3, 5-1, 5-2, 5-3, 6-1, 6-2, 7-2, 9-2, 9-3, 11-1, 15-3

SUBORDER PHLEBOBRANCHIATA Lahille 1890

FAMILY CIONIDAE Lahille, 1887

33. *Ciona edwardsi* (Roule, 1886) : 2-1, 3-2, 7-3
34. *Diazona violacea* Savigny, 1816 : 7-1, 8-1
35. *Rhopalea neapolitana* (Phillipi, 1843) : 7-1

FAMILY ASCIDIIDAE Herdman, 1880

36. *Ascidia mentula* Müller, 1776 : 1-2, 7-1, 9-3, 12-2, 12-2
37. *Ascidia muricata* Heller, 1874 : 7-1
38. *Ascidia virginea* Müller, 1776 : 6-4
39. *Ascidiella scabra* (Müller, 1776) : 3-3, 6-5, 12-2
40. *Phallusia fumigata* Grube, 1864 : 2-1, 3-2, 3-3, 5-2, 6-2, 6-4, 6-5, 7-2, 12-2, 15-1
41. *Phallusia ingeria* Traustedt, 1883 : 5-2
42. *Phallusia mammillata* (Cuvier, 1815) : 2-1

FAMILY PEROPHORIDAE Giard, 1872

43. *Ecteinascidia herdmani* (Lahille, 1870) : 4-2, 5-3
44. *Perophora viridis* Verrill, 1871 : 5-3, 9-3, 10-1, 12-1, 15-1

ORDER PLEUROGONA Perrier, 1898

SUBORDER STOLIDOBRANCHIATA Lahille, 1890

FAMILY STYELIDAE Slniter, 1895

45. *Botrylloides leachi* (Savigny, 1816) : 4-2, 6-4, 10-1, 12-1
46. *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1766) : 1-2, 5-2, 10-1, 12-1
47. *Distomus variolosus* Gaertner, 1774 : 1-1, 1-2, 1-4, 3-2, 3-3, 5-1, 5-2, 6-1, 7-1, 9-1, 9-2, 11-1, 11-2, 12-1, 12-2, 15-2
48. *Polycarpa gracilis* Heller, 1877 : 1-1, 1-2, 3-2, 5-2
49. *Polycarpa pomaria* (Savigny, 1816) : 3-1, 5-2, 15-3
50. *Styela parvita* (Stimpson, 1852) : 3-2, 5-1, 5-2, 11-2, 12-2

FAMILY PYURIDAE Hartmeyer, 1908

51. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767) : 2-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 9-2, 10-3
52. *Microcosmus nudistigma* C. Monniot, 1961 : 1-2, 3-1, 3-3, 5-1, 10-1, 11-1, 12-1, 12-2
53. *Microcosmus polymorphus* Heller, 1877 : 1-1, 1-4, 3-2, 4-1, 7-1, 9-1, 9-2, 10-1, 10-3, 11-1, 11-2, 12-1, 12-2, 13-1, 14-2
54. *Microcosmus sabatieri* Roule, 1885 : 1-1, 3-1, 3-2, 3-3, 4-1, 5-1, 5-2, 6-1, 7-1, 10-1, 11-1, 15-1
55. *Pyura dura* (Heller, 1877) : 1-1, 3-2, 4-1, 5-2, 6-4, 7-1, 9-1, 9-2, 10-1, 11-1, 12-1, 12-2, 14-1, 15-3
56. *Pyura microcosmus* (Savigny, 1816) : 1-1, 1-4, 2-1, 3-2, 3-3, 5-2, 6-2, 6-4, 7-1, 7-2, 11-1, 12-2, 14-2, 15-1, 15-2, 15-3
57. *Pyura squamulosa* (Alder, 1863) : 3-1, 3-2, 3-3, 4-1, 5-1, 5-2, 5-3, 6-5, 7-1, 9-2, 10-2, 15-3

FAMILY MOLGULIDAE Lacaze-Duthiers, 1877

58. *Molgula bleizi* (Lacaze-Duthiers, 1877) : 9-3



ASCIDIANS OF THE SPANISH MEDITERRANEAN

Table III. — List of the species with their ecological and geographical distribution symbols : *Biocoenoses* EI = exposed infralittoral hard bottom; PSI = sheltered infralittoral hard bottom (photophilous); SSI = sheltered infralittoral hard bottom (sciaphilous); IB = infralittoral boulders; CG = « coralligène »; SC = semi-obscure caves and overhangs. *Geogr. Zone* NCC = north of Cap Creus; CC = Cap Creus; SCC = south of Cap Creus. *Abundance* +++ = 30 – 100 % (of the collected individuals or colonies of a given species); ++ = 10 – 29 %; + = 1 – 9 %; \* = rare species (less than 4 specimens found); – = species absent (geographical distribution only). °) *Halocynthia papillosa* was not collected quantitatively.

Biocoenosis/Geogr. Zone	%Distribution of each species (100 %) among the different biocoenoses						Geographical distribution		
	EI	PSI	SSI	IB	CG	SC	NCC	CC	SCC
Species									
<i>Clavelina lepadiformis</i>	14	14	57		14		+++	-	+++
<i>Clavelina nana</i>	18	12	35	*	35		+++	-	+++
<i>Eudistoma planum</i>				*			-	-	*
<i>Eudistoma plumbeum</i>			*				-	-	*
<i>Polycitor cristallinus</i>					*		-	-	*
<i>Distaplia rosea</i>		*			*		-	-	*
<i>Cystodytes dellechiaiei</i>	3	17	39	1	26	13	-	+	+++
<i>Lissoclinum perforatum</i>	5	18	50	14	14		+++	+	++
<i>Diplosoma listerianum</i>	8	15	77				+++	-	+
<i>Diplosoma spongiforme</i>	12	6	58	6	3	15	+++	+	+++
<i>Polysyncraton haranti</i>					*		*	-	-
<i>Polysyncraton canetense</i>			44	44	11		+++	++	+++
<i>Polysyncraton lacazei</i>	15	17	20	33	15		+++	+++	++
<i>Polysyncraton bilobatum</i>	6	29	44	11	10		+++	+	+++
<i>Didemnum fulgens</i>		2	17	25	55	2	+++	++	+++
<i>Didemnum drachi</i>		13		50	38		++	+++	++
<i>Didemnum pseudofulgens</i>			7	93			-	+++	-
<i>Didemnum commune</i>		3	70	3	24		+++	+	+
<i>Didemnum granulatum</i>				*			-	*	-
<i>Didemnum coccineum</i>		6	31	38	25		++	+++	+++
<i>Didemnum amourouxi</i>				*			-	*	-
<i>Didemnum coriaceum</i>	4	25	60	6	4		+++	+	+++
<i>Didemnum lahillei</i>			14	71	14		-	+++	++
<i>Didemnum maculosum</i>		23	55		23		+++	++	++
<i>Trididemnum cereum</i>		59	35		6		+++	-	+
<i>Trididemnum inarmatum</i>				80		20	-	+++	+++
<i>Aplidium coeruleum</i>		63	31		6		+++	-	++
<i>Aplidium densum</i>	2	24	43	2	27	2	+++	+	++
<i>Aplidium fuscum</i>			7		93		++	-	+++
<i>Pseudodistoma crucigaster</i>			*				-	-	*
<i>Sydnium elegans</i>	13		50		38		+++	+++	++
<i>Synoicum argus</i>		*					+++	-	-
<i>Ciona edwardsi</i>			7		93		+++	-	+++
<i>Diazona violacea</i>					*		-	-	*
<i>Rhopalea neapolitana</i>					*		-	-	*
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	*				*		*	-	-
<i>Perophora viridis</i>	13	50	25		13		++	-	+++
<i>Ascidia mentula</i>		17	33	17	33		++	-	+++
<i>Ascidia muricata</i>					*		-	-	*
<i>Ascidia virginea</i>				*			-	*	-
<i>Ascidia scabra</i>	*	*	*				*	-	*
<i>Phallusia fumigata</i>	6	18	53	18	6		+++	++	++
<i>Phallusia ingeria</i>			*				*	-	-
<i>Phallusia mammillata</i>					*		*	-	-
<i>Botrylloides leachi</i>			*	*	*		*	*	*
<i>Botryllus schlosseri</i>		14	86				++	-	+++
<i>Distomus variolosus</i>		15	53		23	9	+++	+	+++
<i>Polycarpa gracilis</i>		6	94				+++	-	-
<i>Polycarpa pomaria</i>			43		43	14	+++	-	++
<i>Stryela partita</i>			86		14		+++	+	++
<i>Halocynthia papillosa</i> °)		(9)	(27)		(64)		(+++)	(++)	(+++)
<i>Microcosmus nudistigma</i>		7	27		67		++	-	+++
<i>Microcosmus polymorphus</i>		7	42		23	28	+++	-	+++
<i>Microcosmus sabatieri</i>		5	68		26		+++	+	++
<i>Pyura dura</i>			31	6	17	46	++	+	+++
<i>Pyura microcosmus</i>		19	38	2	12	29	+++	++	+++
<i>Pyura squamulosa</i>	17	11	28	6	28	11	+++	+	++
<i>Molgula bleizi</i>		*	*				*	-	*
Number of species present	16	32	44	26	42	12	43	28	47
Average distribution (n=57)	4%	12%	35%	17%	28%	3%			
Number of sampling events	3	5	11	5	12	4	13	5	22



Table IV. — List of the colonial species with data on their biological cycle.

Species	Gonads	Larvae	Resistance form
<i>Clavelina lepadiformis</i>	±	±	-
<i>Clavelina nana</i>	±	-	-
<i>Eudistoma planum</i>	-	-	-
<i>Eudistoma plumbeum</i>	-	-	-
<i>Polycitor cristallinus</i>	-	-	-
<i>Distaplia rosea</i>	-	-	-
<i>Cystodytes dellechiaiei</i> (viol. f.)	+	-	-
<i>Cystodytes dellechiaiei</i> (green. f.)	-	+	-
<i>Lissoclinum perforatum</i>	±	±	-
<i>Diplosoma listerianum</i>	+	+	-
<i>Diplosoma spongiforme</i>	±	±	-
<i>Polysyncraton haranti</i>	-	-	-
<i>Polysyncraton canetense</i>	±	±	-
<i>Polysyncraton lacazei</i>	-	±	-
<i>Polysyncraton bilobatum</i>	±	±	-
<i>Didemnum fulgens</i>	±	±	-
<i>Didemnum drachi</i>	±	±	-
<i>Didemnum pseudofulgens</i>	+	-	-
<i>Didemnum commune</i>	±	±	-
<i>Didemnum granulolum</i>	+	+	-
<i>Didemnum amourouxi</i>	-	-	-
<i>Didemnum coriaceum</i>	±	±	-
<i>Didemnum lahillei</i>	±	±	±
<i>Didemnum maculosum</i>	±	±	-
<i>Trididemnum cereum</i>	±	±	-
<i>Trididemnum inarmatum</i>	±	+	-
<i>Aplidium coeruleum</i>	-	-	-
<i>Aplidium fuscum</i>	+	+	-
<i>Pseudodistoma crucigaster</i>	-	-	+
<i>Sydnium elegans</i>	-	-	-
<i>Synoicum argus</i>	-	+	-
<i>Aplidium densum</i>	-	-	+
<i>Diazona violacea</i>	-	-	±
<i>Rhopales neapolitana</i>	-	-	-
<i>Ecteinascidia herdmani</i>	±	-	-
<i>Perophora viridis</i>	-	-	-
<i>Botrylloides leachi</i>	±	±	-
<i>Botryllus schlosseri</i>	±	±	-
<i>Distomus variolosus</i>	+	+	-

+ : all colonies show this attribute  
 - : no colony shows this attribute  
 ± : some colonies show this attribute

seems remarkable : for the first time for this part of the Mediterranean and for this genus, we found symbiotic procaryote unicellular algae (*Prochloron*?) on the colony surface of *Polysyncraton bilobatum*. A similar symbiosis (*Prochloron/Didemnum fulgens*) has been studied by Müller *et al.* (1984) in the Adriatic sea.

#### BIOGEOGRAPHIC AFFINITIES

According to Pérès (1958) and to our own observations, cosmopolite ascidian species are : *Didemnum coriaceum*, *Diplosoma listerianum*, *Styela partita*, *Botryllus schlosseri*, *Cystodytes dellechiaiei*. They account for 9 % of the collected species.

The endemic Mediterranean species represent 23 % of the total. They are : *Eudistoma plumbeum*,

*Didemnum drachi*, *Didemnum coccineum*, *Didemnum commune*, *Didemnum pseudofulgens*, *Polysyncraton haranti*, *Aplidium fuscum*, *Pseudodistoma crucigaster*, *Ciona edwardsi*, *Rhopalea neapolitana*, *Phallusia fumigata*, *Phallusia ingeria*, *Ecteinascidia herdmani*. The major part (68 %) of the species are of Atlantic-Mediterranean affinity : *Clavelina lepadiformis*, *C. nana*, *Distaplia rosea*, *Didemnum granulolum*, *D. lahillei*, *D. maculosum*, *Diplosoma spongiforme*, *Lissoclinum perforatum*, *Polysyncraton bilobatum*, *P. lacazei*, *P. canetense*, *Trididemnum cereum*, *T. inarmatum*, *Aplidium coeruleum*, *A. densum*, *Sidnyum elegans*, *Synoicum argus*, *Diazona violacea*, *Perophora viridis*, *Ascidia mentula*, *A. muricata*, *A. virginea*, *Asciidiella scabra*, *Phallusia mammillata*, *Botrylloides leachi*, *Distomus variolosus*, *Polycarpa gracilis*, *P. pomaria*, *Halocynthia papillosa*, *Microcosmus nudistigma*, *M. polymorphus*, *M. sabatieri*, *Pyura dura*, *P. microcosmus*, *P. squamulosa* et *Molgula bleizi*.



For the Banyuls region, one of us (F.L.) has observed that the endemic element of the ascidian fauna is proportionally strong in summer. In winter, however, the colonial endemic species atrophy, persisting as inconspicuous buds that are easily overlooked.

## CONCLUSIONS

By means of a thorough dive/sampling during July 1985, 58 species of ascidians have been registered for the hard bottoms of the Spanish Catalan coast. One didemnid species, *Polysyncrator bilobatum*, was found to live (facultatively) associated with a procaryote unicellular alga (probably *Prochloron*).

*Synoicum argus* is mentioned for the first time for the Western Mediterranean, whereas other species are for the first time described for the Catalan (French and Spanish) coast: *Eudistoma planum*, *Perophora viridis*, *Ascidia muricata*, *Phallusia ingeria*. Possibly the two latter ones have been, up to now, confused with *Ascidia conchilega*.

We are aware that the unequal number of sampling events in the different biocoenoses may have biased the results. Some conclusions can, nevertheless, be drawn: The sciaphilous biocoenosis of the sheltered infralittoral hard bottom (SSI) is the richest ascidian biotope. The Cap Creus marks a slight change of fauna, in particular with regard to the Polycitoridae, which are more abundant in the south. On the other hand, some species (e.g. *Didemnum maculosum* and *Polycarpa gracilis*) are more frequently found in the north.

ACKNOWLEDGMENTS. — We are grateful to the 'Station marine d'Endoume' for the generous loan of the compressor. Without the R/V « Professeur George Petit » and the valuable help of its captain and crew, this campaign would not have been carried through. We gratefully acknowledge the competent assistance given by the Laboratoire Arago's professional divers, Jean Mabit and Gérard Boyer. We want to thank the University of Barcelona scientists M. Ballesteros, J.M. Gili, A. Montserrat, F. Pereira, M. Zabala for their valuable help. A grant of the CIRIT of the Generalitat de Catalunya was accorded to one of us (X.T.).

## REFERENCES

- BERRILL N.J., 1950. The Tunicata with an account of the British species. Ray Society, London.
- BOUDOURESQUE C.-F., 1971. Contribution à l'étude phytosociologique des peuplements algaux des côtes Varoises. *Vegetatio*, **22** (1-6) : 89-184.
- BREMENT E., 1912. *Polycitor (Eudistoma) banyulensis*, nov. sp. Synascidie nouvelle du golfe du Lion (Note préliminaire). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **248** : 1-8.
- BREMENT E., 1913. Sur deux nouveaux Didemnidés (Synascidies) du golfe du Lion. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **257** : 1-7.
- CAMP J. and J. ROS, 1980. Comunidades bentónicas sobre sustrato duro del litoral NE español. VIII. Sistemática de grupos menores. *Inv. Pesq.*, **44** (1) : 199-209.
- CORNET C. and A.A. RAMOS, 1980. Ascidiacea. In Estudio sistemático y ecológico de las Esponjas y Ascidias del mediterráneo español. Bibiloni M.A. and al., *Memoria, Fund. Juan March*, Madrid : 362-499.
- FIALA-MEDIONI A., 1974. Ascidies du benthos rocheux de Banyuls-sur-Mer. Inventaire faunistique et notes écologiques. *Vie Milieu*, **24** (1 B) : 193-207.
- HARANT H., 1930. Liste des Ascidies de Banyuls. *Archs Zool. exp. gén.*, notes et revues, **70** : 15-22.
- LAFARGUE F., 1977. Révision taxonomique des Didemnidae des côtes de France (Ascidies Composées). Synthèse des résultats principaux. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **53** (1) : 135-153.
- LAFARGUE F. et M. WAHL (in press). Faune de France des Ascidies Didemnidae. *Annl. Inst. Océanogr.*, Paris.
- LAHILLE F., 1887. Faune ascidiologique de Banyuls-sur-Mer. *C.R. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **21** : 57-59.
- LAUBIER L., 1966. Le coralligène des Albères. Monographie biocénologique. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **43** : 137-316.
- MALUQUER M., 1916. Treballs oceanogràfics a la costa de l'Emporda. *Ann. Jun. Cienc. nat. Barcelona*, **1** : 221-261.
- MONNIOT F., 1961. Recherches sur les Ascidies interstitielles des gravelles à *Amphioxus* (2<sup>e</sup> note). *Vie Milieu*, **12** (2) : 269-288.
- MONNIOT C., 1962. Les *Microcosmus* des côtes de France. *Vie Milieu*, **12** (3) : 397-432.
- MONNIOT C. and F. MONNIOT, 1972. Clé mondiale des genres d'Ascidies. *Arch. zool. exp. gén.*, **113** : 311-367.
- MULLER E.G., A. MAIDHOF, R.K. ZAHN, J. CONRAD, T. ROSE, P. STEFONOVICH, I. MULLER, U. FRIESE and G. UHLENBRUCK, 1984. Biochemical Basis for the Symbiotic Relationship *Didemnum-Prochloron* (Prochlorophyta) *Biol. Cell.*, **51** : 381-388.
- PÈRES J.M., 1958. Origine et affinités du peuplement en Ascidies de la Méditerranée. *Rapp. P.-v. Réunion. Comm. int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, **14** : 493-502.
- PÈRES J.M. et J. PICARD, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stn mar. Endoume*, **31** (47) : 5-137.
- RAMOS A.A., 1984. Els Ascidis de les illes Medes. In: Els sistemes naturals de les illes Medes. Edited by J. Ros. I. Olivella and J.M. Gili. Arxius de la Secció de Ciències, n° 73. I.E.C., Barcelona 1984.
- RUBIO M., 1971. Contribución al estudio de la fauna bentónica del litoral de Blanes. Res. Tesis doctoral, Univ. Barcelona, 21 pp.
- TURÓN X. Ascidias del Cabo de Creus (Costa NE española). *Misc. zool.* (in press).

Reçu le 25 novembre 1985; received November 25, 1985  
 Accepté le 26 janvier 1986; accepted January 26, 1986







# NOTE FAUNISTIQUE CONCERNANT LES SOLEINAE DU GOLFE DU LION (PISCES, SOLEIDAE)

*Faunistic note concerning Soleinae from the Gulf of Lion (Pisces, Soleidae)*

J.-P. QUIGNARD, C. BOURQUARD et S. SHEHATA

Laboratoire d'Ichthyologie et de Parasitologie générale,  
U.S.T.L., place E.-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex (France)

MER SOLES  
LAGUNES GOLFE DU LION

RÉSUMÉ. — Dans le golfe du Lion, on note la présence de sept espèces de Soles. *Solea nasuta* et *Solea senegalensis* y sont signalées pour la première fois.

SEA SOLES  
LAGOONS GULF OF LION

ABSTRACT. — Seven species of Soles are recorded from gulf of Lion. *Solea nasuta* and *S. senegalensis* are mentioned for the first time in this area.

## INTRODUCTION

Moreau (1881) et Aldebert (1968) signalent dans le golfe du Lion entre Port-Saint-Louis et Port-la-Nouvelle, 5 espèces de Soleinae :

- *Buglossidium luteum* (Risso, 1810)
- *Monochirus hispidus* Rafinesque, 1814
- *Microchirus variegatus* (Donovan, 1808)
- *Solea lascaris* (Risso, 1810)
- *Solea vulgaris* Quensel, 1806

En plus *Solea kleini* Bonaparte, 1833 serait présente à Sète (Moreau, 1881) et à Bages-Sigean (Cahet et coll., 1974). Rappelons que *Dicologlossa hexopthalma* (Bennett, 1831) a été pêchée (Matallanas, 1964) à l'extrême sud du golfe du Lion (Port de la Selva).

## PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Entre 1975 et 1985, un échantillonnage fait hebdomadairement à bord des chalutiers et auprès des pêcheurs travaillant dans les lagunes nous a permis de recenser 7 espèces :

- *Buglossidium luteum* (Risso, 1810). Assez commune en mer, absente en lagune.
- *Microchirus variegatus* (Donovan, 1808). Assez rare en mer, absente en lagune.
- *Monochirus hispidus* Rafinesque, 1814. Assez rare en mer, absente en lagune.
- *Solea aegyptiaca* Chabanaud, 1927. Non encore localisée en mer, rare en lagune.
- *Solea nasuta* Pallas, 1811. (Syn. *S. impar* Bennett, 1831). Commune en mer, exceptionnelle en lagunes.
- *Solea senegalensis* Kaup, 1858. Rare en mer, non signalée en lagunes.
- *Solea vulgaris* Quensel, 1806. Très commune en mer et en lagunes.

Entre notre recensement et ceux des auteurs précédemment cités il existe des divergences notables :

- 1) nous n'avons pas trouvé *S. kleini* ni *D. hexopthalma*
- 2) dans le groupe des Péguses nous n'avons pas capturé *Solea lascaris* mais *Solea nasuta* (= *S. impar*).
- 3) nous avons mis en évidence la présence de *Solea aegyptiaca* et de *Solea senegalensis*.



## COMMENTAIRES

1. *Solea lascaris* a été signalée dans le golfe du Lion par Moreau (1881) et Aldebert (1968) mais aussi par Calvet (1905) à Sète, Cahet et coll. (1974) à Bages et par Hervé (1978) à Salses-Leucate et Canet. Par contre *Solea nasuta* (= *S. impar*) n'a jamais été mentionnée dans cette région. Ceci est sans doute à mettre en relation avec les travaux de Chabanaud (1927 et 1929) dans lesquels *S. lascaris*, *S. impar* et *S. nasuta* sont mises en synonymie. Or, actuellement, il ne semble plus possible d'admettre un tel regroupement (Grim et Marinaro, 1979; Quero et Vayne, 1979; Grim, 1981).

Notons ici que si l'on accepte, comme le suggère Tortonese (1971), un niveau sous-spécifique pour les individus de la mer Noire, ceux du golfe du Lion appartiennent (Grim, 1981) à la sous espèce *Solea nasuta impar* Bennett, 1831 et ceux de la mer Noire à la sous-espèce *Solea nasuta nasuta* Pallas, 1811.

Dans le golfe du Lion, les caractères méristiques relevés sur 155 individus de *S. nasuta* pêchés dans une zone comprise entre Sète et Port-Saint-Louis sont les suivantes :

D : 68-85 (moy. 74,5 écart-type 2,55); A : 53-66 (moy. 58,7 écart-type 2,31); P<sub>1</sub> : 5-10 (moy. 8,08 écart-type 0,74); P<sub>2</sub> : 6-10 (moy. 8,03 écart-type 0,73); L1 : 92-130 (moy. 111,9 écart-type 8,7); Vert. 41-44 (moy. 42,16 écart-type 2,6).

Au niveau méditerranéen, d'après les descriptions originales en notre possession, on peut admettre pour ces 2 Péguses les caractéristiques suivantes :

*Solea nasuta* : face zénithale marron sombre; narine nadirale tubiforme, frangée, faisant nettement saillie; D : (65) 67-82 (85), A : 52-63 (66), Vert. : 40-44 (Aldebert, 1968; Bini, 1968; Chabanaud, 1929 — poissons n° 65, 67 à 69, 72 à 76, 78 à 82, 84 à 95 —; Fowler, 1936; Grim et Marinaro, 1979; Padoa, 1956; Torchio, 1971 et Tortonese, 1971).

*Solea lascaris* : face zénithale brun clair ou jaunâtre tachetée de noir; narine nadirale large, frangée, peu proéminente; D : 80-87, A : (62) 67-78, Vert. : 44-48 (Chabanaud, 1929 Poissons n° 61-64, 66, 78 et 83 — Grim et Marinaro, 1979; Risso, 1810; Steindachner, 1868).

2. *Solea aegyptiaca* et *S. vulgaris* étant morphologiquement et chromatiquement très semblables, ces deux soles ont de tout temps été confondues dans le golfe du Lion. En effet, des différents caractères étudiés (Quignard et coll., 1984), seul le nombre de vertèbres est réellement discriminant :

*Solea vulgaris* Vert. : 47-51, moy. 49,1 écart-type 0,82 effectif 315

*Solea aegyptiaca* Vert. : 41-44, moy. 43,1 écart-type 0,85, effectif 45.

3. *Solea senegalensis* se distingue nettement des autres espèces signalées dans la région par la coloration de la nageoire pectorale zénithale (rayons blancs et membrane noire) et celle des nageoires dorsale et anale (liseré blanc). Les 2 spécimens étudiés présentent les caractéristiques méristiques suivantes :

D : 84 A : 70 P<sub>1</sub> : 8 P<sub>2</sub> : 8 L1 : 127 Vert. 9+36=45 (adultes Lt 21 et 33,5 cm).

Cette espèce très côtière a été capturée à Gruissan (Aude) sur des fonds sablo-vaseux entre 15 et 20 m de profondeur.

En Méditerranée, *S. senegalensis* est présente en Tunisie dans le lac de Bizerte et le golfe de Tunis (Torchio, 1973; Goucha et Ktari, 1981) et sur les côtes d'Espagne de la région de Malaga à la Catalogne (Borja, 1920; Rodriguez et Rodriguez, 1980; Sostoa et Sostoa, 1981; Ramos, 1982; Lloris et coll., 1984).

## CONCLUSIONS

Le golfe du Lion est relativement pauvre en Soleinae puisque seulement sept, peut-être huit espèces sur seize vivant en Méditerranée y ont été recensées. Toutes ces Soles sont typiquement atlanto-méditerranéennes à l'exception de *Solea aegyptiaca* et de *S. nasuta* qui peuvent être considérées jusqu'à présent comme endémiques de la Méditerranée même si la dernière espèce vit dans le golfe de Cadix et sur la côte marocaine.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALDEBERT Y., 1968. Observation sur la morphologie et la biologie de quelques poissons hétérosomes du golfe du Lion. *Rapp. Comm. Int. Mer Méditerranée*, **19** (2) : 233-236.
- BINI G., *Atlante dei Pesci delle coste italiane (Edit. Mondo Sommerso)*, **8** : 164 p.
- BORJA J., 1920. Contribucion al estudio de la fauna ictiologica de Espana. *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, **16** (3) : 1-191.
- CAHET L., M. FIALA et G. JAUQUES, 1974. Ecologie de deux étangs du littoral Languedoc-Roussillon, Bages-Sigean et Salses-Leucate. Rapport E.D.F. : 85 p.
- CALVET L., 1905. La station zoologique de Cette. *Trav. Inst. Zool. Université de Montpellier* : 91 p.
- CHABANAUD P., 1927. Les soles de l'Atlantique oriental nord et des mers adjacentes. *Bull. Inst. Océanogr.*, **488** : 1-68.
- CHABANAUD P., 1929. Observation sur la taxonomie, la morphologie et la bionomie des Soleidés du genre *Pegusa*. *Ann. Inst. Océanogr.*, **7** (6) : 215-260.
- FOWLER W.H., 1936. The marine fishes of west Africa. *Bull. amer. Mus. nat. Hist.*, **70** (1) : 605 p.



- GOUCHA B., M.H. KTARI, 1981. Présence de *Solea senegalensis* Kaup, 1858 sur les côtes du Nord de la Tunisie. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27** (5) : 131-133.
- GRIM Z., 1981. Dénomination et nouveaux caractères différentiels des deux espèces du sous-genre *Pegusa* (Soleidés). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27** (5) : 127-129.
- GRIM Z., J.Y. MARINARO, 1979. Présence de deux espèces du sous-genre *Pegusa* (Soleidae) dans la région d'Alger. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **10** : 25-26.
- HERVÉ P., 1978. Ichthyofaunes comparées de deux étangs littoraux du Roussillon : Canet Saint-Nazaire et Salses-Leucate. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Univ. Paris VI. 253 p.
- LLORIS D., J. RUCABADO, L. CERRO (del), F. PORTAS, M. DEMESTRE et A. ROIG, 1984. Tots els Peixos del mar Calalà. *Treballs Soc. Cat. Ict. Herp.*, **1** : 208 p.
- MATALLANAS J., 1984. A new species for the mediterranean and spanish ichthyofauna : *Dicologlossa hexophthalma* (Bennett, 1831) (Pisces, Soleidae) from catalan waters. *Cybium*, **8** (1) : 95-90.
- PADOA E., 1956. Famiglia 3 : Soleidae in Fauna, Flora Napoli. **38** : 838-869.
- QUERO J.C., VAYNE J.J., 1979. Clé de détermination des poissons marins de l'Atlantique du Nord-Est. *Inst. Sci. Tech. Pêches Marit. La Rochelle*, France.
- QUIGNARD J.P., N. PASTEUR, S. SHEHATA, 1984. Biosystématique du complexe *Solea vulgaris* du golfe du Lion (Poissons, Téléostéens, Soléidés). Génétique, morphologie et étude méristique. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **46** (4) : 273-284.
- RAMOS J., 1982. Sobre la presencia de *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Pisces, Soleidae) en el litoral de Castellón. *Invest. Pesq.*, **46** (13) : 509-514.
- RISSE A., 1810. Ichtyologie de Nice. Paris : 388 p.
- RODRIGUEZ A., RODRIGUEZ R.B., 1980. Primera cita en el Mediterraneo de *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Heterosomata Soleidae). *Invest. Pesq.*, **44** (2) : 291-295.
- SOSTOA A., F.J. SOSTOA, 1981. Sobre la presencia de *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Pisces, Soleidae) en el Mediterraneo Ibérico. *Publ. Depart. Zool. Universidad Barcelona*, **7** : 87-88.
- STEINDACHNER F., 1868. Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal internommene Reise. *Sitzb. Akad. Wissensch. Wien*, **57** (1) : 667-739.
- TORCHIO M., 1971. Nota ecologica sull'attuale popolamento dei soleidi nel Mar Ligura occidentale (Osteichthyes, Pleuronectiformes). *Natura*, **62** (4) : 479-504.
- TORCHIO M., 1973. Soleidae. in catalogue des Poissons de l'Atlantique Nord-Est et de la Méditerranée. (CLOF-NAM) UNESCO, Paris Edit. : 628-634.
- TORTONESE E., 1971. Pesci Pleuronettiformi delle coste romane del Mar Nero in relazione alle forme affini viventi nel Mediterraneo. *Ann. Mus. Civic. St. nat. Genova*, **78** : 322-352.

Reçu le 25 novembre 1985; received November 25, 1985  
 Accepté le 27 janvier 1986; accepted January 27, 1986







# CAPTURES ET OBSERVATIONS DE TORTUES LUTH, *DERMOCHELYS CORIACEA* (LINNAEUS, 1766), SUR LES CÔTES FRANÇAISES DE MÉDITERRANÉE

*Records of Leathery turtle, Dermochelys coriacea (Linnaeus, 1766), captured or sighted off the french Mediterranean coasts*

Guy OLIVER

Laboratoire de Biologie générale, Université de Perpignan avenue de Villeneuve, F-66025 Perpignan Cedex (France)

*DERMOCHELYS CORIACEA*  
TORTUE LUTH  
MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE  
FRANCE  
RÉPARTITION

**RÉSUMÉ.** — L'auteur a recensé 30 captures et observations de Tortues luth, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766), signalées sur les côtes françaises de la Méditerranée.

*DERMOCHELYS CORIACEA*  
LEATHERY TURTLE  
OCCIDENTAL MEDITERRANEAN  
FRANCE  
DISTRIBUTION

**ABSTRACT.** — The author surveys 30 records of Leathery Turtles, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766), captured or sighted off the French Mediterranean coasts.

## INTRODUCTION

Quatre espèces de Tortues marines sont actuellement connues en Méditerranée (Brongersma et Carr, 1983) :

- *Chelonidae* :
  - *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) : Caouanne ou Caret
  - *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) : Tortue verte
  - *Lepidochelys kempfi* (Garman, 1880) : Tortue de Ridley
- *Dermochelyidae* :
  - *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766) : Tortue Luth ou Tortue cuir.

Toutes ces espèces sont menacées. D'après Fretey et Lescure (1981), un arrêté ministériel d'application de la Loi de 1976 sur la Protection de la Nature, concernant les Tortues marines, est à l'étude.

Rhodin et Smith (1982) réhabilitent la description de la Tortue luth par Linné (1766) sous le nom de *Testudo coriacea* et désignent comme lectotype le spécimen étudié par Vandelli (1761) que Fretey et Bour (1980) considèrent comme holotype.

La présence de cette espèce sur les côtes françaises de l'Atlantique est régulière, en particulier dans le Pertuis Charentais où de nombreuses observations ont été recensées (Duguy, 1968-1986; Duguy et Duron, 1981-1985; Duguy *et al.*, 1980). Elle est beaucoup plus rare sur les côtes françaises de la Méditerranée, Corse comprise. Cependant nous avons retrouvé un nombre de citations plus important que celui qui est habituellement indiqué (Capocaccia, 1967; Duguy, 1983; Fretey et Bour, 1980); certaines figurent seulement dans les journaux locaux qui ont relaté l'événement, d'autres sont inédites.



**CAPTURES ET OBSERVATIONS  
SUR LES CÔTES FRANÇAISES  
DE LA MÉDITERRANÉE, CORSE COMPRISE**  
(Fig. 1)

Les numéros des citations correspondent aux localités indiquées sur la carte de la Figure 1.

(1) Rondelet (1554) cite la première observation d'une Tortue luth de cinq coudées à Frontignan (Hérault) et donne en même temps la première description et la première illustration de cette espèce sous le nom de *Testudine coriacea sive Mercurii*, que Vandelli (1761) reprendra plus tard. Il signale également une capture antérieure à Maguelone (Hérault) et une à Nice (Alpes-Maritimes) qui seront supprimées dans l'édition française de 1558.

(2) Amoureux (1778) rapporte la capture d'un individu mesurant 7 pieds 5 pouces par les pêcheurs de Sète le 3 juin 1777. Cette observation a été reprise par Companyo (1863 : 295) d'après Amouroux (sic) avec une taille erronée (1,86 m) par suite de l'inversion des unités de mesure (5 pieds 7 pouces). Fretey et Bour (1980) lui attribuent une taille 2,25 m, probablement après avoir traduit les pieds et pouces

en mesures anglaises et non en « pied du Roi » en vigueur à cette époque (1 pied = 32,484 cm; 1 pouce = 2,707 cm) qui donne 2,41 m.

(3) Risso (1827) signale l'espèce « de passage accidentel » dans la région de Nice (Alpes-Maritimes) et Carus (1889-1893) reprend la même information sans apporter plus de précision.

(4) Companyo (1863 : 295) rapporte avoir vu pêcher une Tortue luth dans la baie de Banyuls-sur-Mer (Pyr. Or.) et ajoute qu'un vieux pêcheur lui a dit en avoir pris 2 dans sa vie.

(5) Dans la description d'*Echeneis naucrates* Linnaeus, 1758 (Téléostéen, *Echeneidae*), Moreau (1881, 2 : 542) précise qu'un individu a été trouvé fixé sur une Tortue luth capturée à Sète (Hérault) quelques années auparavant.

(6) Les registres d'entrée du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille mentionnent un spécimen (n° 1489) capturé en 1883 à Palavas (Hérault) vendu par MM. Montet et Curel (Delcourt, 1982, *in litteris*).

(7) Dans une courte note, Mourgue (1909) parle « d'une petite *Sphargis luth* (de Cette) » faisant partie de ses collections. Brongersma (1985, *in litteris*) n'a pas retrouvé ce spécimen et il est dommage que l'auteur ne précise pas la taille qui pourrait éventuellement indiquer la possibilité d'une naissance en Méditerranée.

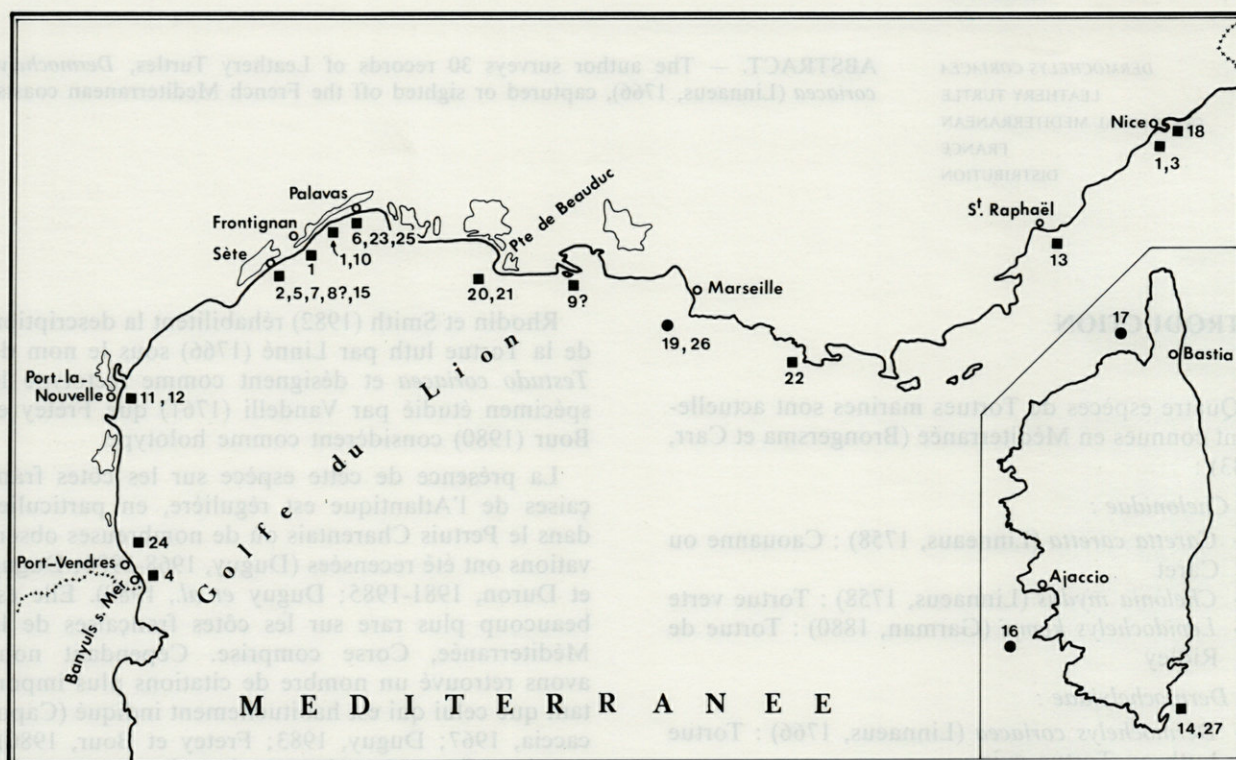


Fig. 1. — Localisation des captures (■) et observations (●) de Tortues luth, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766), sur les côtes françaises de la Méditerranée (les numéros accompagnant ces points renvoient aux citations figurant dans le texte).  
Localities of captured (■) or sighted (●) Leathery Turtles, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766), off the French Mediterranean coasts (the numbers correspond to the references in the text).



(8) Petit (1951) indique qu'un individu « venant de Sète ? » a été exposé à Marseille vers 1942 et offert au Muséum de cette ville qui en a assuré la naturalisation. M. Delcourt (1982, *in litteris*) n'a pas retrouvé de traces dans les registres et suppose qu'il s'agit de l'un des 2 spécimens que possède actuellement ce Musée. Le plus grand figure sur une photographie (antérieure à 1948, date à laquelle elle a servi de modèle pour la vignette du Tome VII du *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* paru cette année-là) avec une étiquette mobile « Port-Saint-Louis-du-Rhône (B.-du-Rh.) » (9). Malheureusement, les étiquettes originelles ont été enlevées et il n'est plus possible d'identifier ces spécimens. Les 2 derniers dont nous venons de citer les localités (8 et 9) représentent peut-être un seul et même individu.

(10) Le 17 août 1949, M. L. Molle, patron de la barque *Idéal* a capturé un mâle de 2 m de longueur totale et pesant 350 kg environ, à 6 milles au large de Maguelonne (Hérault) (Harant, 1949).

(11) Le 9 sept. 1950, M. Etienne Rossie prenait dans ses filets à Thons une femelle de 2,01 m de longueur totale et pesant de 350 à 400 kg au large de La Nouvelle (Aude) (Petit, 1951).

(12) Un autre mâle de 2,14 m de longueur totale avec une carapace de 1,56 m de long et pesant 300 kg environ a été pêché au large de La Nouvelle (Aude) le 21 août 1955 (Harant, 1956).

(13) Harant (1956) signale, d'après une communication de P. Mars, la capture d'un mâle de 2,10 m de longueur totale avec une carapace de 1,50 m de long et pesant 250 kg environ, le 29 août 1955 devant l'île d'Or (Var) par MM. Pagannini et Sulas. Il s'agit manifestement du spécimen pêché le 29 août 1955 au Cap Dramont, à 6 km à l'Est de Saint-Raphaël (Var), figurant sur les registres du Musée de Marseille (n° 4505). Cependant il semble ne pas avoir été conservé puisqu'une mention indique : « Détérioré hiver 55-56; inutilisable pour monter » et qu'il n'y a ni squelette, ni carapace de Tortue luth dans ce Musée (Delcourt, 1985, *in litteris*).

(14) D'après M. Miniconi, une Tortue luth de 2 m de long et pesant environ 500 kg a été prise dans un filet à langoustes par M. Botti à 5 milles au N.E. de Santa Manza (Corse) en juillet 1965 (Delaugerre, 1986, *in litteris*).

(15) Vers 1965-1968, M. Duclerc (1986, *in verbis*), du Laboratoire de Sète de l'I.F.R.E.M.E.R., a fixé une marque à thons (ISTPM-Nantes) sur une Tortue luth de 200-300 kg, capturée par un chalutier de Sète, avant qu'elle soit relâchée dans ce port.

(16-17) Bruno (1976) mentionne deux observations sur les côtes de Corse. Celles-ci ont été effectuées, l'une dans le Golfe d'Ajaccio en juillet 1967 (16), l'autre dans le Golfe de Saint-Florent en juin 1968 (17) (Bruno, 1982, *in litteris*).

(18) Les collections du Musée océanographique de Monaco possèdent un spécimen de 200 kg (n° 5382) pris dans un filet par M. Allari le 5 juillet 1968 à Saint-Jean-Cap-Ferrat (Alpes-Maritimes) (Fretey et Bour, 1980).

(19-20) Un individu a été observé en juin 1976 près des îles du Frioul (B. du-Rh.) (19) par le Docteur Journeux et, d'après Crivelli, une femelle de 1,75 m de long a été capturée dans un filet le 11 sept. 1977 à Beauduc (Bouches-du-Rhône) (20) (Duguy, 1982, *in litteris*).

(21) Brongersma (1985, *in litteris*) a obtenu, au cours d'une visite à Marseille en 1980, l'information concernant une Tortue luth mâle de 250 kg prise dans les filets devant la plage de Beauduc (B.-du-R.) début juillet 1978.

(22) Le quotidien *Var-Matin* du 20 août 1978 a rapporté la capture par M. A. Lèran, d'une Tortue luth de 120 kg environ par 35 m de fond près de l'île du Rouvreau (Var).

(23) Le journal *Midi Libre* du 3 septembre 1981 a signalé la capture d'un individu de 2 m de long et pesant 250 à 300 kg, par M. Fauquier de Palavas (Hérault) (Duguy et Duron, 1982).

(24) En oct. 1981 la presse locale a relaté la prise d'une Tortue luth de 400 ou 500 kg, le 29 sept. 1981 par le chalutier *Frank-Alain* de Port-Vendres (Pyr.-Or.) à 4 milles au N.-N.E. de ce port (Duguy et Duron, 1982). Il semble s'agir d'une femelle qui aurait été remise à l'eau quelques heures après ou qui s'y serait jetée après avoir été débarquée et débarrassée de ses liens. Aucune observation scientifique n'a pu être effectuée.

(25) Un spécimen de 2 m de long pesant 250-300 kg environ, a été pris dans un filet par un pêcheur de Palavas (Hérault) le 1 sept. 1982 (Gramentz, 1986, *in litteris*).

(26) Le 14 sept. 1984, MM. G. Cheylan et O. Iborra (1985, *in litteris*) ont observé un individu en mer près du rocher du Grand Congloué (B.-du-Rh.).

(27) Le 23 nov. 1985, au large de Santa Manza (Corse), M. E. Augustin a libéré d'une palangre une Tortue luth de 1,50 m de long et d'environ 150 kg. Ramenée à terre, elle a ensuite été relâchée.

(28) Duguy (1986) signale qu'une femelle de 1,93 m (carapace : 1,30 m) a été trouvée morte au Grau-du-Roi (Gard) le 5 juin 1985.

## DISCUSSION

Seulement 30 captures ou observations de Tortues luth ont été enregistrées sur les côtes françaises de la Méditerranée, Corse comprise, en un peu plus de 4 siècles. La moitié ont été réalisées au niveau des



côtes du Golfe du Lion où dominent les plages sableuses et un tiers sont localisées entre Sète et Palavas. Cependant, dans l'état actuel des connaissances il n'est pas possible d'attribuer une signification particulière à ces constatations.

Les 19 dates connues indiqueraient que la Tortue luth se rencontre dans cette région à partir de juin (4 observations), en juillet-août (4 observations chaque mois), peut-être plus souvent en sept. (6 observations) et même jusqu'en nov. (1 observation).

D'après Duguay (1983 et 1986) la période d'observation sur les côtes françaises de l'Atlantique est surtout estivale avec un maximum en juillet (29 %) et en août (32 %). Duguay (1983) suppose que ces individus proviennent de Guyane, où se situe la zone de ponte la plus importante, et considère que leur présence est favorisée par le courant de la Dérive Nord-Atlantique. Pour Knoepffler (1962) des individus de même origine pénètrent en Méditerranée par le Détroit de Gibraltar. Leur cheminement plus complexe pourrait expliquer les dates plus tardives. Capocaccia (1967) a également relevé un décalage des dates d'observation entre le Sud et le Nord de la Méditerranée occidentale.

La distribution des 71 captures en Méditerranée que donnent Capocaccia (1967), Bruno (1970 et

1976), Fretey et Bour (1980) et les 24 nouvelles observations que nous avons répertoriées montrent que la majorité d'entre elles (70) est située dans le bassin occidental, 18 sont localisées de l'Adriatique aux côtes tunisiennes, tandis que 6 seulement sont connues sur les côtes de Lybie, d'Égypte, de Turquie et de Crète. Cette constatation semble conforter l'hypothèse d'une origine Atlantique des Tortues luth de Méditerranée, du moins d'un certain nombre d'entre elles qui viendraient renforcer une population locale. En effet, le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris possède depuis 1835 au moins, un spécimen de *Dermochelys coriacea* (n° MNHN 692) d'origine « Méditerranée » dont la taille (longueur totale : 105 mm; longueur de la carapace : 70 mm) et la cicatrice ombilicale non refermée confirment qu'il s'agit d'un nouveau-né (Bour, 1986, *in litteris*). De son côté, Bruno (1969, 1970 et 1978) signale que la Tortue luth se reproduit, au moins sporadiquement en Sicile (plage de Macconi). Malheureusement cette station a maintenant disparu sous l'effet de divers facteurs anthropiques (Bruno, 1982, *in litteris*).

« En raison de la rareté (...) toute capture avec, au minimum l'indication de date, des dimensions de l'animal et du sexe, mérite d'être signalée » (Fig. 2). Ces mots de G. Petit (1951) sont encore d'actualité.

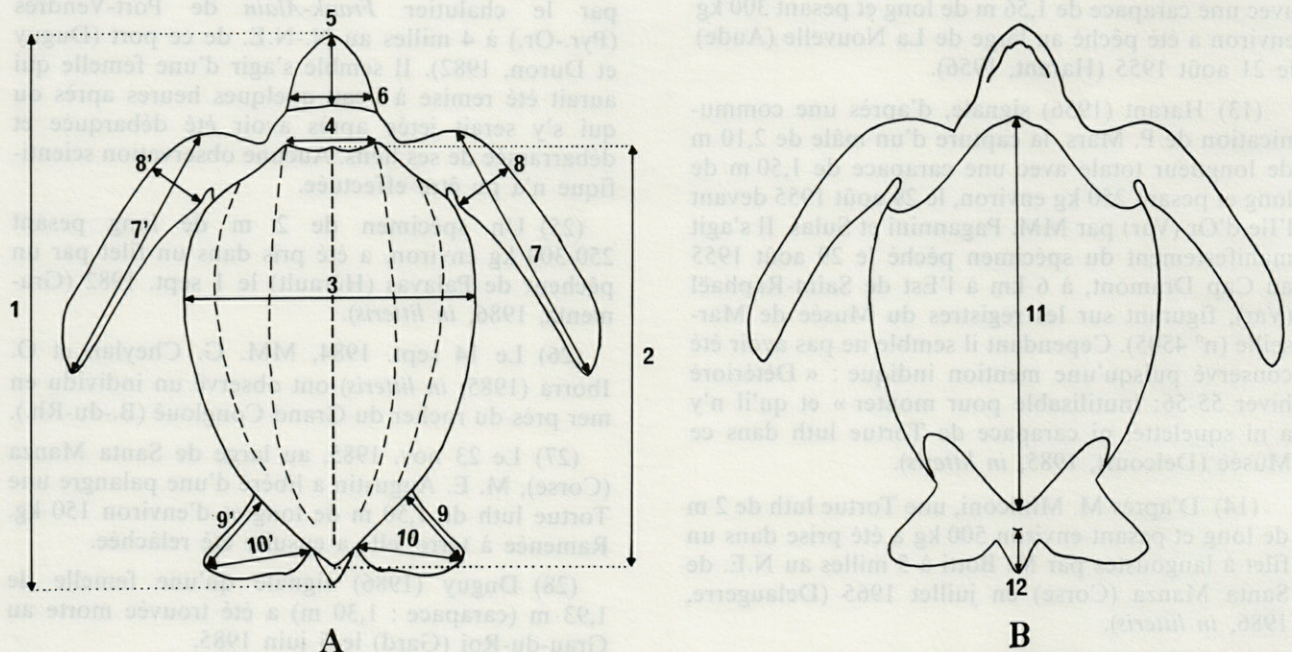


Fig. 2. — Principales mesures à relever sur les Tortues luth, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766) (d'après Duron-Dufrenne, 1978, modifié). A : face dorsale; B : face ventrale.

Principal lengths to take on the Leatherly Turtles, *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766) (after Duron-Dufrenne, 1978, modified). A : dorsal view; B : ventral view.

1 : Longueur totale, Total length; 2 : Longueur de la carapace, Carapace length; 3 : Largeur de la carapace, Carapace width; 4 : Distance entre les deux premières carènes latérales, Length between the foremost lateral keels; 5 : Longueur de la tête, Head length; 6 : Largeur de la tête, Head width; 7/7' : Longueur des nageoires antérieures, Fore flippers length; 8/8' : Largeur des nageoires antérieures, Fore flippers width; 9/9' : Longueur des nageoires postérieures, Posterior flippers length; 10/10' : Largeur des nageoires postérieures, Posterior flippers width; 11 : Longueur du plastron, Plastron length; 12 : Longueur de la queue, Tail length.



Seul un recensement systématique de ces données scientifiques permettra de faire progresser les connaissances sur cette espèce.

REMERCIEMENTS. Nous remercions bien vivement M. le Professeur L.D. Brongersma du Muséum de Leiden (Pays-Bas), MM. R. Bour et M. Delaugerre du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. M. S. Bruno du Parco Nazionale d'Abruzzo (Italie), MM. G. Cheylan et O. Iborra du Muséum d'Aix-en-Provence, M.A. Delcourt du Musée de Marseille, M. J. Duclerc du Laboratoire de Sète de l'I.F.R.E.M.E.R., M.R. Duguy, directeur du Musée océanographique de La Rochelle, M. D. Gramentz de Berlin, M. R. Miniconi de la Réserve naturelle Lavezzi-Cerbicale (Corse) et M<sup>lle</sup> Y. Tito, conservateur de la Bibliothèque de la Faculté de Médecine de Montpellier, pour les renseignements, les documents ou les conseils qu'ils nous ont très obligeamment communiqués.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMOUREUX Fils, 1778. Observation sur une Tortue. *Obs. Phys. Hist. nat. Arts, Paris*, 11 (1) : 65-68.
- BRONGERSMA L.D. et A.F. CARR, 1983. *Lepidochelys kempfi* (Garman) from Malta. *Proc. Kon. Ned. Akad. wet.*, ser. C, 86 (4) : 445-454.
- BRUNO S., 1969. Tartarughe marine nel Mediterraneo. *Boll. W.W.F., Roma*, 2 (4) : 12-13.
- BRUNO S., 1970. Anfibi e Rettili di Sicilia (Studi sulla fauna erpetologica italiana. XI). *Atti Accad. Gioenia Sci. nat. Catania*, ser 7<sup>o</sup>, 2 : 1-144.
- BRUNO S., 1976. Rettili d'Italia. Tartarughe e Sauri. Vol. I. Roma, Martello-Giunti editore.
- BRUNO S., 1978. Le Tartarughe nei mari italiani e nel Mediterraneo. *Natura Montagna*, 25 (3) : 5-17.
- CAPOCACCIA L., 1967. La *Dermochelys coriacea* nel Mediterraneo (Reptilia, Testudinata). *Atti Accad. ligure*, 24 : 318-327.
- CAPRA F., 1949. La *Dermochelys coriacea* (L.) nel golfo di Genova e nel Mediterraneo. *Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria*, 63 : 270-282.
- CARUS V., 1889-1893. Prodrumus faunae mediterraneae. Sive descriptio animalium Maris Mediterranei incolarum quam comparata silva rerum quatenus innotuit adiectis locis et nominibus vulgaribus eorumque auctoribus in commodum Zoologorum. Vol. II. Brachiostomata. Mollusca. Tunicata. Vertebrata. Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlahshandlung (E. Koch) : I-IX + 1-854.
- COMPANYO L., 1863. Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales. Tome troisième. Perpignan, Alzine édit. : 1-942.
- DUGUY R., 1968. Note sur la fréquence de la Tortue luth (*Dermochelys coriacea* L.) près des côtes de Charente-Maritime. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 4 (8) : 8-16.
- DUGUY R., 1983. La Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) sur les côtes de France. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 7 (1, Suppl.) : 1-38.
- DUGUY R., 1986. Observations de Tortues marines sur les côtes de France en 1985. *Annls Soc. Sci. nat. Chart.-Mar.*, 7 (4) : 543-546.
- DUGUY et M. DURON, 1981. Observations de Tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) sur les côtes de France en 1980. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 6 (8) : 819-826.
- DUGUY et M. DURON, 1982. Observations de Tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) sur les côtes de France en 1981. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 6 (9) : 1015-1020.
- DUGUY et M. DURON, 1983. Observations de Tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) sur les côtes de France en 1982. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 7 (3) : 381-384.
- DUGUY et M. DURON, 1985. Observations de Tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) sur les côtes de France en 1984. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 7 (3) : 381-384.
- DUGUY R., M. DURON et Cl. ALZIEU, 1980. Observations de Tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) dans les Pertuis charentais en 1979. *Annls Soc. Sci. nat. Char.-Mar.*, 6 (7) : 681-691.
- DURON-DUFRENNE M., 1978. Contribution à l'étude de la biologie de *Dermochelys coriacea* (Linné) dans les Pertuis charentais. Université de Bordeaux I. Thèse de 3<sup>e</sup> Cycle de Biol. an. : 1-112 (multigr.).
- FRETEY J. et R. BOUR, 1980. Redécouverte du type de *Dermochelys coriacea* (Vandelli) (Testudinata, Dermochelyidae). *Boll. Zool.*, 47 : 193-205.
- FRETEY J. et J. LESCURE, 1981. Présence et protection des Tortues marines en France métropolitaine et d'Outre-Mer. *Bull. Soc. herpétol. Fr.*, 19 : 7-14.
- HARANT H., 1949. Sur la capture d'une Tortue luth. *Feuille Nat.*, nouv. sér., 4 : 77.
- HARANT H., 1956. Caractéristique d'une Tortue luth capturée par les pêcheurs de Valras. *Vie Milieu*, 7 (1) : 121.
- KNOEPFFLER L.-P., 1962. Une curieuse anomalie de la carapace de *Caretta caretta*. *Vie Milieu*, 13 (2) : 327-331.
- LINNAEUS C., 1766. Systema Naturae. Editio duodecima, reformata. Stockholm, Laurentii Savii.
- MOREAU E., 1881. Histoire Naturelle des Poissons de la France. Tome deuxième. Paris, Masson édit. : 1-571.
- MOURGUE M., 1909. Capture de *Chelone imbricata* ♀, en rade de Marseille. *Feuille jeunes Nat.*, IV<sup>o</sup> sér., 39 (463) : 144.
- PETIT G., 1951. Capture d'une Tortue luth à La Nouvelle (Aude). *Vie Milieu*, 2 (1) : 154-155.
- RHODIN A.G.J. et H.M. SMITH, 1982. The original authorship and type specimen of *Dermochelys coriacea*. *J. Herpetol.*, 16 (3) : 316-317.
- RISSE A., (1826) 1827. Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes maritimes. Paris, Levrault.
- RONDELET C., 1554. Libri de Piscibus marinis in quibus verae Piscium effigies expressae sunt. Lugduni, Apud Matthiam Bonhomme : I-XVI + 1-607; I-XII + 1-252.
- RONDELET G., 1558. La première partie de l'Histoire entière des Poissons, composée premièrement en latin par maistre Guillaume Rondelet Docteur Régent en Médecine de l'Université de Montpellier. Maintenant traduite en Français sans avoir rien omis estant nécessaire à l'intelligence d'icelle. Avec leurs pourtraits au naïf. Lion, Macé Bonhomme, A la Masse d'Or : I-XII + 1-190.

Reçu le 16 juillet 1985; received July 16, 1985

Accepté le 19 décembre 1985; accepted December 19, 1985







## ANALYSES D'OUVRAGES BOOK REVIEWS

LAUBIER L. et Cl. MONNIOT (1985). — Peuplements profonds du Golfe de Gascogne. Campagnes BIOGAS. IFREMER, Documentation — Publications, B.P. 337, 29237 Brest cédex, 630 p., vol. 16 × 24, cartonné. 400 F

Ce volume contient les résultats recueillis sur les peuplements benthiques profonds du golfe de Gascogne pendant les campagnes effectuées au cours de deux périodes successives : 1972-1974 et 1977-1981. Les caractéristiques hydrologiques, courantologiques, morphologiques et sédimentologiques, indispensables à l'étude écologique des peuplements, sont présentées dans la première partie consacrée à l'étude du milieu, avec des informations sur la production pélagique et le flux organique particulaire.

Dans une deuxième partie, les catégories dimensionnelles de la faune benthique sont étudiées sous l'angle de l'abondance et de la biomasse : méiofaune, macrofaune, mégafaune.

La dynamique des peuplements profonds est abordée dans la troisième partie de l'ouvrage, au niveau des bactéries libres et présentes dans les tractus digestifs des animaux limivores, et de l'ensemble méiofaune-macrofaune à partir d'expériences de recolonisation de sédiments défaunés. L'étude de l'échelon des organismes carnivores vagiles est aussi abordée sous l'angle quantitatif.

Dans une quatrième partie sont réunies, par des spécialistes, les conclusions générales sur la répartition et la biogéographie de chaque groupe zoologique, dans le Nord-Est Atlantique. Ces trente cinq articles témoignent de l'importance de cet aspect des recherches dans le Nord-Est Atlantique. Ces trente cinq articles témoignent de l'importance de cet aspect des recherches dans le domaine profond.

En annexe, sont fournies la liste de l'ensemble des prélèvements effectués au cours des diverses campagnes du programme, la description des techniques de prélèvements et d'analyse chimique de la matière organique, la liste des groupes zoologiques; la bibliographie des publications consacrées aux résultats du programme BIOGAS termine l'ouvrage.

Phylogénie et Biogéographie, Livre jubilaire en l'honneur de Robert HOFFSTETTER. *Geobios, Mem. spec.* N° 6, 492 p. Editions de l'Université Claude Bernard, Lyon, 1982.

Robert Hoffstetter, dont les travaux sur les Vertébrés fossiles font autorité depuis plus de 35 ans, fut de 1972 à 1977, titulaire de la Chaire de Paléontologie humaine du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. A cette occasion il a contribué à faire connaître, parmi les paléontologues de langue française, l'intérêt des méthodes hennigiennes de constructions phylogénétiques encore peu utilisées en France. Ce mémoire réunit une série de 25 travaux consacrés à la phylogénie des différents groupes de Vertébrés, depuis les Agnathes jusqu'aux Hominidés, ainsi que 12 contributions à des problèmes de paléobiogéographie abordés à partir de l'étude des Vertébrés fossiles.

Près de la moitié des auteurs (15) appartiennent à des institutions étrangères, principalement anglo-saxonnes, et un plus grand nombre (22) à des laboratoires français.

Parmi les thèmes abordés, on retiendra les implications phylogénétiques des dernières découvertes paléontologiques dans des groupes aussi variés que les Ostracodermes, les Dipneustes, les Poissons Ostariophysaires, les Amphibiens, les Reptiles Ichtyoptérygiens, Thécodontes, Dinosauriens, Thérop-sides, Cynodontes, ou Gavalidae, l'Archéopteryx et les Oiseaux. Parmi les Mammifères, plusieurs études sont consacrées aux Marsupiaux, d'autres aux Lagomorphes, aux Proboscidiens, au Panda, aux Lutrinae, aux Tarsiers; 5 articles enfin concernent les Hominoïdés. La seconde partie réunit une dizaine de publications consacrées à la paléobiogéographie de diverses régions du monde, ainsi qu'une mise au point plus générale sur le concept de « ponts intercontinentaux » reconsidéré dans le cadre de la tectonique des plaques.

Un ouvrage important non seulement pour les paléontologues spécialistes des Vertébrés, mais pour tous ceux qui, à un titre ou à un autre, s'intéressent à la cladistique, à la phylogénie en général, ou à la paléobiogéographie.

Claude BOUTIN



ANALYSES D'OUVRAGES  
BOOK REVIEWS

Phylogénie et Biogéographie. Livre jubilaire en l'honneur de Robert Hoffstetter. Géodis, Mémoires, N° 492 p. Éditions de l'Université Claude Bernard, Lyon, 1982.

Robert Hoffstetter, dont les travaux sur les Vertébrés fossiles font autorité depuis plus de 35 ans, fut de 1972 à 1977, titulaire de la Chaire de Paléontologie humaine au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. A cette occasion il a contribué à faire connaître, parmi les paléontologues de langue française, l'intérêt des méthodes hennigiennes de constructions phylogénétiques encore peu utilisées en France. Ce mémoire réunit une série de 25 travaux consacrés à la phylogénie des différents groupes de Vertébrés, depuis les Agnathes jusqu'aux Hominiidés, ainsi que 12 contributions à des problèmes de paléobiogéographie abordés à partir de l'étude des Vertébrés fossiles.

Près de la moitié des auteurs (?) appartiennent à des institutions étrangères, principalement anglo-saxonnes, et un plus grand nombre (22) à des laboratoires français.

Parmi les thèmes abordés, on retrouve les implications phylogénétiques des dernières découvertes paléontologiques dans des groupes aussi variés que les Ostracodermes, les Dipneustes, les Poissons Ostariophysaires, les Amphibiens, les Reptiles Ichtyoptérygiens, Thécodontes, Dinosaures, Théropodes, Cynodontes, ou Gaviaïdés, l'Archéoptéryx et les Oiseaux. Parmi les Mammifères, plusieurs études sont consacrées aux Marsupiaux, d'autres aux Lagomorphes, aux Proboscidiens, au Fandou, aux Lutrae, aux Ursidés; 5 articles enfin concernent les Hominoïdes. La seconde partie réunit une dizaine de publications consacrées à la paléobiogéographie de

LAUBIER J. et CL. MONNIOT (1982). — Peuplements profonds du Golfe de Gascogne. Campagnes BIOGAS. IREMER, Documentation — Publication, B.P. 337, 20237 Brest cédex, 630 p., 400 F. vol. 16 x 24, cartonné.

Ce volume contient les résultats recueillis sur les peuplements benthiques profonds du golfe de Gascogne pendant les campagnes effectuées au cours de deux périodes successives : 1972-1974 et 1977-1981. Les caractéristiques hydrologiques, bathymétriques, morphologiques et sédimentologiques, indispensables à l'étude écologique des peuplements, sont présentées dans la première partie consacrée à l'étude du milieu, avec des informations sur la production pélagique et le flux organique particulière.

Dans une deuxième partie, les catégories dimensionnelles de la faune benthique sont étudiées sous l'angle de l'abondance et de la biomasse : mélanes, macrofaune, mégafaune.

La dynamique des peuplements profonds est abordée dans la troisième partie de l'ouvrage, au niveau des bactéries libres et présentes dans les tracts digestifs des animaux filtreurs, et de l'ensemble mélanes-macrofaune à partir d'expériences de recolonisation de sédiments débarrassés. L'étude de l'échelon des organismes carnivores vagiles est aussi abordée sous l'angle quantitatif.

Dans une quatrième partie sont réunies, par des spécialistes, les conclusions générales sur la répartition et la biogéographie de chaque groupe zoologique, dans le Nord-Est Atlantique. Ces trente cinq articles témoignent de l'importance de cet aspect des recherches en Biologie Marine. Ces trente cinq articles ont été publiés dans le volume de cet

Directeur gérant de la publication : J. SOYER

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Printed in France

Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1986

Commission paritaire n° 22217

Imprimerie Louis-Jean, 05002 GAP cédex — Dépôt légal n° 445 — septembre 1986



## INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

### TEXTE

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sur le recto seulement des feuilles numérotées (ne pas excéder 20 pages) sont présentés en trois jeux complets, sous leur forme définitive.

Le titre du manuscrit doit être le plus court possible; il est suivi du prénom et du nom de l'auteur (ou de chacun des auteurs) ainsi que de l'adresse (ou des adresses) du Laboratoire dans lequel a été effectué le travail.

Chaque manuscrit comportera :

- un résumé en français de 15 lignes maximum figurant en début d'article, suivi de sa traduction en anglais,
- des mots clés français et anglais (6 au maximum) permettant un traitement rapide par les revues analytiques,
- un titre abrégé pour haut de page (60 signes et espaces au plus),
- la traduction anglaise du titre de l'article,
- une liste hors-texte des légendes des illustrations et leur traduction en anglais,
- une liste hors-texte des légendes des tableaux numérotés en chiffres romains et traduites en anglais.

Les noms scientifiques (genres, espèces, sous-espèces) figurent en italiques ou soulignés d'un seul trait.

Les références bibliographiques des auteurs cités dans le texte sont regroupées à la fin du manuscrit dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles doivent être conformes aux modèles suivants :

GRIFFITHS C.L. and J.A. KING, 1979. Some relationships between size, food availability and energy balance in the Ribbed Mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol.*, **51** (2) : 141-150.

EAGLE R.A. and P.A. HARDIMAN, 1977. Some observations on the relative Abundance of species in a benthic community. *In* Biology of Benthic Organisms. Edited by B.F. Keegan, P.O. Ceidigh and P.J.S. Boaden, Pergamon Press, Oxford-New York, 197-208.

Le titre des périodiques doit être abrégé d'après les règles internationales (World list of Scientific Periodicals).

Les notes infrapaginales et les remerciements seront aussi brefs que possible.

### ILLUSTRATIONS

Les figures au trait doivent être exécutées à l'encre de chine sur papier calque assez fort, bristol, carte à gratter, papier millimétré bleu. Il est exigé des lettres et chiffres « transfert » par caractères autocollants (de préférence « Futura ») pour le lettrage et la numérotation, dont la taille tient compte de la réduction à supporter. Les figures sont regroupées au maximum en planches dont la justification pleine page est 17 × 24,35 cm une fois réduites (penser à retrancher la légende de ces dimensions); largeur d'une colonne : 8,1 cm. Méthode des « rectangles homologues » pour la réduction : tracer les diagonales d'un rectangle de 17/24,35 cm, les prolonger; tout rectangle admettant ces prolongements comme diagonales correspondra à la justification après réduction. Indiquer le numéro d'ordre des figures en chiffres arabes et le nom de l'auteur au crayon bleu au recto ou au dos. Ne pas inscrire de légende sur les illustrations.

Regrouper les similis (photographies, lavis...) en planches. Employer une échelle graphique qui sera réduite avec la figure, et un lettrage par transfert. Tableaux et planches similis sont numérotés de I à N en chiffres romains. Limiter le nombre des tableaux et ne retenir que ceux qui sont indispensables à la compréhension du travail.

La revue publie gratuitement 2 planches au trait pleine page et 1 seule planche en simili; les illustrations supplémentaires ou en couleurs sont facturées aux auteurs.

### ÉPREUVES ET TIRÉS À PART

Un jeu d'épreuves accompagné du manuscrit est envoyé à l'auteur qui doit retourner l'ensemble après correction et indication de la place des illustrations dans le texte, dans un délai maximum de 15 jours.

25 tirés à part par article sont offerts. Les exemplaires supplémentaires, facturés directement par l'imprimeur doivent être commandés dès réception de l'imprimé spécial joint aux épreuves.

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

### TEXT

The manuscript should be typed double-spaced on one side of white paper, format A4, pages numbered (max, 20 pp), and sent in definitive form, in triplicate, to the editor.

The title of the paper should be as concise as possible; it is followed by the first and second name of the author(s) and address of the laboratory at which the work was done. Each manuscript should include :

- a french summary of 15 lines max., followed by the english translation,
- key words in french and english (6 max.) allowing treatment by abstracting journals,
- short version of title (60 signs and spaces max.),
- english translation of the full title,
- a separate list of figure legends in english and french,
- a separate list of numbered tables with their legends in english and scientific names (genera, species, sub-species) should be written in italics or underlined once.

References of papers cited in the text should be listed at the end of the manuscript in alphabetical order, according to the following models :

GRIFFITHS C.L. and J.A. KING, 1979. Some relationships between size, food availability and energy balance in the Ribbed Mussel *Aulacomya ater*. *Mar. Biol.*, **51** (2) : 141-150.

EAGLE R.A. and P.A. HARDIMAN, 1977. Some observations on the relative abundance of species in a benthic community. *In* Biology of Benthic Organisms. Edited by B.F. Keegan, P.O. Ceidigh and P.J.S. Boaden, Pergamon Press, Oxford-New York, 197-208.

The title of a journal must be abbreviated according to the rules set by the World list of Scientific Periodicals.

Footnotes and acknowledgments should be as brief as possible.

### ILLUSTRATIONS

Line drawings should be prepared with India ink on heavy tracing paper, bristol board, white drawing-cardboard or graph paper (blue grid). Letters and numbers on figures should be large enough to be easily readable after reduction; use letter transfer equipment, preferably Futura characters. As far as possible, figures should be grouped in plates of 17 × 24.35 cm final size (generally the explanations are included in this frame); the width of a single column is 8.1 cm. Prepare figures using the "homologous rectangles" rule; indicate the number of the figure and the author's name with blue pencil on the back of the figure. Do not write explanations on the figure.

Photographs and half-tone drawings must always be grouped as plates. Scale bars are reduced with the figures. Number plates and tables in roman numbers on the back. Limit total number of tables to an absolute minimum of items indispensable for clear presentation.

The journal publishes free of charge two plates with line drawings and one plate of half-tone figures per article. Additional illustrations and colour plates are charged to the author(s).

### GALLEY-PROOFS AND REPRINTS

One set of galley-proofs is sent with the manuscript to the author(s); both proofs and manuscript must be returned to the editor with indications on indispensable corrections and insertion of figures within two weeks.

The journal provides 25 reprints free of charge. Additional reprints can be ordered by using the form enclosed with the galley-proofs.



## VIE ET MILIEU, 1986, 36 (2)

### SOMMAIRE — CONTENTS

Comparaison de la respiration chez <i>Ruditapes decussatus</i> (L.) et <i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve) en fonction de la température. <i>A comparison of oxygen consumption in the carpet-shell clam, Ruditapes decussatus (L.) and the Manila clam, Ruditapes philippinarum as a function of temperature.</i>	
A. BODOY, A. RIVA et Th. MAITRE-ALLAIN	83
Les caryotypes de deux populations du genre <i>Tisbe</i> (Copepoda, Harpacticoida) des Iles Kerguelen. <i>The karyotypes of two populations of the genus Tisbe (Copepoda, Harpacticoida) from the Kerguelen Islands.</i>	
I. LAZZARETTO et A. LIBERTINI	91
Alimentation automnale de la Nette Rousse ( <i>Netta Rufina</i> , Aves, Anatidae) dans le Delta de l'Ebre, Espagne. <i>Autumnal feeding of Red-crested Pochard (Netta rufina) in the Ebro Delta, Spain.</i>	
G.A. LLORENTE, X. RUIZ et J. SERRA-COBO	97
Etude expérimentale des larves de Bothriocéphales parasites de Poissons Pleuronectiformes. Réponses motrices à des stimulations lumineuses. <i>Experimental studies on coracidia in two species of Bothriocephalus parasites of flat fishes. The behaviour to light stimulations.</i>	
O. BERRADA-RKHAMI et C. GABRION	109
Modalités de la cicatrization des écosystèmes méditerranéens après incendie : cas de certains Arthropodes du sol. 1. Introduction, stations d'étude. <i>Regeneration patterns of Mediterranean ecosystems after fire : the case of some soil arthropods. 1. Introduction, studied plots.</i>	
F. ATHIAS-BINCHE et L. SAULNIER	117
Taxonomical significance of scanning electron microscop morphology of the euphyllopods' resting eggs from Morocco. Part I : Anostraca.	
G. MURA and A. THIERY	125
The littoral ascidians of the Spanish Mediterranean. I : from Port Bou to the Islas Medas. F. LAFARGUE, A.A. RAMOS, X. TURON, B. BANAIGS and M. WAHL	133
Note faunistique concernant les Soleinae du Golfe du Lion (Pisces, Soleidae). <i>Faunistic note concerning Soleinae from the Gulf of Lion (Pisces, Soleidae).</i>	
J.P. QUIGNARD, C. BOURQUARD et S. SHEHATA	141
Captures et observations de Tortues Luth, <i>Dermochelys coriacea</i> (Linnaeus, 1766), sur les côtes françaises de la Méditerranée. <i>Records of Leathery turtle, Dermochelys coriacea (Linnaeus, 1766), captured or sighted off the french Mediterranean coasts.</i>	
G. OLIVER	145
Analyses d'ouvrages / Book reviews	151