

ISSN 0240-8759

Vie et Milieu

Vol. 34 n° 4 — Décembre 1984

Périodique d'écologie - Publication trimestrielle

VIE ET MILIEU
PÉRIODIQUE D'ÉCOLOGIE GÉNÉRALE
LABORATOIRE ARAGO - UNIVERSITÉ P. et M. CURIE

Vie et Milieu publie des contributions dans les domaines de l'Ecologie, 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 Mme 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.

Membres du Comité scientifique international :

A. ANGELIER (Toulouse, France), M. BACESCO (Bucarest, R.P. Roumanie), M. BATTAGLIA (Padoue, Italie), M. BLANC (Paris, France), C.F. BOUDOURESQUE (Marseille, France), P. BOUGIS (Paris, France), C. COMBES (Perpignan, France), C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Paris, France), P. DRACH (Paris, France), C. DUBOUL-RAZAVET (Perpignan, France), J. FOREST (Paris, France), R. HESSLER (La Jolla, U.S.A.), A. IVANOFF (Paris, France), W. KÜHNELT (Vienne, Autriche), M. KUNST (Prague, Tchécoslovaquie), M. LAMOTTE (Paris, France), L. LAUBIER (Paris, France), P. LUBET (Caen, France), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), M. PAVANS DE CECCATY (Lyon, France), J.M. PÉRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France), P. REY (Toulouse, France), H. SAINT GIRONS (Paris, France), M. VACHON (Paris, France), E. VIVIER (Lille, France).

Publié avec le concours financier du Conseil Général des Pyrénées-Orientales

Abonnements/Subscriptions 1984

	FRANCE	AUTRES PAYS
Un an (4 numéros) / <i>Annual subscription (4 issues)</i>	470 F	550 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*

Le fascicule 1984 :	FRANCE	ÉTRANGER
	120 F	140 F

Numéros séparés de l'année, volumes antérieurs, suppléments et faunas 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, 1984, 34 (4)

SOMMAIRE — SUMMARY

Aspects sédimentologiques et géochimiques de quelques lagunes du Languedoc-Roussillon (Golfe du Lion) <i>Sedimentological and geochemical aspects of some lagoons of the Languedoc-Roussillon (Golfe du Lion)</i>	F. GADEL, R. BUSCAIL et A. MONACO	161
Les Poissons de l'étang de Mauguio (Hérault, France). Inventaire, structure du peuplement, croissance et polymorphisme des tailles <i>The fishes of Mauguio lagoon (Hérault, France). Inventory, population structure, size polymorphism and growth</i>	J.P. QUIGNARD, R. MAN WAI et R. VIANET	173
L'Anguille <i>Anguilla anguilla</i> des lagunes du Languedoc-Roussillon : Intérêt biologique et valeur halieutique <i>The eel Anguilla anguilla from lagoons of Languedoc-Roussillon : Biological interest and economical value</i>	R. LECOMTE-FINIGER et J. BRUSLÉ	185
Le régime alimentaire des alevins et juvéniles de Loup (<i>Dicentrarchus labrax</i> L.) des lagunes littorales du Golfe du Lion (Etangs Roussillonnais, France) <i>Food and feeding of fry and juveniles of Sea-Bass (Dicentrarchus labrax L.) from Mediterranean lagoons in the Gulf of Lion (France)</i>	C. ROBLIN et J. BRUSLÉ	195
Microfaune des eaux libres de la Sarrasine, écosystème lagunaire semi-contrôlé Méditerranéen <i>Mid-water microfauna communities of the Sarrazine, a Mediterranean semi-controlled lagoon ecosystem</i>	T. LAM HOAI, M. AMANIEU et G. LASSERRE	209
Identification et périodicité du recrutement des juvéniles de Mugilidae dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon <i>Identification and recruitment periodicity of Grey Mullet fry in the Mediterranean lagoons</i>	Michel CAMBRONY	221
Population dynamics of three brackish water Isopod species (Crustacea) in the lagoon system of Bages-Sigean (France). I. General aspects and distribution <i>Population dynamics of three brackish water Isopod species (Crustacea) in the lagoon system of Bages-Sigean (France). I. General aspects and distribution</i>	J. KOUWENBERG and S. PINKSTER	229
Analyses d'ouvrages / <i>Book reviews</i>		241
Table des matières du tome 34 / <i>Table contents of number 34</i>		243

SOMMAIRE - SUMMARY

Aspects sédimentologiques et géochimiques de quelques lagunes du Languedoc-Roussillon (Golfe du Lion) 161

Sedimentological and geochemical aspects of some lagoons of the Languedoc-Roussillon (Gulf of Lion) 161

F. GADIEL, R. BUSCALI et A. MONACO

Les poissons de l'étang de Manguio (Hérault, France): Inventaire, structure du peuplement, croissance et polymorphisme des têtards 173

The fishes of Manguio lagoon (Hérault, France): Inventory, population structure, size polymorphism and growth 173

J.P. QUIGNARD, R. MAN WAI et R. VANET

L'Anguilla anguilla anguilla des lagunes du Languedoc-Roussillon: Intérêt biologique et valeur piscicole 183

The eel *Anguilla anguilla* from lagoons of Languedoc-Roussillon: Biological interest and economical value 183

R. LECOMTE-FRINGER et J. BRUSLE

La région alimentaire des alevins et juvéniles de Loup (*Dicentrarchus labrax* L.) des lagunes littorales du Golfe du Lion (France, Roussillon) 183

Food and feeding of fry and juveniles of Sea-bass (*Dicentrarchus labrax* L.) from Mediterranean lagoons in the Gulf of Lion (France) 183

C. ROHLIN et J. BRUSLE

Microbiologie des eaux libres de la station expérimentale lagunaire semi-contrôlée Méditerranéenne 209

Micro-water microbiology experiments of the semi-controlled Mediterranean lagoon 209

T. LAM HOAI, M. AMANNI et G. LASSEKRE

Identification et périodicité du recrutement des juvéniles de *Megalops* dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon 223

Identification and recruitment periodicity of Goby juveniles in the Mediterranean lagoons 223

Michel CAMBRONY

Population dynamics of three brackish water teleost species (*Crucian*) in the lagoon system of the Languedoc-Roussillon (France): I. General aspects and distribution 223

Les référés suivants ont examiné les manuscrits publiés dans le volume 34. La rédaction leur exprime sa reconnaissance pour leurs analyses et leurs critiques constructives.

The following persons have reviewed manuscripts published in volume 34. Their constructive comments have been valuable for the authors and are greatly appreciated by the editors

- J. ARRIGNON, Compiègne; S.V. BOLETZKY, Banyuls-sur-Mer; J. CASTEL, Arcachon; P. CHARDY, Brest; F. CINELLI, Pise (Italie); H. DESCIMON, Marseille; H. FARRUGGIO, Sète; J. FERRARI, Ferrara (Italie); P. GALL, Créteil; R.N. GIBSON, Oban Argyll (Scotland); D.J. GROVE, Anglesey (North-Wales); J.G. HARMELIN, Marseille; A.V. HOLDEN, Pitlochry (Scotland); G. JACQUES, Banyuls-sur-Mer; T. JALANTI, Lausanne (Suisse); J. JOURDANE, Perpignan; J.P. LABAT, Banyuls-sur-Mer; R. LABAT, Toulouse; K. MANGOLD, Banyuls-sur-Mer; C. MAURIN, Nantes; R.C. NEWELL, Plymouth (U.K.); J.P. QUIGNARD, Montpellier; J. REY, Toulouse; R. RIEDL, Vienne (Autriche); J.R. RYLAND, Swansea (U.K.); H. SALEMAA, Helsinki (Finlande); L. SCHMEKEL, Münster, (R.F.A.); R.J. SCHMITT, Santa Barbara (U.S.A.); M. SHAPIRO, Davis (U.S.A.); A. SOURNIA, Roscoff; F.W. TESCH, Helgoland (R.F.A.); J. VERNEAUX, Besançon; D.W. VERVOORT, Leiden (Pays-Bas); M.J. WELLS, Cambridge (U.K.); A.M. WIEDERHOLM, Uppsala (Suède).

ASPECTS SÉDIMENTOLOGIQUES ET GÉOCHIMIQUES DE QUELQUES LAGUNES DU LANGUEDOC-ROUSSILLON : (GOLFE DU LION)

*Sedimentological and geochemical aspects of some lagoons
of the Languedoc-Roussillon : (Golfe du Lion)*

François GADEL, Roselyne BUSCAIL, André MONACO

*Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie marines
Université de Perpignan,
66025 Perpignan*

SÉDIMENTOLOGIE
GÉOCHIMIE
LAGUNE
GOLFE DU LION

RÉSUMÉ. — Le remplissage sédimentaire de trois lagunes du Golfe du Lion (Canet-S'-Nazaire, Salses-Leucate, Bages-Sigean) résulte de la transgression holocène qui a envahi des dépressions naturelles. Leur spécificité morphosédimentaire dépend des structures et paléo-reliefs initiaux, mais également de l'importance des arrivées terrestres et marines qui contrôlent les vitesses de sédimentation et du fort impact des conditions météorologiques propres au climat méditerranéen. Bien que soumises aux mêmes phénomènes généraux, ces lagunes présentent chacune leurs particularités suivant leur degré de confinement et de colmatage, l'importance des apports terrestres et marins. Ces effets restent sensibles au niveau de la nature du remplissage holocène et des caractéristiques du fonctionnement actuel : hydrodynamisme, processus de sédimentation, comportement des éléments minéraux et des composés organiques. Ils influent également sur les caractères des divers gradients granulométriques et géochimiques existant sur toute l'étendue des plans d'eau et dans l'épaisseur des dépôts.

SEDIMENTOLOGY
GEOCHEMISTRY
LAGOONS
GOLFE DU LION

ABSTRACT. — The sedimentary filling of the three lagoons of Golfe du Lion (Canet-St-Nazaire, Salses-Laucate, Bages-Sigean) can be attributed to the holocene transgression which invaded natural depressions. Their typical morphosedimentary characters result from initial structures and paleoreliefs, the extent of terrestrial and marine supply which control the rates of sedimentation and strong effects of meteorological conditions characteristic of Mediterranean climate. Although subjected to the same general phenomena, each lagoon reveals individual particularities according to the degree of confinement and filling and the extent of terrestrial and marine supply. The nature of the Holocene deposits and the actual working of mineral and organic components result from these effects. They also influence various granulometric and geochemical trends : vertically throughout the sediment thickness and horizontally both in water and sediment all over the study area.

INTRODUCTION

Le chapelet de lagunes qui jalonne le littoral du Golfe du Lion est un héritage de la transgression post-glaciaire.

Ces plans d'eau offrent des caractères très diversifiés qui résultent de leur position morphostructurale, de leur degré de comblement, de la nature du matériel participant au colmatage et de l'importance des communications avec la mer.

Leurs caractères communs tiennent à leur histoire géologique, à leur faible bathymétrie et aux effets climatiques dominés par les vents de nord-ouest qui règlent la distribution du matériel minéral et organique.

Les caractères physicochimiques et les mécanismes de la diagenèse à l'interface eau-sédiment et dans les dépôts superficiels résultent à la fois des caractères généraux et particuliers.

Dans notre étude, nous nous limiterons à l'analyse de trois écosystèmes lagunaires du Languedoc-Roussillon (Fig. 1) :

- la lagune de Canet-S'-Nazaire,
- l'étang de Salses-Leucate,
- le complexe lagunaire de Bages-Sigean.

Nous aborderons successivement :

— l'origine de ces lagunes dans le contexte morphostructural de l'arrière-pays et leur évolution dans le cadre du dernier cycle climatique (Pléistocène-Holocène),

— la nature des dépôts et la distribution des faciès en surface résultant des processus dynamiques directement contrôlés par le régime climatique,

— le fonctionnement actuel, c'est-à-dire l'origine et le transfert des apports minéraux et organiques ainsi que leur évolution diagenétique, plus spécifiquement dans l'exemple de l'étang de Canet.

ORIGINE ET ÉVOLUTION DES LAGUNES

L'étude des étangs du littoral méditerranéen du Golfe du Lion a permis d'établir des relations génétiques et de comparer leur évolution récente (Duboul-Razavet et Martin, 1981).

Ces lagunes marquent approximativement les limites de la dernière transgression qui a légèrement dépassé le niveau marin actuel vers 4500 Y.B.P. (Aloisi *et al.*, 1978). Elles se situent le plus souvent

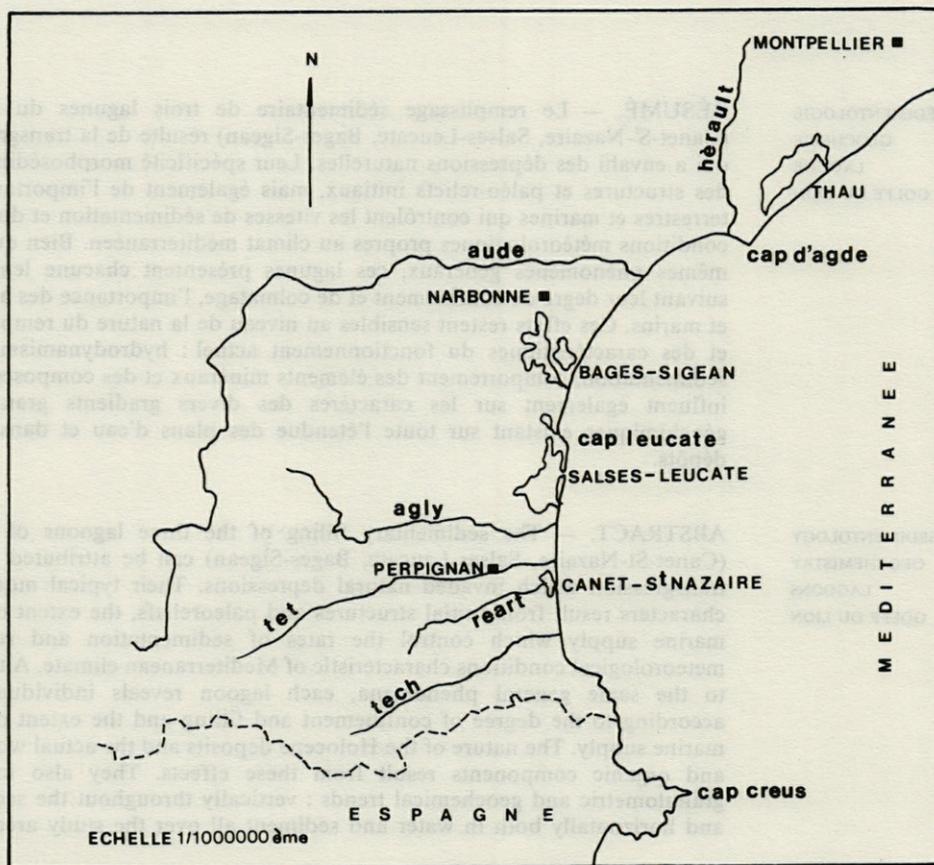


Fig. 1. — Situation des lagunes du Languedoc-Roussillon.
Geographical location of the Languedoc-Roussillon lagoons.

sur l'emplacement d'un paléochenal würmien remblayé par quelques dizaines de mètres de dépôts saumâtres et marins holocènes. Ces paléochenaux empruntent eux-mêmes des dépressions naturelles liées à des dispositions morphologiques et structurales d'origine variable. L'étang de Leucate, par exemple, occupe l'emplacement du synclinal crétacé de l'Agly, le complexe lagunaire de Bages-Sigean un graben entre des môles mésozoïques; la lagune de Canet est enchassée entre les buttes d'une paléomorphologie post-pliocène.

Sur ces structures préexistantes les milieux lagunaires se sont mis en place et ont évolué jusqu'à nos jours suivant un modèle général soumis toutefois aux particularités locales : degré d'ouverture sur la mer, présence de cours d'eau alimentant la lagune, nature des affleurements avoisinants.

D'une façon générale, l'existence de ces plans d'eau est conditionnée par la mise en place, lors de la stabilisation du niveau marin, d'un prisme sédimentaire sableux épicontinental à l'abri duquel sédimentent des matériaux vaso-silteux plus fins (Aloisi *et al.*, 1977). La partie émergée de ce prisme constitue le cordon littoral isolant à divers degrés la lagune du milieu marin avec lequel elle communique par des ouvertures permanentes ou temporaires appelées graus.

Les dépôts, principalement vaseux, peuvent atteindre des puissances de 10 à 30 m pour la période holocène.

1. L'étang de Canet-S'-Nazaïre

Le plus méridional du littoral du golfe du Lion, d'une superficie de 480 ha, il représente un exemple de plan d'eau en fin d'évolution; pratiquement colmaté par les alluvions du Réart (Gadel, 1968), sa profondeur maximum n'excède pas 1 m.

Un profil transversal est-ouest permet de différencier dans le remplissage holocène les diverses unités sédimentaires qui sont venues se déposer sur les formations marno-sableuses pliocènes (Martin *et al.*, 1981) (Fig. 2).

Situé à l'emplacement d'un ancien golfe marin, le colmatage débute par un épandage sableux contemporain d'un niveau marin établi vers 6000 Y. B.P.

A partir de 5000 Y. B.P., le golfe s'est fermé par l'édification d'un prisme sableux à l'emplacement du cordon littoral actuel. A l'abri de ce prisme débute un colmatage vaseux aujourd'hui en voie d'achèvement qui correspond aux dernières divisions de l'Holocène : Atlantique, Subboréal, Subatlantique. Les vitesses de sédimentation de ces dépôts sont très variables dans le temps et dans l'espace; elles sont en moyenne de quelques millimètres/an pour l'ensemble de l'Holocène.

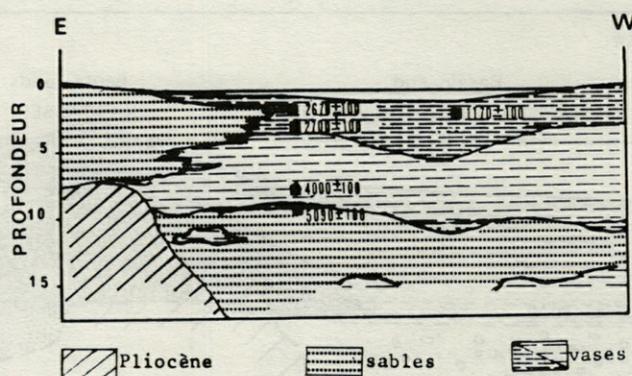


Fig. 2. — Chronostratigraphie du remplissage sédimentaire holocène de l'étang de Canet-S'-Nazaïre.

Chronostratigraphy of the Holocene filling of the Canet-S'-Nazaïre lagoon.

Au niveau du delta du Réart et pour l'époque actuelle elles ont été estimées à partir de la distribution du ^{210}Pb à 50 cm/an (Bernat *et al.*, 1984).

2. L'étang de Salses-Leucate

D'une superficie de 5 400 ha, il est situé au nord de la plaine alluviale du Roussillon en bordure des reliefs calcaires secondaires des Corbières. Actuellement en large communication avec la mer par un grau temporaire et deux graus permanents chenalisés (Port-Leucate et Port-Barcarès), il a subi sur la face interne de son lido d'importants aménagements touristiques.

Deux bassins nord et sud, d'une profondeur maximale de 3,50 m sont séparés par une ligne de hauts fonds marqués par les deux îlots de la Rascasse et de Vy.

Une coupe nord-est/sud-ouest (Fig. 3) rend compte des étapes de son comblement (Martin-Buscail, 1978).

Les terrains crétacés (calcaires) et pliocènes (marnes bleues) constituent le substratum du remplissage quaternaire. Leur toit, horizontal à la côte — 30 m sous la partie nord du lido, est entaillé au sud par deux chenaux façonnés par un paléocours de l'Agly. Ces chenaux sont remplis par un alluvionnement grossier de sables et galets, anciennes terrasses fluviales dont le matériel a été repris par les actions marines au cours de la dernière transgression.

— Avant 7000 Y. B.P. le niveau de la mer se situe un peu au-dessous de — 7 m par rapport au 0 marin actuel. A l'emplacement du bassin sud, le remplissage correspond à un milieu d'embouchure dans lequel se met en place le cône de déjection d'un paléocours de l'Agly qui débouchait dans le fond de l'anse de la Roquette. Dans le bassin nord, des

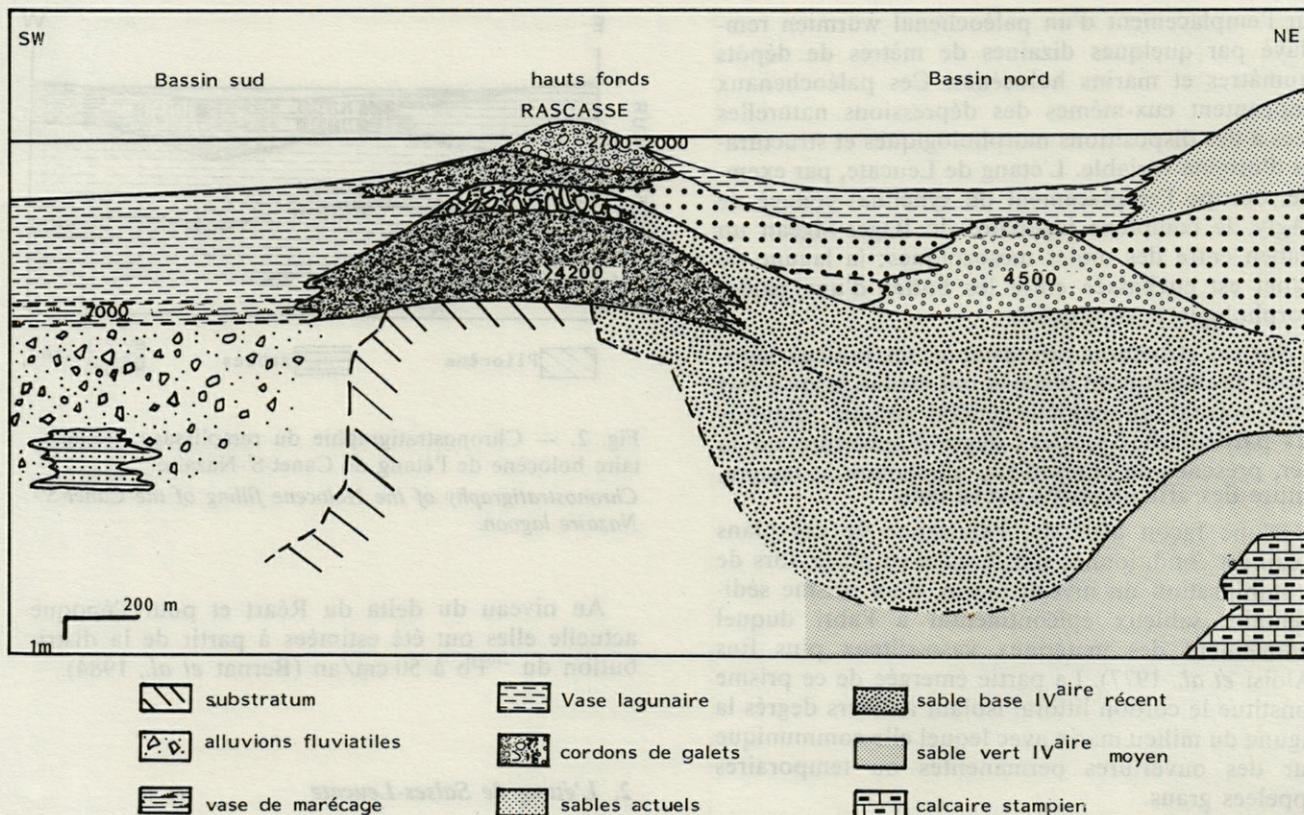


Fig. 3. — Chronostratigraphie du remplissage sédimentaire holocène de l'étang de Salses-Leucate.
Chronostratigraphy of the Holocene filling of the Salses-Leucate lagoon.

dépôts marins sableux colmatent une dépression creusée dans une assise de sables verts du Quaternaire moyen.

— Vers 7000 Y. B.P., le niveau de la mer se situant alors vers -6 m, on assiste au sud à l'établissement du régime lagunaire; au nord, la sédimentation sableuse se poursuit dans la baie de Leucate. Sur la zone des hauts fonds se met en place un cordon inférieur à galets.

— Au maximum de la transgression holocène (4500 Y. B.P.) la remontée rapide des eaux remanie le matériel des terrasses fluviatiles et édifie un cordon marin à galets dans le bassin nord. Sur la zone des hauts-fonds le cordon inférieur isole le bassin sud où s'accumule un dépôt de vase fine. Au cours d'une légère baisse des eaux (-4000 à -2700 Y. B.P.) la partie supérieure du cordon inférieur est remaniée et le matériel sablo-graveleux redistribué sur la zone des hauts fonds. Postérieurement, cette zone voit à nouveau l'édification du cordon à galets de la Rascasse, issu de la reprise par les houles marines d'un ancien cordon qui apparaît sous le lido à -3 m.

— Enfin, vers environ 2000 Y. B.P., la partie nord du cordon littoral actuel se forme. A partir de cette date l'étang prend sa configuration actuelle

avec deux bassins où se développent les dépôts pélicitiques. Les vitesses de sédimentation atteignent $0,3$ mm/an dans les parties centrales et 1 mm/an dans les zones de bordure.

Plus complexe que l'étang de Canet, la lagune de Salses-Leucate n'a pas atteint un stade de comblement aussi avancé que celui de Canet-S'-Nazaire car des voies de communication avec la mer se sont maintenues et ont été ouvertes à une époque récente (Arnaud et Rimbault, 1969).

3. Le complexe lagunaire de Bages-Sigean

D'une superficie de 3700 ha, il comprend actuellement un ensemble de bassins individualisés : l'étang de Capeille, les étangs de Bages et de Peyriac, l'étang de la Sèche, l'étang de l'Aute, l'étang de Sigean et de la Nadière (Cataliotti-Valdina, 1978).

Enchassé entre les reliefs marno-calcaires mésozoïques des Corbières orientales, ses bordures méridionales et occidentales sont constituées par des calcaires oligocènes de faciès lacustre.

Les produits d'érosion de ces reliefs, ainsi que les alluvions fluviatiles de la Berre alimentent sa sédimentation.

Cet étang est pratiquement fermé aux entrées d'eaux marines. La communication avec la mer n'est assurée que par le chenal de Port-la-Nouvelle au moyen de vannes construites en 1950 par les Ponts-et-Chaussées Maritimes. Sa profondeur n'excède pas 2 m; il est principalement alimenté par du matériel fin d'origine continentale. Le matériel grossier, peu important, est issu de remaniements locaux d'anciennes terrasses alluviales (Riss et Würm) de la Berre.

La nature du comblement lié à la transgression holocène est à prépondérance vaseuse sur une épaisseur moyenne d'une quinzaine de mètres.

Actuellement la sédimentation réduite fige l'étang à un stade pratiquement stable à l'exception des zones méridionales de l'étang de Sigean soumises à l'influence de la Berre.

DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE ET DISTRIBUTION DES FACIÈS

La distribution des faciès dans les diverses lagunes du pourtour méditerranéen obéit essentiellement aux effets climatiques généraux.

Les particularités sont introduites par les conditions locales naturelles (bathymétrie, présence d'émissaires, continuité du lido, couverture végétale...) et anthropiques (aménagements) susceptibles de modifier l'équilibre hydrologique.

Les étangs de Leucate et de Canet fournissent à ce titre des exemples significatifs (Fig. 4A et B).

Dans les deux cas la distribution des faciès présente un gradient approximativement ouest-est : pélites — pélites sableuses (> 50 % fraction < 40 μm) à sables — sables vaseux (> 50 % fraction > 40 μm). Au centre des étangs la sédimentation est essentiellement pélitique (jusqu'à 90 % de fraction fine).

A Leucate, une ligne de hauts fonds à faciès sablo-graveleux au niveau des îles de la Rascasse et de Vy détermine deux bassins nord et sud à sédimentation argileuse. Elle correspond, comme on l'a vu, à un axe morphostructural occupé depuis le Quaternaire par des formations grossières fluvio-marines héritées du paléochenal de l'Agly (Fig. 3).

L'évolution historique de l'étang de Canet est soumise à la progression du delta du Réart (10 à 20 m/an Fig. 4B) et plus récemment à la formation d'un petit delta interne au débouché du grau. Ces deux particularités se marquent par une avancée des faciès vasosableux.

Les phragmitaies existant sur la bordure nord en particulier accélèrent les processus d'envasement et de confinement en piégeant les particules fines.

Cette distribution des faciès reste un modèle assez général pour un grand nombre de lagunes du

pourtour méditerranéen : complexe de Bizerte-Ichkeul en Tunisie (Ouakad, 1982; Soussi, 1981), de Mar menor en Espagne (Simonneau, 1973).

Leur évolution dynamique est en effet dominée par les vents du secteur nord à nord ouest. Sous l'effet des houles les particules fines sont remises en suspension et entraînées vers la côte sous le vent. Parallèlement le flux d'eau en direction de l'est entraîne un transit des sables le long du cordon.

Le même type de distribution s'observe dans le complexe lagunaire de Bages-Sigean où le facteur granulométrique a une incidence très nette sur la distribution des populations végétales (Boutière, 1973).

CONDITIONS DE DÉPÔT ET DIAGENÈSE

Les conditions de dépôt et de diagenèse dépendent de plusieurs facteurs :

- l'environnement géologique,
- la nature et l'importance des apports minéraux et organiques,
- les caractères d'oxydoréduction sous la dépendance du régime climatique, et plus localement du régime des échanges hydrologiques eaux continentales — eaux marines.

Généralement, dans ces milieux s'instaurent des gradients géochimiques horizontaux et verticaux très marqués qui rendent compte de l'ampleur des processus dynamiques et diagénétiques.

Les dépôts récents des lagunes sont constitués de vases grises réductrices surmontées d'une pellicule oxydée centimétrique voire millimétrique. Il s'agit le plus souvent d'argiles silteuses héritées du continent auxquelles s'associe le matériel organique d'origine marine, mais surtout d'origine saumâtre avec prépondérance des apports végétaux (Algues et Phanérogames). On considérera tout particulièrement l'exemple de l'étang de Canet-S' Nazaire où l'on suivra le comportement des phases minérale puis organique.

Les cinquante premiers centimètres des dépôts de cet étang montrent la succession lithologique suivante (Fig. 5A) :

- à la base une vase gris gris-beige traversée de filaments végétaux, comportant plusieurs lits coquilliers,
- un niveau de 5 à 10 cm de vase grise à noire à débris végétaux,
- une couche superficielle beige d'ordre centimétrique.

Si les valeurs du pH sont relativement constantes (7,2 à 7,9), par contre le redox subit d'importantes variations avec un minimum marqué au niveau de la passée de vase réductrice gris-noir (— 200 mV) et un maximum dans la couche superficielle (+ 500 mV).

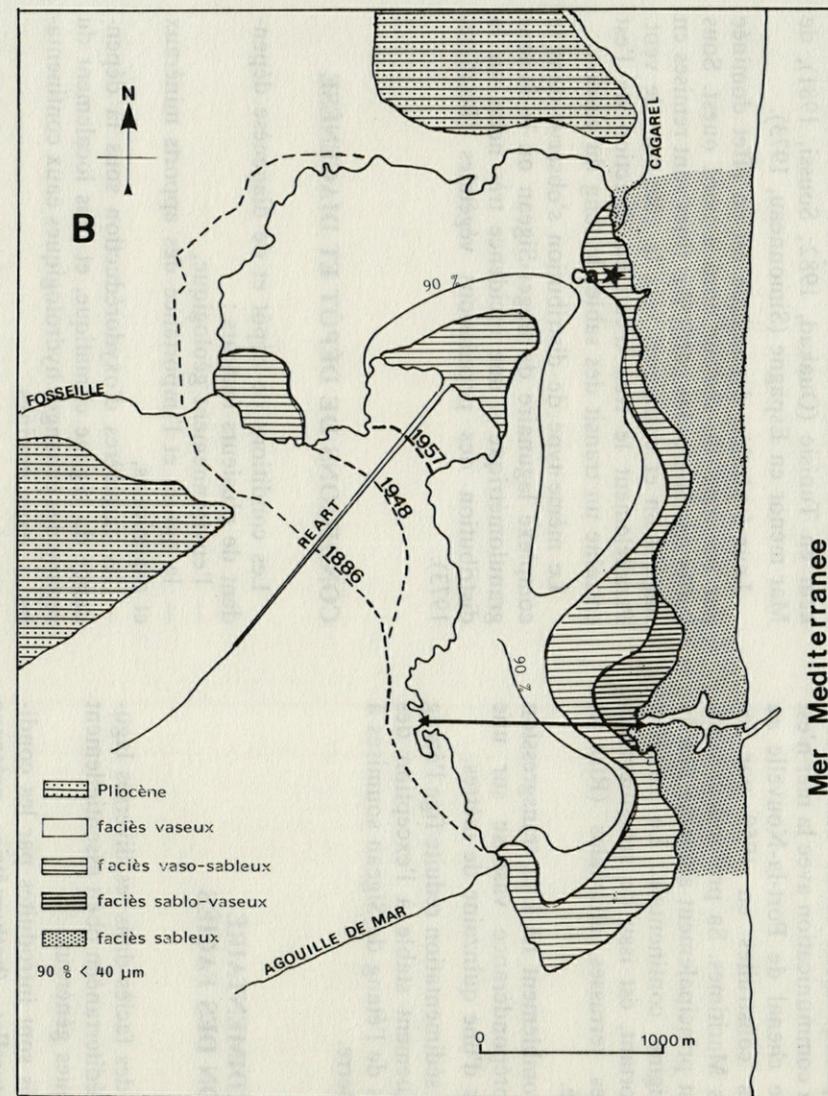
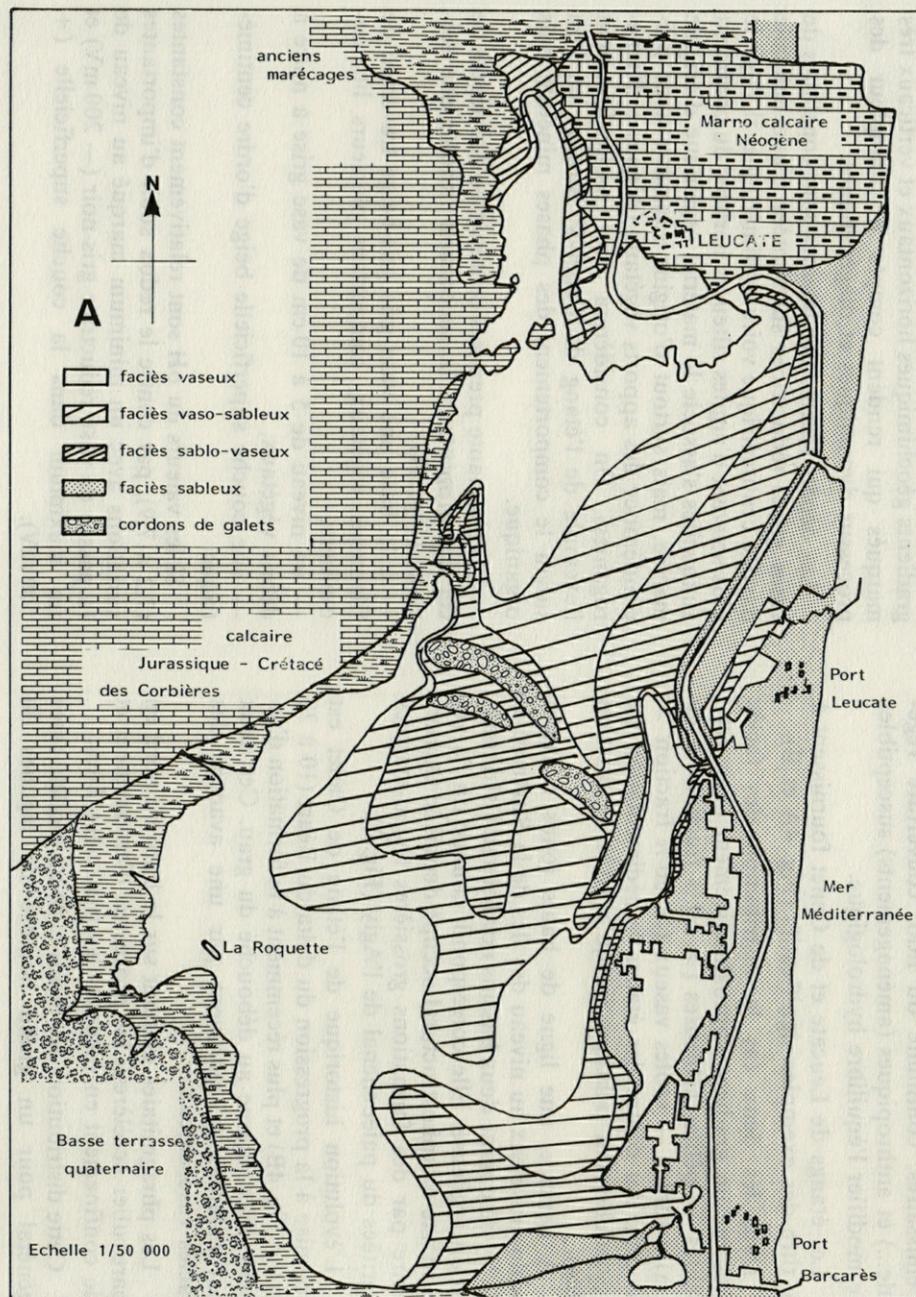


Fig. 4. — A, distribution des faciès de surface dans la couverture sédimentaire de l'étang de Salses-Leucate; B. Distribution des faciès de surface dans la couverture sédimentaire de l'étang de Canet-S'-Nazaire. Progression historique du delta du Réart (d'après B.C.E.O.M. 1970).

A, Distribution of surface facies in the sedimentary cover of the Salses-Leucate lagoon; B, distribution of surface facies in the sedimentary cover of the Canet-S'-Nazaire lagoon. Historic progression of the Reart delta (after B.C.E.O.M. 1970).

1. Comportement de la phase minérale

La composition minéralogique des sédiments reflète fidèlement l'environnement géologique de l'étang. Le cortège des minéraux argileux (illite > smectite > chlorite > kaolinite), les teneurs en calcium (< 0,1%), magnésium (~ 1%) et fer (~ 1%) rendent compte de l'alimentation majeure par les alluvions du Réart à partir des affleurements pliocènes de la plaine du Roussillon.

La distribution verticale ou horizontale des traceurs minéraux permet de reconstituer les processus dynamiques. Si l'on considère les proportions de l'argile la plus fine (smectite), on note de fréquentes variations suivant la verticale (de 15 à 40%), consécutives à l'évolution des conditions d'apports terrigènes et un fort déficit de ce type d'argile dans les suspensions (10 à 15%) par rapport aux teneurs dans les alluvions du Réart et dans la couche superficielle des dépôts (32%). On pense que ce minéral gonflant est impliqué dans les processus de floculation rapide avec le matériel organique; la suspension se trouve alors relativement enrichie en mica-illite, autre composant des vases et minéral possédant en outre un grand pouvoir de flottabilité.

Les observations au microscope électronique montrent de manière évidente l'abondance de ce minéral dans la matière en suspension où il voisine avec les débris organiques et le phytoplancton (Pl. 1a, 1b et 1c). De même on remarque une structure « floculée » des composants du sédiment avec des agrégats associant les argiles et les diatomées (Pl. 1a).

Dans l'ensemble des lagunes, il est donc possible d'utiliser la répartition des argiles pour définir la source du matériel de colmatage et les actions physico-chimiques ou hydrodynamiques qui président à sa distribution ou sa redistribution consécutive aux effets des houles. Par ailleurs, les particules fines, minérales et organiques, servent de support à la plupart des éléments métalliques; cette approche constitue un préalable nécessaire à l'étude géochimique.

Ainsi pour la lagune de Canet, par exemple, les teneurs en fer (~ 5%) et en manganèse (~ 600 ppm) sont globalement identiques dans le sédiment et la suspension. On note toutefois un léger enrichissement à l'interface eau-sédiment dû à la migration verticale de ces éléments vers la couche superficielle où ils forment des microminéralisations d'oxydes (Pl. 1d).

L'analyse des eaux interstitielles rend compte de ces phénomènes pour le manganèse et le zinc notamment, qui présentent un même gradient, marqué par un fort enrichissement en surface (Fig. 5A). Si le manganèse est piégé au niveau de l'interface par précipitation inorganique et organique, le zinc paraît diffuser dans l'eau libre où il serait fixé par les particules de mica-illite (Aston et

Chester, 1973). La concentration de cet élément dans les suspensions de la lagune, cinq fois supérieure à celle du sédiment, confirme son affinité pour le matériel phylliteux et corrobore les expériences *in vitro* effectuées par Faguet (1982).

Les éléments métalliques subissent donc un cycle complexe qui dépend de la nature et du comportement des phases minérales et organiques (Cauwet *et al.*, 1981). Les conditions d'oxydoréduction, particulièrement bien marquées dans les milieux margino-littoraux, rendent plus claire la compréhension des processus diagénétiques (Bernat *et al.*, 1984).

2. Comportement de la phase organique

Les milieux margino-littoraux, soumis à des apports de sels nutritifs importants présentent le plus généralement une grande richesse en matière organique comparativement au domaine marin (Postma, 1969; Phleger, 1982).

Origine

Dans les étangs littoraux, la matière organique est surtout issue des biomasses végétales : végétaux supérieurs et Algues. A celle-ci s'associent, à certaines époques de l'année, des apports planctoniques. Toutefois, la composition originelle du matériel organique est affectée lors du transfert dans la masse liquide (conditions de sédimentation) et au cours de l'enfouissement (diagénèse).

Les dépôts lagunaires constituent, du point de vue de la nature de la matière organique, des cas intermédiaires entre le pôle marin caractérisé par sa richesse en composés azotés et le pôle continental par l'abondance des substances aromatiques issues de la lignine (Gadel, 1980).

Dans le secteur de l'étang de Canet influencé par le delta du Réart, la participation des apports détritiques riches en débris de végétaux supérieurs accentue le caractère aromatique de la matière organique.

A ces apports localisés, s'associe la biomasse de caractère saumâtre, composée en proportions variables de Phanérogames (*Phragmites*, *Ruppia*, *Zostera*, *Potamogeton*, ...) ou d'algues (*Ulva*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*...).

Suivant l'importance relative du matériel phanérogamique et du matériel algaire, les composés humiques résultants sont de nature variable. Dans le premier cas, ils se caractérisent par une certaine richesse en composés phénoliques, dans le second par l'abondance des produits azotés.

La composition élémentaire des acides humiques, fraction insoluble des composés humiques en pH acide, issus d'Algues et de Phanérogames montre bien ces différences (Fig. 5B).

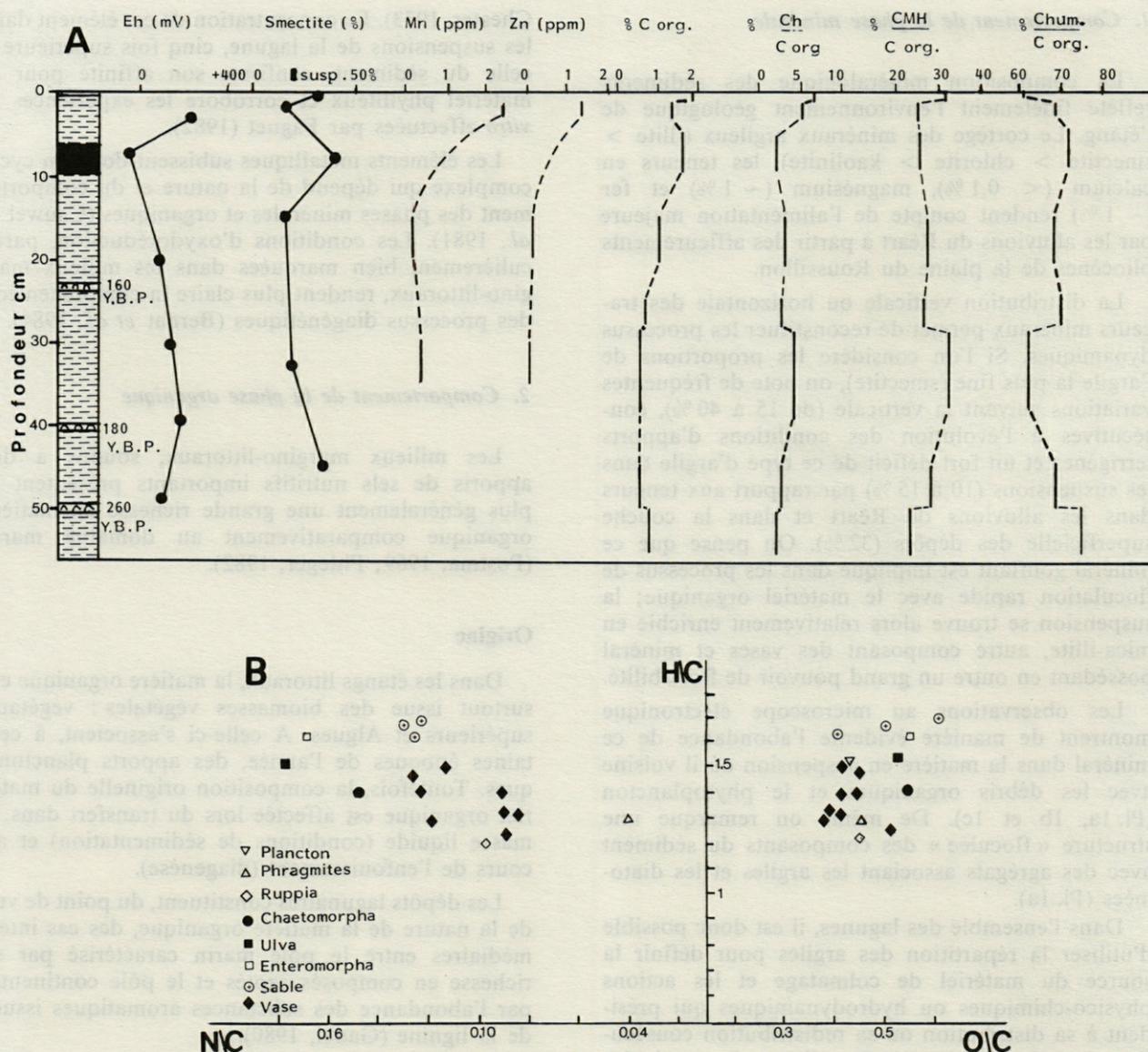


Fig. 5. — A, Lithologie, minéralogie et géochimie des dépôts superficiels de l'étang de Canet-S'-Nazaire. Distribution des métaux (Mn, Zn) dans les eaux interstitielles (d'après BERNAT et al., 1984). Ch : fraction acidosoluble (HCl_2N); CMH : fraction composés humiques (NaOH 0,1 N + $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 1 %); C Hum : fraction humine; V. ox : vase oxydée; V.G. : vase grise; V.N. : vase noire; B, Rapports H/C, N/C et O/C dans les acides humiques : influence de l'origine de la matière organique et du faciès.

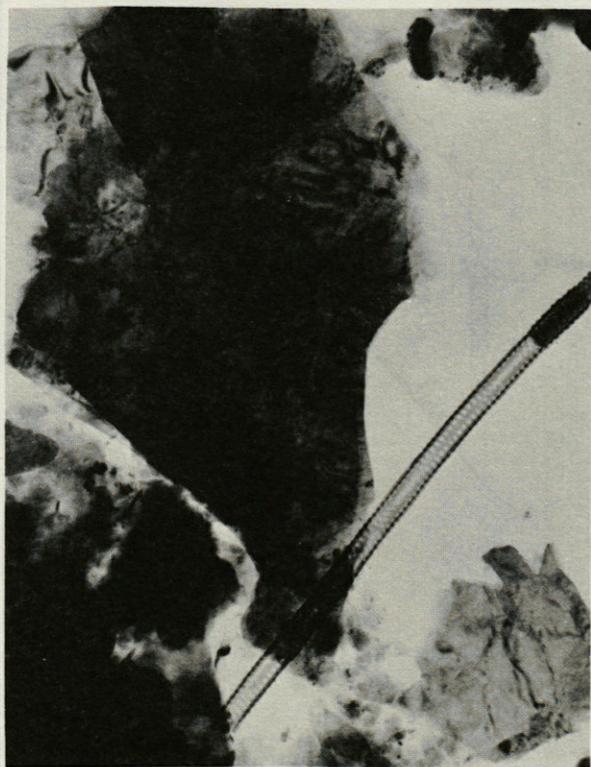
A. Lithology and geochemistry of surface deposits of the Canet-S'-Nazaire lagoon. Distribution of elements (Mn-Zn) in the interstitial waters (after Bernat et al., 1984). Ch : acid-soluble fraction (HCl_2N); CMH : Humic compounds fraction (NaOH 0,1 N + $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 1 %); CHum : humin fraction; V.ox : oxidized mud; V.G. : grey mud; V.N. : black mud; B, H/C, N/C and O/C ratio of humic acids : influence of organic material and environmental conditions.

Les acides humiques issus de la décomposition du matériel algal se caractérisent en effet par une certaine richesse en azote et en hydrogène (rapports H/C et N/C élevés). Les bandes amides sont très développées et le caractère aliphatique marqué en spectrométrie infrarouge. Les substances humiques provenant de la dégradation de Phanérogames présentent au contraire de faibles rapports H/C et N/C, une forte atténuation des bandes amides et CH

saturés et une accentuation des bandes aromatiques liées à leur richesse relative en composés phénoliques.

Transfert et prédiagenèse

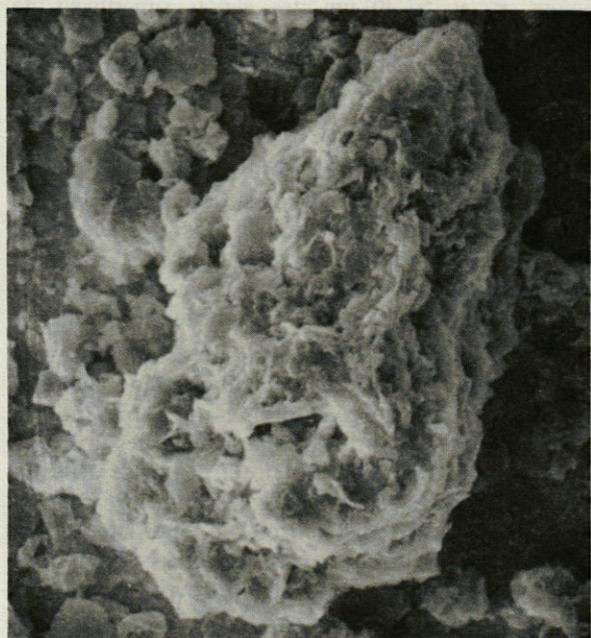
A ce facteur originel qui se marque dans la nature des composés organiques s'associent les effets des conditions de sédimentation qui vont affecter leurs propriétés.



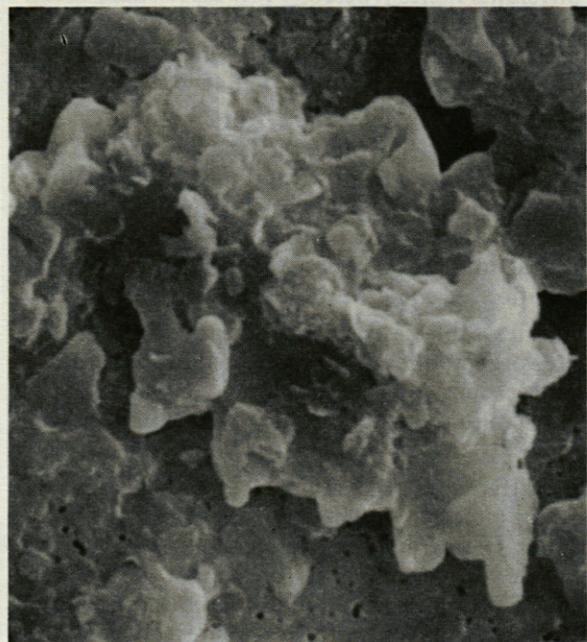
a — 1 µm



b — 0,5 µm



c — 15 µm



d — 3 µm

Pl. I. — Nature et structure des particules dans l'étang de Canet-S¹-Nazaire.

a) Particules minérales en suspension (illite) et Diatomée (M.E.T.); b) Débris organique en suspension (M.E.T); c) Flocon organominéral dans le sédiment (M.E.B.); d) Flocon minéralisé (Mn) dans la pellicule de surface des dépôts (M.E.B.).

Pl. I. — Nature and structure of particles in the Canet-S¹ Nazaire lagoon.

a) Suspended mineral particles (illite) and diatom (T.E.M.); b) Suspended organic particles (T.E.M.); c) Organic-inorganic aggregate in sediment (S.E.M.); d) Manganese mineralisation in the surficial layer (S.E.M.).

Compte-tenu du fort impact des conditions climatiques sur ces milieux de faible profondeur, la dynamique sédimentaire, comme on l'a vu, a progressivement entraîné l'apparition de gradients granulométriques.

Dans le cas de conditions d'oxygénation assez fortes entraînant la mise en place de silts à sables vaseux, on note un accroissement des petites molécules, fraction acido-soluble et acides fulviques, issues de la scissure des poly-condensats. La matière organique est alors relativement hydrolysable et soluble.

Une accentuation des effets oxydatifs dans les zones à très fort brassage peut entraîner une forte minéralisation du matériel organique; les fractions labiles sont alors éliminées, la solubilité est réduite.

Dans les zones de calme à sédimentation péltique de caractère réducteur, l'accumulation de la matière organique s'accompagne d'une faible solubilité des composés organiques (Debyser et Gadel, 1977).

La composition élémentaire des acides humiques est variable suivant la granulométrie des dépôts : les sables sont généralement enrichis en substances azotées et en hydrogène comparativement aux vases (Gadel *et al.*, 1983) (Fig. 5B).

Des différences apparaissent également dans l'importance et la nature de la matière organique au niveau des classes granulométriques correspondant aux différents faciès (Jocteur-Monrozier *et al.*, 1983). Si les fractions fines sont généralement enrichies en matière organique, la présence de matériel particulaire vient souvent accroître les teneurs dans les fractions grossières (Fig. 6).

Au droit du delta du Réart par exemple, dans l'étang de Canet, la distribution de la matière organique dans les dépôts rend compte d'un accroissement des teneurs, ceci principalement au niveau de la fraction grossière ($> 40 \mu\text{m}$), indice de la participation de matériel particulaire (Fig. 6).

Dans les sables vaseux du grau au contraire, la matière organique en quantité réduite se trouve concentrée dans les fractions fines, témoignant par là de sa nature plutôt colloïdale et de sa liaison avec les argiles.

Ces différences se traduisent également dans sa nature à l'intérieur de chacune des classes granulométriques. Les fractions grossières des dépôts de l'étang de Canet, par ex., présentent des acides humiques de caractère aliphatique et azoté (Gadel *et al.*, 1983). Au contraire, les pélites recèlent des composés organiques de nature plus aromatique.

Effets diagénétiques

Après l'altération occasionnée par le transfert dans la masse liquide, les apports subissent avec l'enfouissement une dégradation plus ou moins active fonction de l'activité biologique.

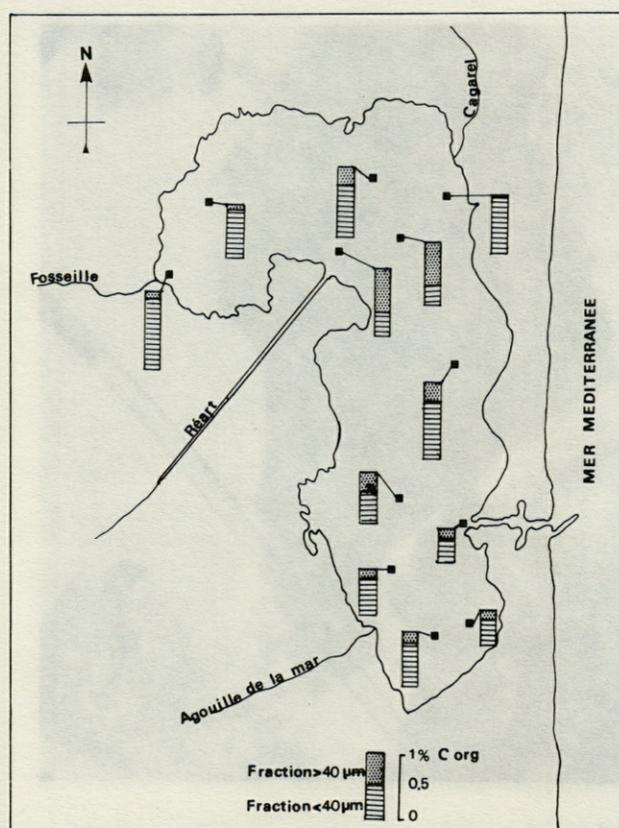


Fig. 6. — Pourcentages de carbone organique dans les fractions $<$ et $> 40 \mu\text{m}$ des dépôts superficiels de Canet-S'-Nazaire.

Organic carbon contents in the coarse ($> 40 \mu\text{m}$) and fine ($< 40 \mu\text{m}$) fractions of surface deposits of the Canet-S'-Nazaire lagoon.

Dans la couche de dépôts de l'étang de Canet, la distribution des composés organiques s'apparente aux observations faites dans le cas des éléments minéraux. Les processus de migration et d'insolubilisation sont également en rapport avec les gradients d'oxydoréduction et l'activité bactérienne.

La décroissance des fractions acidosolubles vers la profondeur constitue un phénomène général (Fig. 5A). Les composés humiques ne subissent pas de fluctuations quantitatives appréciables avec la profondeur. Il faut toutefois noter la baisse du taux d'acides fulviques. Au contraire, l'humine, fraction polymérisée, tend dans l'ensemble à augmenter en importance en rapport avec l'accroissement des processus de condensation et d'adsorption.

Dans leur nature, les composés humiques, les acides humiques tout particulièrement, voient leurs rapports H/C et N/C diminuer considérablement avec l'enfouissement; le rapport O/C n'est pas affecté. Ces processus constituent des phénomènes généraux sensibles dans la plupart des dépôts (Gadel, 1980).

Dans les sédiments de l'étang de Canet, certaines variations se manifestent toutefois en rapport avec

l'évolution des conditions de dépôt et le caractère oxydoréducteur résultant.

Les particularités du profil observé se traduisent par la présence de la passée de vase réduite au-dessous de la couche superficielle très oxydée (Fig. 5 A). A ce niveau, l'accroissement du taux de matière organique s'accompagne d'une baisse de solubilité des composés organiques; l'humine s'accroît. Vers la profondeur, dans les passées plus oxydées, les composés organiques sont plus solubles (30 à 40 cm).

Dynamique saisonnière

A ce processus d'ordre séculaire à millénaire se superposent à l'interface eau-sédiment les effets des phénomènes saisonniers qui se traduisent dans l'importance et la nature du matériel organique.

L'observation montre qu'après le fort développement des biomasses végétales algaires et phanérogamiques durant la période chaude, survient une phase active de dégradation de ce même matériel durant l'automne et l'hiver correspondant à la période catabolique normale en climat tempéré.

Dans l'étang de Canet au début de l'automne, si de forts brassages occasionnés par les vents dominants ne surviennent pas, les eaux se colorent de brun par suite de la dégradation d'une partie de la couverture végétale. Des variations quantitatives de la matière organique affectent également les dépôts superficiels de l'étang de Sigean (Cahet et Gadel, 1976).

Il en est de même pour l'étang de Leucate où sur divers sites les teneurs en matière organique sont plus faibles en automne que durant la période chaude, résultat d'une forte période de dégradation (Martin-Buscail et Gadel, 1983).

D'un point de vue qualitatif le rapport C/N de l'ordre de 5 à 7 en juin, indice de l'abondance relative des matières azotées, et au contraire de 10 à 20 en octobre, rend compte de l'utilisation en automne de ce matériel relativement fragile.

Le comportement des phases minérale et organique à l'interface eau-sédiment et dans l'épaisseur des dépôts lagunaires permet d'appréhender le fonctionnement de ces écosystèmes. A ce titre, la lagune de Canet constitue un bon exemple compte-tenu de l'existence d'une source ponctuelle d'apports continentaux et de la constitution d'un prodelta dans la zone de contact entre eau-douce et eau saumâtre.

Les phénomènes physico-chimiques (floculation) et dynamiques (transfert) sont à l'origine de l'établissement d'un gradient horizontal au niveau de la répartition des minéraux en grains ou en feuillets (argiles) ainsi que du matériel organique, particulaire et colloïdal.

Sur la tranche de dépôt, les gradients géochimiques verticaux résultent à la fois des conditions de sédimentation et des effets diagénétiques qui contrôlent le comportement des éléments métalliques et des composés organiques : échanges, transformation, insolubilisation, migration. Il apparaît, au travers des résultats de travaux réalisés en nature et in vitro, que les processus de migration en général intéressent les complexes organo-minéraux. Ces mécanismes très actifs dans les premières couches de dépôts, sont amplifiés par les effets saisonniers et l'activité biologique.

CONCLUSION

Les caractères de la sédimentation lagunaire présentent les traits généraux et particuliers.

En effet, les lagunes du Languedoc-Roussillon possèdent plusieurs points communs. Il s'agit dans la plupart des cas de dépressions morpho-structurales empruntées par des paléochenaux et comblées au cours de la dernière transgression glacio-eustatique.

Leur caractère confiné résulte de la formation progressive de cordons littoraux sableux à l'abri desquels s'effectue, depuis environ 2000 ans, le remblayage.

Ces milieux margino-littoraux restent soumis, par définition, à la double influence continentale et marine tant du point de vue de la nature des constituants minéraux et organiques des dépôts que des conditions environnementales : hydrologie, chimie, biologie.

Le facteur climatologique s'exprime pleinement dans la distribution générale des faciès, commune à tous les étangs méditerranéens. Compte-tenu des faibles profondeurs, les vents du secteur nord à nord-ouest sont à l'origine d'un processus dominant de reprise sédimentaire.

Les caractères particuliers sont liés à la nature et l'importance de l'apport continental (alluvions ou colluvions) et lagunaire (biomasse) ainsi qu'au bilan hydrologique. Ces deux facteurs déterminent le degré de confinement et par suite le stade d'évolution. Ainsi, la lagune de Canet-Saint-Nazaire représente un état mature.

Si les gradients géochimiques sont un phénomène général à toutes les interfaces eau-sédiment dans les milieux saumâtres et marins, ils offrent une certaine variabilité (forme et amplitude) qui est fonction des conditions particulières du milieu. C'est pourquoi, ils ont été décrits dans un cas spécifique pour illustrer le fonctionnement récent de l'écosystème Canet-Saint-Nazaire.

L'étude des milieux margino-littoraux offre un double intérêt. Ils fournissent un bon exemple des

relations entre des phénomènes à différentes échelles, de la sédimentation plurimillénaire jusqu'au phénomène saisonnier. Ils permettent par ailleurs, une bonne approche des processus sédimentaires, géochimiques et biologiques et de leurs interactions.

Sur cette base, l'aspect prévisionnel peut être atteint et notamment l'impact des aménagements touristiques et industriels.

BIBLIOGRAPHIE

- ALOISI J.C., G. AUFFRET, J.P. AUFFRET, J.P. BARUSSEAU, P. HOMMERIL, C. LARSONNEUR, A. MONACO, 1977. Essai de modélisation de la sédimentation actuelle sur les plateaux continentaux français. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **19** (2) : 181-195.
- ALOISI J.C., A. MONACO, N. PLANCHAIS, J. THOMMERET et Y. THOMMERET, 1978. The Holocene transgression in the Golfe du Lion, Southwestern France. Paleogeographic and Paleobotanical evolution. *Géogr. Phys. Quat.*, **32** : 145-162.
- ARNAUD P. et R. RIMBAULT, 1969. L'étang de Salses-Leucate. Ses principaux caractères physicochimiques et leurs variations (1955-56 et de 1960 à 1968). Thèse Doct. Univ. Montpellier.
- ASTON S.R. et R. CHESTER, 1973. The influence of suspended particles on the precipitation of iron in natural waters. *Estu. Coast. Shelf. Sci.*, **1** : 225-231.
- BERNAT M., G. CAUWET, B. CHASSEFIERE, D. FAGUET, F. GADEL, A. MONACO, M. OUAKAD et Y. THOMMERET, 1984. Behaviour of metallic and radioactive elements in lagoonal sediments : the example of the Canet-S' Nazaïre pond (Mediterranean coast). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **18** : 557-570.
- BOUTIERE H., 1973. L'étang de Bages-Sigean, modèle de lagune méditerranéenne *Vie Milieu*, **24** (1B) : 23-58.
- CAHET G., et F. GADEL, 1976. Bilan du carbone dans les sédiments lagunaires et marins méditerranéens : effets des processus biologiques saisonniers et diagénetiques. *Arch. Hydrobiol.* **77** (1) : 109-138.
- CATALIOTTI-VALDINA D., 1978. Modalités et bilan de la sédimentation pélagique dans un milieu margino-littoral : le complexe lagunaire de Bages-Sigean. Port la Nouvelle. Thèse 3^e cycle, Univ. Toulouse : 1-203.
- CAUWET G., D. FAGUET, F. GADEL, R. MARTIN, A. MONACO, M. OUAKAD et N. SOUSSI, 1981. Formation et évolution sédimentologique et géochimique de lagunes méditerranéennes. *Sympos. Intern. lagunes côtières UNESCO, Bordeaux*, 1981.
- DEBYSER Y. et F. GADEL, 1977. Etude géochimique des composés humiques et des kérogènes, In : *Géochimie Organique des sédiments marins profonds Mission Orgon II — Atlantique N.E. — Brésil*. Ed. CNRS. Paris : 339-356.
- DUBOUL-RAZAVET C. et R. MARTIN, 1981. La sédimentation holocène de trois étangs du littoral du Languedoc-Roussillon. *Bull. Soc. Languedoc géogr.*, **15** (1-2) : 69-86.
- FAGUET D., 1982. Influence des substances humiques sur des formes dissoutes et particulaires de quelques métaux (Zn, Fe, Co, Mn) dans les milieux marin et lagunaire. Thèse 3^e cycle, Toulouse : 1-26.
- GADEL F., 1968. Sur un exemple d'évolution lagunaire : l'étang de Saint-Nazaïre (Roussillon). *Vie Milieu*, **19** (2-B) : 291-321.
- GADEL F., 1980. Géochimie des composés humiques dans les dépôts superficiels Coll. CNRS n° 293 : Biogéochimie de la matière organique à l'interface eau-sédiment marin. Marseille : 45-60.
- GADEL F., R. MARTIN et J.P. DUMAS, 1983. Origine, distribution et évolution de la matière organique dans les dépôts de deux écosystèmes lagunaires méditerranéens. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.*, **28** (7) : 115-118.
- JOCTEUR-MONROZIER L., M., BONJOLY, P. PILLON, F. ANDREUX et B. SOUCHIER, 1983. Distribution of organic matter in grain size fractions of some recent sediments, *Advances in organic geochemistry 1981* : 323-327.
- MARTIN-BUSCAIL R. 1978. Evolution holocène et actuelle des conditions de sédimentation dans le milieu lagunaire de Salses-Leucate. Thèse 3^e cycle. Univ. Toulouse : 1-210.
- MARTIN-BUSCAIL R. et F. GADEL, 1983. Etude comparative de l'importance et de la nature de la matière organique dans les dépôts d'écosystèmes côtiers : Golfe du Lion et Sud Hollande. XXII^e Congrès de l'Association Internationale de Limnologie. Lyon.
- MARTIN-BUSCAIL R., F. GADEL et J.P. BARUSSEAU, 1981. Holocene evolution of the Canet Saint Nazaïre lagoon (Golfe du Lion, France) as determined from a study of sediment properties. *Sedimentology*, **28** : 823-836.
- PHLEGER F.B., 1982. A review of some general feature of coastal lagoons. In : *Coastal lagoons research, Present and Future*. UNESCO. Technical paper in Marine Science, **33** : 7-14.
- POSTMA H., 1969. Chemistry of coastal lagoons. In : *Coastal lagoons, a symposium* (Ayala-Castanares A. et Phleger F.B. eds) : 421-430.
- SIMONNEAU J., 1973. Mar menor (Province de Murcia — Espagne). Evolution sédimentologique et géochimique récente du remplissage. Thèse 3^e cycle, Univ. Toulouse : 1-69.

Reçu le 15 février 1985; received February 15, 1985
 Accepté le 12 mars 1985, accepted March 12, 1985

LES POISSONS DE L'ÉTANG DE MAUGUIO (HÉRAULT, FRANCE) INVENTAIRE, STRUCTURE DU PEUPLEMENT, CROISSANCE ET POLYMORPHISME DES TAILLES

*The fishes of Mauguio lagoon (Hérault, France).
Inventory, population structure size polymorphism and growth*

J.P. QUIGNARD, R. MAN WAI, R. VIANET

Laboratoire d'Ichthyologie,
Université des Sciences et Techniques du Languedoc
Place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex

POISSONS
LAGUNE
CROISSANCE
POLYMORPHISME
PEUPLEMENT
ÂGE
TAILLE

RÉSUMÉ. — La liste des Poissons sédentaires et migrateurs de la lagune de Mauguio est donnée. La structure démographique des populations et le polymorphisme des tailles des individus qui les composent sont étudiés dans le cadre des tactiques déployées par les Poissons pour occuper et exploiter cet étang. La croissance est prise en considération en tant que phénomène intervenant dans la diversification des tailles des individus.

LAGOON
FISHES
GROWTH
SIZE POLYMORPHISM
POPULATION
STRUCTURE
AGE

ABSTRACT. — Sedentary and migratory fishes in Mauguio lagoon (South of France) are briefly reviewed. The relationship between the population structure (polymorphism of size) and the spatio-temporal distribution are interpreted as ecological strategies. Examples are given to show the effects of growth performance on the size composition of fish populations in this lagoon.

L'étang de Mauguio nommé aussi étang de l'Or (Fig. 1) est une lagune méditerranéenne salée (S‰ 3-37) de 3166 ha qui communique avec la mer par un chenal (longueur 1 050 m, largeur 20 m, profondeur 1,50 m à 2 m environ) situé à son extrémité sud-ouest. Sa profondeur est faible : 0,80 m en moyenne, 1,30 m au maximum. Une description de ses principaux traits physico-chimiques et hydrologiques en a été donnée récemment (Quignard et coll., 1983).

Le peuplement ichthyique de Mauguio est composé, comme dans pratiquement toutes les lagunes méditerranéennes (Quignard et Zaouali, 1980), de

Poissons sédentaires pouvant réaliser la totalité de leur cycle vital en lagune et de Poissons migrateurs qui ne peuvent dans les conditions actuelles boucler ce cycle dans ces milieux. Ces migrateurs d'origine marine et parfois limnique, colonisent temporairement chaque année Mauguio puis repartent en mer ou en rivière. De plus des Poissons « occasionnels » font des incursions irrégulières en solitaire ou en bandes plus ou moins importantes.

Ce qui singularise Mauguio des autres étangs du même secteur (Palavas), c'est la présence dans la partie nord-est hypohaline, de Poissons dulçaquicoles.

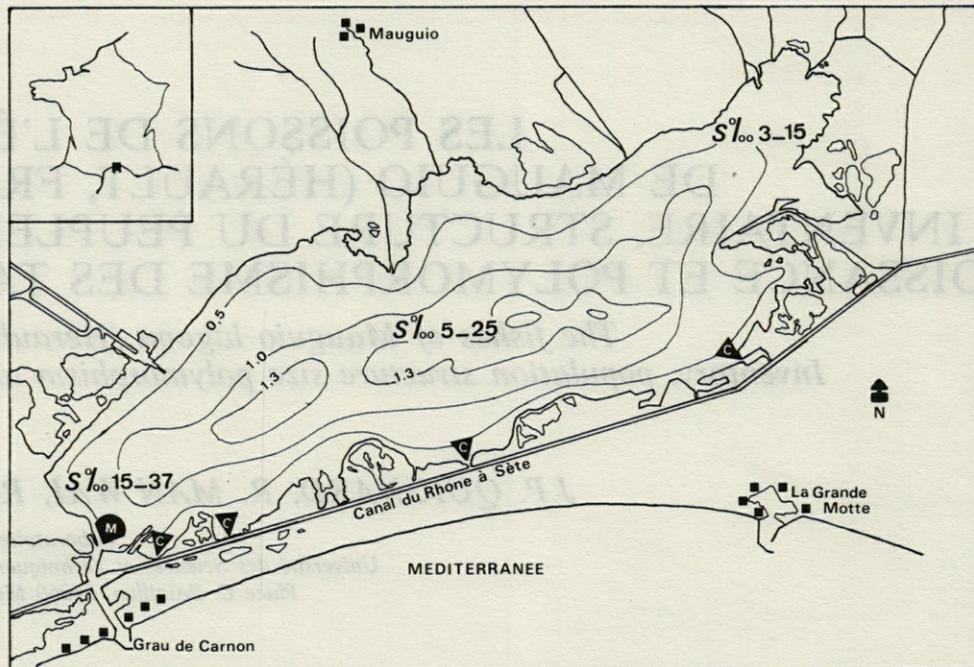


Fig. 1. — Etang de Mauguio ou de l'Or. Bathymétrie, salinité (S ‰).
Mauguio lagoon : Bathymetry, Salinity (S ‰).

A. LES ESPÈCES DE POISSONS RECENSÉES

Entre 1979 et 1983, nous avons répertorié 62 espèces de Poissons (Tabl. I).

Au niveau des sédentaires la richesse spécifique est faible. Seulement 7 espèces ont été recensées : *Syngnathus abaster*, *Syngnathus typhle*, *Blennius pavo*, *Gobius niger*, *Pomatoschistus microps*, *Hippocampus hippocampus*, *Atherina boyeri*. Notons que la sédentarité de l'Athérine est toute relative. En effet, ce Poisson se déplace facilement et rapidement entre la proche mer et la lagune. Seule cette espèce et les Gobies sont abondants.

En revanche, les migrateurs sont relativement nombreux. Nous avons dénombrés 16 espèces migratrices communes et abondantes, plus 11 représentées, sauf année exceptionnelle, par peu d'exemplaires. Au premier groupe appartiennent : *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Belone belone*, *Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *Liza aurata*, *Liza saliens*, *Chelon labrosus*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Pomatoschistus minutus*, *Anguilla anguilla*, *Platichthys flesus*, *Solea vulgaris*, et au second : *Syngnathus acus*, *Serranus*

hepatus, *Diplodus vulgaris*, *Mullus surmuletus*, *Mullus barbatus*, *Scophthalmus rhombus*, *Solea aegyptiaca*, *Sarpa salpa*, *Oblada melanura*, *Spicara maena*.

Les autres espèces marines peuvent être considérées comme exceptionnelles même si parfois on les capture plusieurs années de suite. Dans cette catégorie nous classons : *Alosa fallax*, *Hippocampus ramulosus*, *Atherina hepsetus*, *Boops boops*, *Umbrina cirrosa*, *Lithognathus mormyrus*, *Puntazzo puntazzo*, *Symphodus tinca*, *Symphodus melops*, *Conger conger*, *Trachurus trachurus*, *Lichia amia*, *Scomber scombrus*, *Trigla lucerna*, *Petromyzon marinus*, *Torpedo marmorata*.

Les espèces dulcicoles les plus permanentes sont : *Gasterosteus aculeatus* (abondant), *Gambusia affinis* (assez rare), *Cyprinus carpio*, *Tinca tinca*, *Salmo trutta* (rare). D'autres sont moins constantes; signalées par Autem entre 1977 et 1979, nous ne les avons pas retrouvées. Ce sont : *Alburnus. sp.*, *Rutilus rutilus*, *Esox lucius*, *Ictalurus melas*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*. En 1980, nous avons pêché *Abramis brama*. L'abondance de ces Poissons dépend de la pluviosité et de la gestion de l'eau du Vidourle, petit fleuve situé à l'extrémité nord-est de Mauguio.

Tabl. I. — Ichthyofaune de l'étang de Mauguio (Hérault, France). * année de publication; ** année du recensement; S = espèce sédentaire : + = espèce constante et abondante; 0 = espèce constante, peu abondante; + 0 = espèce constante dont l'abondance est très variable d'une année à l'autre; 00 = espèce peu abondante pouvant être absente certaines années.

*Fish-fauna of the Mauguio lagoon (Hérault, France) : * year of the publication; ** year of the inventor; S = sedentary species : + = constant and abundant species; 0 = constant and not much abundant; + 0 = constant species which abundance changes according to the year; 00 = not much abundant species, may be absent in some year.*

Famille	Espèce	Nom français	Coumey (1897)*	Aubert (1939)**	Bouquard (1977-78)**	Bouquard (1980-81)**	Ouagnon et col. (1980-83)**
ENGRAULIDAE	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Anchois	+	+	+		
CLUPEIDAE	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine		+	+		
	<i>Sprattus sprattus</i>	Sprat		0	0		
	<i>Alosa fallax</i>	Alose finte		0	00		
BELONIDAE	<i>Belone belone</i>	Orphie	0	0	+0		
SYNGNATHYDAE	<i>Syngnathus abaster</i> (S)	Syngnathe		0	+		
	<i>Syngnathus typhle</i>	Syngnathe	+	+	+		
	<i>Syngnathus acus</i>	Syngnathe		0	0		
	<i>Hippocampus ramulosus</i> <i>Hippocampus hippocampus</i> (S)	Hippocampe	0	00	00	0	0
ATHERINIDAE	<i>Atherina boyeri</i> (S)	Athérine	+	+	+		
	<i>Atherina hepsetus</i>	Athérine sauclet			00		
MUGILIDAE	<i>Mugil cephalus</i>	Muge cabot	+	+	+		
	<i>Liza ramada</i>	Muge porc	+	+	+		
	<i>Liza aureata</i>	Muge doré	+	+	+		
	<i>Liza saliens</i>	Muge sauteur	0	+	+		
	<i>Chelon labrosus</i>	Muge lipu	0	+	+		
SERRANIDAE	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	+	+	+		
	<i>Serranus hepatus</i>	Serra taché		0			
SPARIDAE	<i>Sparus aurata</i>	Dorade	+	+	+		
	<i>Diplodus annularis</i>	Sar blanc		0	+		
	<i>Diplodus sargus</i>	Sar rayé		+	+		
	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar noir		+	+	+0	
	<i>Sarpa salpa</i>	Saupe		+			
	<i>Boops boops</i>	Bogue		0	0		
	<i>Oblada melanura</i>	Oblade		0	+0		
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	Marbré		0	0		
CENTRACANTHIDAE	<i>Puntazzo puntazzo</i>	Sar museau pointu		0			
	<i>Spicara maena</i>	Vernière		+	0		
LABRIDAE	<i>Symphodus cinereus</i>	Crenilabre clavière		0	0		
	<i>Symphodus tinca</i>	Crenilabre tanche		0			
	<i>Symphodus melops</i>	Crenilabre rouqué		0	0		
GOBIIDAE	<i>Gobius niger</i> (S)	Gobie noir	+	+	+		
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Mougne	+	+	+		
	<i>Pomatoschistus microps</i> (S)	Petite mougne		+	+		
BLENNIDAE	<i>Blennius pavo</i> (S)	Blennie		+	+		
MULLIDAE	<i>Mullus barbatus</i>	Rouget		0	0		
	<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget		0	0		
SCIAENIDAE	<i>Umbrina cirrosa</i>	Ombrière		0			
ANGUILLIDAE	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	+	+	+		
CONGRIDAE	<i>Conger conger</i>	Congre		0	0		
PLEURONECTIDAE	<i>Platichthys flesus</i>	Flet		+	+		
SOLEIDAE	<i>Solea vulgaris</i>	Sole vulgaire	0	+	+		
	<i>Solea aegyptiaca</i>	Sole égyptienne		0	0		
SCOPHTALMIDAE	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Barbus		0	0		
CARANGIDAE	<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard Saurel		0	0		
	<i>Lichia amia</i>	Liche		0	0		
SCOMBRIDAE	<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau		0	0		
TRIGLIDAE	<i>Trigla lucerna</i>	Grondin cabote		0	0		
PETROMYRONIDAE	<i>Petromyzon marinus</i>	Grande lamproie		0	0		
TOPEDINIDAE	<i>Torpedo marmorata</i>	Torpille marbrée		0	0		
GASTEROSTEIDAE	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Épinoche	+	+	+		
POECILIDAE	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie		0	0		
CYPRINIDAE	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe	+	+	+		
	<i>Abramis brama</i>	Brème		0	0		
	<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette		0			
	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon		+			
SALMONIDAE	<i>Salmo trutta</i>	Truite		0	00	0	
	<i>Esox lucius</i>	Brochet	0	0			
ICTALURIDAE	<i>Ictalurus melas</i>	Poisson-chat		0			
PERCIDAE	<i>Perca fluviatilis</i>	Perche		0	0		
	<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre		0			
CENTRARCHIDAE	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil		+	0	+0	

Richesse spécifique totale : 16 33 56 45

B. STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE DES POPULATIONS

Chez les Poissons sédentaires, la structure démographique peut être qualifiée de normale toutes les classes d'âges potentielles étant représentées.

Il faut souligner que les populations sédentaires sont formées d'espèces qui, quel que soit le milieu, sont de petite taille (10-15 cm au maximum) et qui ont une longévité réduite, le plus souvent inférieure à 5 ans (*Atherina boyeri*, 3 ans; *Syngnathus abaster*, 12-15 mois; *Pomatoschistus microps*, 15-20 mois; *Gobius niger*, 3-5 ans; nous n'avons pas de données concernant *Blennius pavo* et *Hippocampus hippocampus*). Quant à la structure démographique des colonisateurs temporaires (migrateurs), elle est généralement plus simple. La plupart de ces espèces sont en effet essentiellement représentées par des juvéniles 0+ et quelques rares sinon exceptionnels spécimens 1+ âgés au maximum de 14-15 mois. Souvent, dans ce dernier cas, la présence dans Mauguio d'individus 0+ et 1+ d'une même espèce ne coïncide pas dans le temps. Les Poissons présentant de telles structures démographiques sont : la Sardine, le Sprat, le Serran, la Dorade, la Bogue, l'Oblade, le Marbré, le Puntazzo, la Vernière, la Mougne, les Rougets, l'Ombrière, le Chinchard, la Liche, le Maquereau, le Grondin, la Sole (aucun 1+), les Sars, la Saupe, l'Anchois (quelques 1+).

Rappelons que ces espèces migratrices, mise à part la Mougne (*Pomatoschistus minutus*) ont une espérance de vie importante et peuvent atteindre des tailles nettement supérieures à celles recensées dans Mauguio.

Certains migrateurs présentent cependant une structure démographique plus complexe, de nombreuses classes d'âge étant présentes. Ce sont l'Anguille, les Muges, le Flet, le Loup, l'Orphie.

Les Poissons pénétrant exceptionnellement dans Mauguio (Athérine sauclet, Bogue, Congre, Barbus, Crenilabres, Lamproies, Aloses, Torpilles) sont le plus souvent des individus âgés.

Les éléments dulcicoles mis à part, l'Épinoche et la Gambusie ont des âges très variables. En effet, selon les circonstances et les saisons, il peut y avoir des invasions d'alevins et/ou d'adultes qui se maintiennent dans la lagune (partie nord-est) plus ou moins longtemps.

C. SCHÉMA D'OCCUPATION DE MAUGUIO PAR LES MIGRATEURS MARINS

Les individus d'âge 1+, 2+, etc. entrent dans l'étang et en sortent à des périodes assez stables d'une année à l'autre mais très variables selon l'espèce. Ainsi les 1+ de *Diplodus sargus* pénètrent en mars-avril et ressortent en juin tandis que les 1+, 2+, etc. de *Mugil cephalus* vivent dans l'étang de septembre à mai-juin. Ces migrateurs sont des individus faisant pour la première fois ou la n-ième fois le déplacement mer-lagune-mer. Enfin, rappelons que ces mouvements d'entrée et de sortie sont actifs et se font à contre-courant.

Pour les individus 0+ (larves et/ou alevins) on peut admettre le schéma général suivant : chaque année entre août et décembre (Tabl. II), selon l'espèce, la lagune « se vide » des populations de juvéniles 0+, âgés au plus de 8 à 11 mois (seuls les individus de *Pomatoschistus minutus* sont adultes). Un nouveau stock lagunaire se reconstitue ensuite, parfois dès la fin de l'automne (certains muges) (Tabl. II) mais le plus souvent de la fin de l'hiver au tout début de l'été. La sortie de ces individus est toujours active et s'effectue lorsque le courant pénètre dans la lagune. L'entrée peut se faire (Tabl. II) à un stade larvaire planctonique, elle est

alors passive (transport par les courants) et/ou à un stade post-larvaire nectonique et elle est active (nage à contre-courant). Les deux écophases colonisatrices peuvent se succéder pour la même espèce au cours de la même année (tabl. II).

Notons ici les cas particuliers de l'Anchois et de l'Orphie. En effet, dans l'étang de Mauguio on peut récolter des œufs de ces deux Poissons. De plus, dans le cas de *Belone belone*, des individus en pleine activité reproductrice y ont été capturés. L'Orphie semble être le seul Poisson marin pénétrant dans Mauguio et dans quelques autres étangs languedociens à l'état mature.

Tabl. II. — Caractéristiques, dates de première capture dans Mauguio et dates de sortie des 0+. Bilan 1979-1983.
Characteristics, dates of first catch in Mauguio and dates of lagoon exits of 0+ age group. Balance of 1979-1983.

Espèces	Première capture	Stade	Taille Lt mm	Sortie	Taille Lt mm
<i>Engraulis encrasicolus</i>	juin-juillet (août) octobre-février	plancton (oeuf) necton necton		diffuse	
<i>Sardina pilchardus</i>	février mai	plancton necton	15-25 20-70	septembre	90-100(125)
<i>Belone belone</i>	mai	necton	30-41	diffuse	
<i>Mugil cephalus</i>	(sept.) nov. février	necton necton	20-40 20-50	mai-juin	50-100
<i>Liza ramada</i>	novembre février	necton necton	15-35 15-35	mai-juin	25-60
<i>Liza aurata</i>	janvier-février	necton	18-35	mai (juin)	35-85
<i>Liza saliens</i>	novembre mars	necton necton	25-50 25-50	décembre juin	25-50 40-70
<i>Chelon labrosus</i>	août	necton	70-115	avril	95-135
<i>Dicentrarchus labrax</i>	février mai	plancton necton	7-8 20-80	octobre-novembre	(120)160(190)
<i>Sparus aurata</i>	février (avril) mai	plancton necton	16-19 20-40(60)	septembre-octobre	(170)200(220)
<i>Diplodus sargus</i>	mai (juin)	necton	19-25	(août) septembre-octobre	(76)100(120)
<i>Diplodus annularis</i>	fin juin-juillet	necton	17-27	octobre-novembre	(45)75(90)
<i>Diplodus vulgaris</i>	avril-mai	necton	37-46	août-septembre	107-115
<i>Sarpa salpa</i>	avril	necton	31-35	juillet	94-103
<i>Oblada melanura</i>	sept.-oct.	necton	40	octobre	40-62
<i>Spicara maena</i>	juillet-août	necton	36-55	octobre	60-71
<i>Pomatoschistus minutus</i>	mai	necton	10-25	décembre-janvier	60-70
<i>Mullus barbatus</i>	août	necton	40-80		
<i>Mullus surmuletus</i>	août	necton	40-80		
<i>Umbrina cirrosa</i>	fin septembre octobre	necton necton	52-75 60-83		
<i>Platichthys flesus</i>	avril	necton	25-85	décembre-février	105-150(175)
<i>Solea vulgaris</i>	février mai	plancton necton	8-10 (40)70(90)	octobre-décembre	130-210
<i>Anguilla anguilla</i>	janv.-février	necton	60-75		

Si l'on a pu déterminer avec une certaine précision les dates du début d'entrée des larves et des alevins dans Mauguio, la fin de cette pénétration est quasiment indéterminée. Pourtant, pour 4 Poissons que nous avons plus particulièrement étudiés (*Diplodus annularis*, *D. sargus*, *Sparus aurata* et *Platichthys flesus*), d'après les mouvements dans le canal reliant l'étang à la mer (Fig. 1), on peut affirmer que l'alevinage se fait, pour un stade donné (planctonique ou nectonique) sur une période assez courte. Les entrées ultérieures sont exceptionnelles et se font lors de forts coups de mer (vent du sud sud-est ou sud-ouest).

Après leur entrée, ces Poissons se répartissent dans les différents biotopes en fonction de leurs affinités et selon leurs aptitudes. Parmi les Poissons marins, seuls les Muges, l'Athérine, le Loup et l'Anguille occupent en nombre important, avec les Poissons dulçaquicoles la partie nord-est de l'étang. On peut pourtant aussi y pêcher quelques Flets et Soles. Mise à part cette distribution en fonction de ces deux secteurs, étant donné l'homogénéité du milieu (Quignard et col., 1983), on ne distingue pas de répartition sectorielle nette des espèces sinon avec la profondeur. Cette distribution bathymétrique se fait essentiellement en fonction de la taille des Poissons.

D. ORIGINES PARENTALES DES COLONISATEURS MARINS

Pour l'étang de Mauguio, deux cas sont à considérer.

Premier cas : les larves et/ou les alevins sont issus de pontes effectuées en mer; celles-ci sont le fait de géniteurs itéropares (polyvoltes) plus ou moins âgés qui ont ou non séjourné auparavant dans la lagune au stade 0+, plus rarement 1+, 2+, etc. Ce cas est le plus fréquent, il concerne Loup, Daurade, Sars, Flet, Muges, Soles, etc.

Deuxième cas : les larves et les alevins sont issus de pontes effectuées en mer. Les géniteurs dans leur majorité, ont vécu en lagune et sont âgés d'environ un an. Après la reproduction, unique dans leur vie, ils meurent. La semelparité (Poissons univoltes) engendrant une nouvelle génération à partir d'une seule génération antérieure est rare dans le secteur géographique étudié. Elle concerne *Pomatoschistus minutus*. Signalons en plus que les sédentaires *Pomatoschistus microps* et *Syngnathus abaster* sont semelpares.

E. ABONDANCE DES ESPÈCES MIGRATRICES

Le plus souvent, les espèces migratrices abondantes dans la lagune de Mauguio sont celles qui sont

bien représentées sur le proche littoral (Dorade, Loup, Sar rayé, Sar blanc, Muges, Sardine, Anchois, Orphie, Flet, Sole vulgaire). Les espèces rares en lagune sont celles dont la densité est faible en mer (Ombrine, Sar à museau pointu, Sar noir, Liche, Lamproie, Sprat, Alose, Athérine-sauclet, Marbré, Sole égyptienne, Syngnathes, Barbue). Pour ces espèces, il semble logique d'admettre que la densité intralagunaire est directement liée à la pression démographique en mer. La lagune serait alors à considérer comme un simple piège dont « les prises » reflèteraient l'état du stock marin !

A côté de ces espèces, il en existe d'autres pour lesquelles l'abondance en proche mer n'influe pas sur le nombre d'individus en étang. Deux grands cas de figures sont à prendre en compte :

1) le stock marin est faible et la densité des individus correspondants est relativement plus importante dans Mauguio. On peut classer dans cette catégorie *Pomatoschistus minutus*, cas exceptionnel, et peut être la Saupe et l'Oblade mais cela demande à être confirmé.

2) le stock marin est abondant, les individus correspondants sont rares dans Mauguio (Muge lipu, Maquereau, Bogue, Vernière, Rouget, Sar noir, Congre, Crenilabre (*Symphodus tinca* et *melops*), Grondin cabote, Serran taché, Torpille marbrée) et même absents (ex : Pageot, Rascasse, Sole verrue = *Solea impar*, etc.).

Dans ces deux cas le facteur pression démographique ne semble pas jouer de rôle. L'absence totale de certaines espèces très communes sur la côte à l'entrée de la lagune peut s'expliquer en partie par l'absence de biotopes (substrat, comme qualité de l'eau) appropriés dans l'étang mais il y a certainement d'autres facteurs en jeu. Nous n'avons, en effet, jamais constaté de tentatives d'entrées passives (plancton) ou actives (necton) de la part de ces Poissons qui auraient été suivies d'une mortalité totale ou d'un brusque exode.

F. UTILISATION DU MILIEU ET POLYMORPHISME DES TAILLES AU NIVEAU INTRA-SPÉCIFIQUE

Chaque espèce a sa propre tactique pour occuper et exploiter d'une manière efficace un milieu. Dans Mauguio comme dans la plupart des milieux aquatiques les jeunes alevins necto-démersaux vivent dans les parties peu profondes de la lagune. Notre expérience nous a montré que pour que ce soit possible, la hauteur d'eau disponible doit être au minimum double de la hauteur corporelle maximum du Poisson. Les alevins les plus allongés comme ceux des Gobies, des Muges et de l'Athérine vivent très près du bord dans quelques millimètres d'eau. Ceux des Poissons plats, Soles et Flets, malgré ce

caractère, occupent des fonds un peu plus profonds. Les jeunes 0+, à corps élevé comme ceux de la Dorade et des Sars, vivent dans des nappes d'eau encore plus épaisses. Les pélagiques (Sardines et Anchois) évoluent évidemment dans la partie superficielle des eaux situées au-dessus des zones plus profondes.

Au fur et à mesure que ces alevins grandissent, ils colonisent des secteurs de plus en plus profonds.

Pour qu'il y ait une occupation optimale de tout l'espace lagunaire au cours des quelques mois de présence de ces Poissons il faut que la population spécifique présente une large répartition des tailles et que ce phénomène se perpétue sur un laps de temps le plus long possible.

Dans Mauguio, les solutions tactiques à ce problème sont de 2 types :

1) Le polymorphisme des tailles que l'on peut qualifier de « statural » est obtenu « d'emblée » par la présence concomittante de plusieurs classes d'âge. C'est le cas des espèces sédentaires (Tabl. I) : Hippocampe, Athérine (Fig. 2), Gobie noir, petite Mougne (Fig. 3) et Blennie. A ces sédentaires s'ajoutent quelques espèces migratrices pour lesquelles on note la coexistence pendant assez longtemps (Fig. 2)

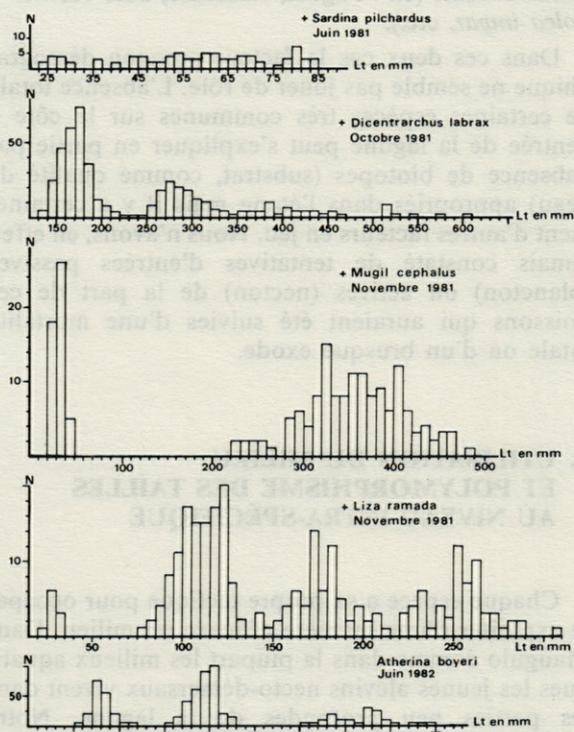


Fig. 2. — Polygone de fréquence des tailles de Poissons dont plusieurs classes d'âges sont présentes dans l'étang de Mauguio (Mazoyer et coll., 1983).

Length frequency distribution of fishes in which many age-classes are represented in Mauguio lagoon (Mazoyer et coll., 1983).

d'une assez importante proportion d'individus 1+, 2+, etc. par rapport aux 0+. C'est le cas des Muges (Fig. 2), du Loup (Fig. 2), du Flet.

2) Le polymorphisme statural est obtenu par évolution diversificatrice du caractère taille des individus 0+ lorsque ceux-ci sont seuls présents. C'est le cas de la Sardine (Fig. 2) de la Sole, de la Dorade (Fig. 3). Pour ces Poissons, après l'entrée dans Mauguio, on note que les distributions de fréquence des tailles deviennent, avec le temps, de plus en plus amples et les polygones finissent souvent par devenir polymodaux. On retrouve le même phénomène chez les Sars (Fig. 3) où la présence des 1+ (assez peu nombreux) ne coïncide pas ou peu avec celle des 0+ (Quignard et Man Wai, 1982 et 1983). Les divergences sont importantes dans certains cas si bien que, pour décrire la croissance de ces alevins, il est nécessaire de prendre en compte ces divisions en micro-cohortes et de calculer les équations correspondantes (Soles, Sars, Dorade, Fig. 4; Tabl. III et IV).

Notons que la diversification des tailles des 0+ n'existe pas ou est très peu marquée lorsque plusieurs générations sont présentes comme chez les Muges et le Loup (Fig. 2).

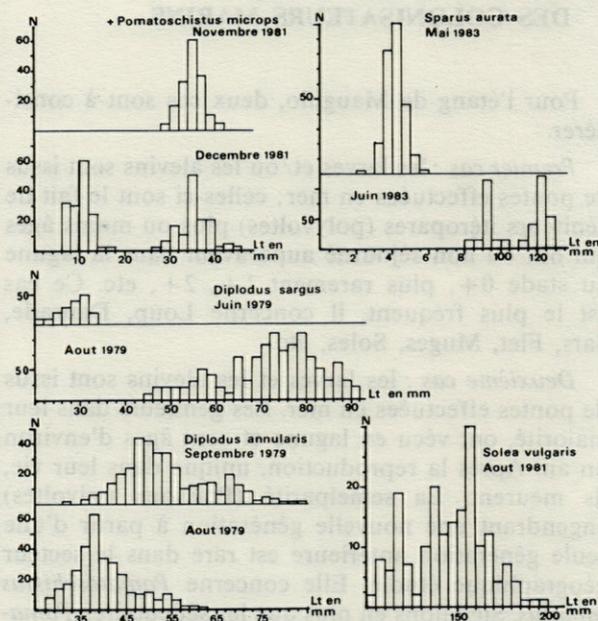


Fig. 3. — Polygones de fréquence des tailles de Poissons dont seuls les 0+ sont présents dans l'étang de Mauguio (Lt = longueur totale).

Length frequency distribution of fishes in which 0+ age group only is represented in Mauguio lagoon (Lt = total length).

Le polymorphisme statural que nous venons d'évoquer au sein des populations 0+ peut avoir pour origine :

- des décalages dans le temps : pontes chrono-fractionnées, durée des parcours de l'aire de ponte à la lagune non identiques,
- des décalages dans l'espace : aires de ponte vastes ou fractionnées, trajets différents,
- la concurrence ou la compétition.

Les 2 premières situations (décalages spatial et/ou temporel) peuvent déterminer un alevinage lagunaire par vagues ce qui engendre différentes possibilités d'occupation de la lagune pour les individus d'une même espèce. Correspondant à ce schéma, nous avons au moins la Sardine et l'Anchois dont les périodes de ponte sont longues (novembre à mars pour l'une et avril à septembre pour l'autre) et les aires de ponte multiples ou vastes (Lee, 1961; Aldebert et col., 1970; Aldebert et Tournier, 1971) au niveau régional. La 3^e situation (concurrence ou compétition) est certainement la plus fréquente dans Mauguio. En effet, comme nous l'avons déjà évoqué, la Dorade, les Sars, la Sole, etc., ont des périodes de pontes relativement courtes (2 mois environ) et nos contrôles sur le canal reliant Mauguio à la mer nous incitent à penser que le recrutement se fait sur un laps de temps assez court (30 à 45 jours).

Sauf pour certains décalages temporels, l'établissement du polymorphisme statural par induction de croissances différentielles est basé sur le « favoritisme ». Certains individus, de par la proximité des frayères par rapport à la lagune ou par le système des courants peuvent occuper les premiers les meilleurs sites lagunaires et reléguer les autres dans des zones moins favorables. D'autres individus se comportent comme de meilleurs compétiteurs dans l'utilisation de la lagune. Par exemple, une aptitude à la domination peut favoriser l'accès à la nourriture ce qui se traduira par une meilleure croissance (jumpers).

Enfin, nous devons attirer l'attention sur le fait que l'ampleur de la diversification des tailles des 0+, dans l'étang de Mauguio, a des limites. Par exemple, pour 2 espèces, *Sardina pilchardus* et *Diplodus sargus*, il est acquis que les individus 0+ sortent de la lagune, quelle que soit la date, dès qu'ils ont atteint une taille de 10-12 cm pour la première et de 9-12 cm pour la seconde (Schachter, 1958; Quignard et Man Wai, 1982 et 1983). Le départ de ces « grands » spécimens est assez diffus. Ce phénomène est peut être plus général et son expression ultime serait le non retour au printemps suivant, dans l'étang de Mauguio, d'individus ayant plus d'un an (Sole, Dorade, Sardine, etc.) et dans le cas de *Diplodus sargus* et *D. annularis* seulement l'entrée de quelques individus parmi les 0++ et 1+ les plus petits (Quignard et Man Wai, 1983).

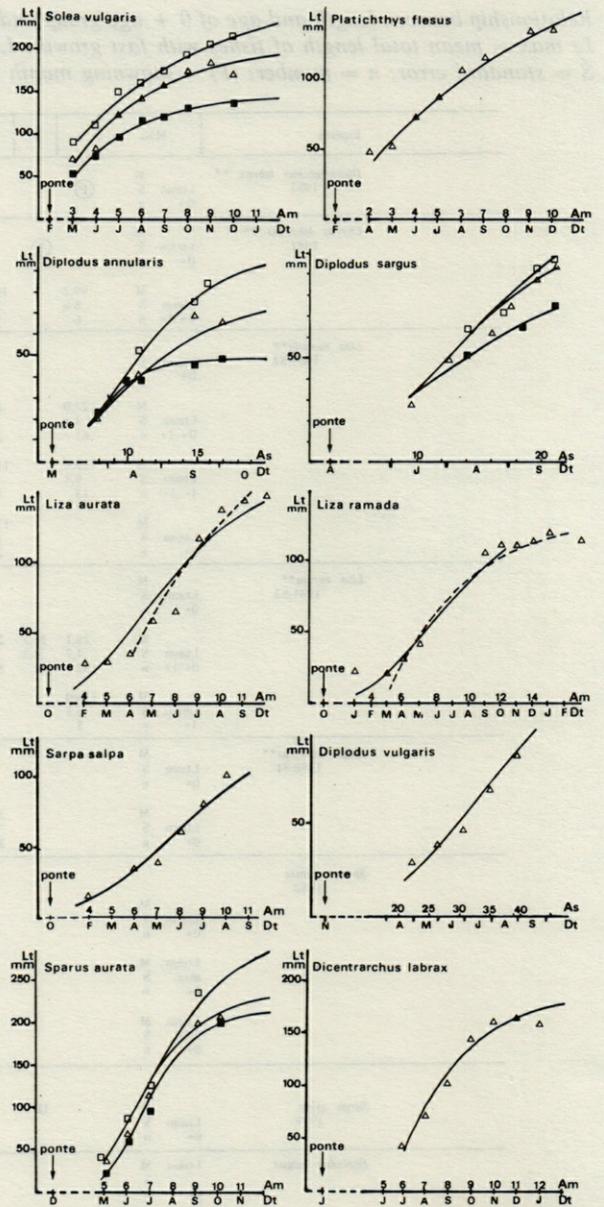


Fig. 4. — Courbes de croissance linéaire des 0+ et parfois des 1+ dans l'étang de Mauguio (Am : âge réel en mois; As : âge réel en semaines; Dt : mois de l'année; Lt : longueur totale). Les points placés sont des repères et non toujours tous ceux ayant servi au calcul des équations.

Growth curves of 0+ age group and sometimes 1+ age group in Mauguio (Am : real in month; As : real age in week; Dt : the month of the year; Lt : total length). The points are only some reference marks, all the observed data are not represented.

Les causes limitant les possibilités de la diversification des tailles peuvent être d'ordre trophique ou être en relation avec la structure morphologique de la lagune (voir aussi paragraphe suivant).

Tabl. IV. — Croissance pondérale relative et croissance linéaire absolue. Pour *Solea vulgaris*, *Sparus aurata*, *Diplodus sargus* et *D. annularis*, nous donnons les paramètres de trois équations qui correspondent respectivement à la croissance moyenne (Moy) de l'ensemble des 0+, à celle de la micro-cohorte la plus rapide (Max) et à celle de la plus lente (Min.). Lt = longueur totale en mm; n = effectif; r = coefficient de corrélation; W = poids en g. L'origine du temps est le mois de ponte (t = 0) ou la première semaine de ce mois.

Weight-length relationship and coefficients of growth in length. For Solea vulgaris, Sparus aurata, Diplodus sargus and D. annularis, the coefficients of the average (Moy), the maximum (Max) and the minimum growth in length were given for the 0+ age group. Lt = total length in mm; n = number; r = correlation coefficient; w = weight in g. Time-origin is the month of the spawning (t = 0) or the first week of this month.

Noms	Croissance pondérale relative				Validité Lt (mm)	Croissance linéaire absolue			Validité âge
	a	b	n	r		(1) $Lt = Lt_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]$	(2) $Lt = ab^{c(t+d)}$	(3) $Lt = A.B^t$	
<i>Anguilla anguilla</i>	4.7×10^{-7}	3.23	108	0,98	150-400				
<i>Atherina boyeri</i>	1.8×10^{-7}	3.31	193	0,98	16-100				
<i>Mugil cephalus</i>	1.8×10^{-5}	2.83	75	0,96	30-365				
<i>Liza ramada</i>	1.4×10^{-5}	2.87	216	0,95	36-260				
<i>Liza aurata</i>	2.1×10^{-5}	2.77	170	0,89	30-280				
<i>Liza saliens</i>	1.2×10^{-5}	2.88	61	0,97	40-260				
<i>Chelon labrosus</i>	1.8×10^{-5}	2.84	174	0,97	35-230				
<i>Solea vulgaris</i>	2.4×10^{-6}	3.24	270	0,99	50-230				
<i>Platichthys flesus</i>	6.32×10^{-6}	3.1	1274	0,97	35-180				
<i>Dicentrarchus labrax</i>	4.3×10^{-6}	3.17	214	0,99	50-240				
<i>Sarpa salpa</i>									
<i>Sparus aurata</i>	5.9×10^{-6}	3.18	336	0,98	20-220				
<i>Diplodus vulgaris</i>	4.7×10^{-6}	3.26	218	0,99	35-115				
<i>Diplodus sargus</i>	4.6×10^{-6}	3.31	1016	0,98	19-195				
<i>Diplodus annularis</i>	4.2×10^{-6}	3.32	2710	0,92	17-90				

a = 149,90 ; b = $3,99 \cdot 10^{-4}$; c = 0,78 ; d = + 0,6
 $Lt_{\infty} = 134$; K = 0,20 ; $t_0 = 4,52$ 3-12 mois
 5-17 mois

a = 169,94 ; b = $3,10 \cdot 10^{-4}$; c = 0,72 ; d = -0,2
 $Lt_{\infty} = 236,18$; K = 0,16 ; $t_0 = 5,13$ 6-12 mois
 6-12 mois

Moy. : $Lt_{\infty} = 204,97$; K = 0,27 ; $t_0 = 1,6$
 Max. : $Lt_{\infty} = 267,60$; K = 0,17 ; $t_0 = 0,7$ 3-10 mois
 Min. : $Lt_{\infty} = 145,05$; K = 0,35 ; $t_0 = 1,8$

$Lt_{\infty} = 208,47$; K = 0,11 ; $t_0 = 0,02$ 2-10 mois

$Lt_{\infty} = 190,21$; K = 0,34 ; $t_0 = 4,34$ 5-11 mois

a = 154,81 ; b = $6,51 \cdot 10^{-4}$; c = 0,77 ; d = 0 4-10 mois

Moy. : a = 237,41 ; b = $1,10 \cdot 10^{-15}$; c = 0,56 ; d = 0 5-10 mois
 Max. : a = 304,21 ; b = $1,10 \cdot 10^{-11}$; c = 0,62 ; d = + 0,25
 Min. : a = 215,11 ; b = $1,10 \cdot 10^{-58}$; c = 0,49 ; d = + 0,5

a = 177,95 ; b = $3,9 \cdot 10^{-3}$; c = 0,94 ; d = -6 22-24 semaines
 A = 7,22 ; B = 1,06

Moy. : a = 117,84 ; b = $0,7 \cdot 10^{-2}$; c = 0,86 ; d = -0,5 9-22 semaines
 Max. : a = 139,47 ; b = $1,1 \cdot 10^{-2}$; c = 0,88 ; d = -0,5
 Min. : a = 97,84 ; b = $3,1 \cdot 10^{-2}$; c = 0,89 ; d = 0

Moy. : a = 77,25 ; b = $3,8 \cdot 10^{-3}$; c = 0,80 ; d = -1,1 8-20
 Max. : a = 98,34 ; b = $5,3 \cdot 10^{-4}$; c = 0,77 ; d = -1,6 8-15
 Min. : a = 48,40 ; b = $1,10 \cdot 10^{-13}$; c = 0,61 ; d = -0,6 8-20 semaines

G. EXPLOITATION DU MILIEU ET POLYMORPHISME DES TAILLES AU NIVEAU INTERSPÉCIFIQUE

Si l'on se place sur le plan interspécifique, le polymorphisme statural est évidemment dû aux caractéristiques morpho-anatomiques fondamentales de chaque espèce. De plus, ce polymorphisme est également assuré par les décalages temporels des entrées (Tabl. II).

La croissance joue également un rôle mais étant donné la flexibilité de celle-ci en fonction des conditions environnementales (s.l.), il est difficile, au niveau interspécifique, de déceler la part qui revient à des « ajustements » intraspécifiques de ceux qui relèvent des pressions interspécifiques.

Comme on peut le constater d'après les données des tableaux III et IV et la figure 4 les taux de croissance sont très variables d'une espèce à l'autre. Les tailles en fin de séjour dans l'étang sont aussi très différentes d'une espèce à l'autre (Tabl. II). Ceci revêt une importance toute particulière quand les espèces ont des affinités au niveau trophique comme cela est le cas (Rosecchi, 1985) pour la Dorade, le Sar rayé et le Sar blanc.

Enfin, notons que pour toutes les espèces, la croissance des 0+ est quasiment arrêtée dès la fin août (Fig. 4, Tabl. III). Ce ralentissement, quelques semaines ou parfois quelques mois avant la sortie de l'étang, limite l'évolution de la diversification des tailles intra- et extra-spécifiques et participe avec d'autres facteurs à stabiliser le schéma d'occupation de l'étang par les Poissons.

CONCLUSION

La lagune de Mauguio est occupée par quelques Poissons sédentaires mais essentiellement par des migrateurs d'origine marine. De tous les « étangs palavasiens », Mauguio est le seul à posséder en permanence des représentants dulçaquicoles cantonnés dans une zone hypohaline située à l'extrême nord-est.

Dans chacune de ces zones, malgré la faible profondeur, étant donnée la monotonie des fonds, la bathymétrie devient un des principaux facteurs déterminant la répartition des Poissons. Or le caractère taille des individus et son évolution sont déterminants dans ce domaine.

Pour occuper au mieux dans l'espace et le temps la lagune, les migrateurs déploient au niveau intraspécifique deux tactiques fort différentes mais toutes deux basées sur le polymorphisme statural (diversification des tailles). Ce polymorphisme peut être en effet réalisé dans Mauguio par l'entrée concomitante ou légèrement décalée de plusieurs générations

d'individus de la même espèce (Muges, Flet, Loup, Orphie). Lorsque seuls des alevins (Dorade, Sars, Sole, etc...) pénètrent dans Mauguio le polymorphisme statural s'établit alors peu à peu par des mécanismes influant sur l'évolution du caractère taille des individus. La flexibilité du taux de croissance est bien connue chez les Téléostéens. Mais parfois, ce polymorphisme peut être simplement engendré par l'existence de pontes très étalées dans le temps ou dispersées spatialement.

Ces tactiques tendent à assurer un partage optimal de l'espace et des ressources en participant à l'organisation du peuplement ichthyique de Mauguio. Le polymorphisme statural, quelle que soit son origine, évite en effet les surcharges spatiales ponctuelles en induisant une dispersion des individus en fonction de la bathymétrie. De plus cette diversification des tailles engendre une différenciation des niches et donc une bonne utilisation des proies disponibles.

Le polymorphisme statural interspécifique complète celui mis en évidence au niveau intra-spécifique.

Dans les lagunes du type de celle de Mauguio, le rythme de croissance et la taille des Poissons, de même que tous les mécanismes qui engendrent une diversification des tailles méritent donc une attention particulière. Plus que partout ailleurs croissance et taille sont déterminantes dans la structuration du peuplement et dans l'exploitation de ces milieux puisque, rappelons-le, la distribution des Poissons se fait essentiellement en fonction de la bathymétrie.

La diversification des tailles au niveau intraspécifique, vue de la lagune, semble correspondre d'après ce que nous venons d'écrire à des ajustements à court terme apportant des solutions tactiques à des problèmes locaux. Pourtant, admettre uniquement cela, serait restreindre la portée de ce phénomène. En effet, d'après Lasserre et Labourg (1974) chez la Dorade, les différences de tailles engendrées par la lagune continuent à se répercuter très longtemps sur les individus même lorsqu'ils mènent ensuite une vie exclusivement marine. Le binôme « croissance-taille » dont nous avons montré l'importance dans la structuration du peuplement ichthyique lagunaire peut donc aussi avoir des conséquences sur les paramètres démographiques du stock marin.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDEBERT Y., J.P. CASANOVA et H. TOURNIER, 1970. Milieu physico-chimique et biologique (plancton) et ponte de l'anchois et de la sardine dans le Golfe du Lion. *Journ. Etud. Planctonolog.*, Monaco, CIEM : 127-131.
- ALDEBERT Y., H. TOURNIER, 1971. La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le Golfe du Lion. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 35 (1) : 57-76.

- AUTEM M., 1979. Contribution à l'étude biologique des zones de dilution du littoral méditerranéen. I. — Les estuaires languedociens et leurs poissons. II. — Recherche sur les stratégies d'occupation de ces milieux par les Mugilidés. Thèse 3^e Cycle U.S.T.L. Montpellier, 343 p.
- BOURQUARD C., 1980. Les poissons de l'étang de l'Or ou de Mauguio. Inventaire, écologie, phénologie. DEA U.S.T.L. Montpellier : 84 p.
- GOURRET M.P., 1897. Les étangs saumâtres du midi de la France et leurs pêcheries. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 5 : 386 p.
- LASSERRE G., P.J. LABOURG, 1974. Etude comparée de la croissance de la Daurade *Sparus auratus* L. 1758 des régions d'Arcachon et de Sète. *Vie Milieu*, 24 (1A) : 155-170 et 24 (2A) : 357-364.
- LEE J.Y., 1961. La sardine du Golfe du Lion (*Sardina pilchardus sardina* Regan). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 25 (4) : 417-512.
- MAZOYER C., R. VIANET et R. MAN WAI, 1983. Etang de l'Or. Etude des populations piscicoles. Ecobiologie des espèces et pêches. Rapport Départ. Hérault, Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon : 161 p.
- QUIGNARD J.P., 1984. Les caractéristiques biologiques et environnementales des lagunes en tant que base biologique de l'aménagement des pêcheries. *Etudes et Revues C.G.P.M. F.A.O.*, 61 (1) : 3-38.
- QUIGNARD J.P. et J. ZAOUALI, 1980. Les lagunes périméditerranéennes. Bibliographie ichthyologique annotée. *Bull. Off. natn. Pêches Tunisie*, 4 (2) : 293-360.
- QUIGNARD J.P. et R. MAN-WAI, 1982. Croissance linéaire et pondérale des jeunes *Diplodus sargus* O+ (Pisces osteichthyes Sparidae) des étangs languedociens de Mauguio et de Prévost. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, (45) (4) : 253-269.
- QUIGNARD J.P. et R. MAN-WAI, 1983. Relation taille-poids et coefficient de condition de *Diplodus sargus* O+ et O++ de deux étangs palavasiens Prévost et Mauguio. *Cybium*, 7 (3) : 31-41.
- QUIGNARD J.P., C. MAZOYER, R. VIANET, R. MAN-WAI et B. BENHARRAT, 1983. Un exemple d'exploitation lagunaire en Languedoc l'Etang de l'Or (Mauguio). Pêche et production halieutique. Science et Pêche (I.S.T.P.M., France), 336, 26 p.
- ROSECCHI E., 1985. Ethologie alimentaire des Sparidés : *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus erythrinus*, *Sparus aurata* du golfe du Lion et des étangs palavasiens. Thèse 3^e cycle, Ecologie, U.S.T.L. Montpellier : 282 p.
- SCHACHTER D., 1958. Contribution à l'étude biologique des étangs méditerranéens. Notes sur la biologie de la sardine *Sardina pilchardus* Walb. de l'étang de Berre (Bouches-du-Rhône). *Proceedings intern. congress zool., London*, 15 : 1032-1037.

Reçu le 11 octobre 1984; received on October 1984

Accepté le 4 janvier 1985; accepted for printing on January 4, 1985

L'ANGUILLE *ANGUILLA ANGUILLA* DES LAGUNES DU LANGUEDOC-ROUSSILLON : INTÉRÊT BIOLOGIQUE ET VALEUR HALIEUTIQUE

*The eel Anguilla anguilla from lagoons of Languedoc-Roussillon :
Biological interest and economical value*

R. LECOMTE-FINIGER et J. BRUSLÉ

Université de Perpignan
Laboratoire de Biologie Marine
Avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan Cedex

ANGUILLE
ANGUILLA ANGUILLA
BIOLOGIE
PÊCHE
LAGUNES DE MÉDITERRANÉE
GOLFE DU LION

EEL
ANGUILLA ANGUILLA
BIOLOGY
FISHERY
MEDITERRANEAN LAGOONS
GULF OF LION

RÉSUMÉ. — L'anguille *Anguilla anguilla* est présente à tous les stades de sa vie continentale dans toutes les lagunes du Languedoc-Roussillon où elle représente la principale espèce exploitée. Outre son intérêt biologique, elle constitue en effet une des plus importantes ressources des milieux littoraux saumâtres méditerranéens dans lesquels elle fait l'objet d'une pêche active (75 % de la production lagunaire méditerranéenne) par des engins fixes traditionnels (verveux). Cette production tend d'ailleurs à diminuer depuis 1978, les causes pouvant être recherchées dans l'accroissement excessif de l'effort de pêche.

ABSTRACT. — The eel *Anguilla anguilla* is present at all stages of its continental life in all the lagoons of Languedoc-Roussillon where it represents one of the most exploited species. Apart from biological aspects, it is one of the most important resources of the Mediterranean brackish water lagoons where it is intensively fished (75 % of the production of the Mediterranean lagoons) with traditional fixed nets (eel-baskets). This production appears to decrease since 1978, probably due to the increasing fishing effort.

INTRODUCTION

Les lagunes du Languedoc-Roussillon, bien que situées dans une même aire géographique méditerranéenne et bien que soumises aux mêmes conditions climatiques, diffèrent les unes des autres par leurs régimes hydrologiques. Chacune d'elles offre un milieu original du point de vue écologique, floristique et faunistique (Paris et Quignard, 1971; Boutière, 1978; Hervé et Bruslé, 1980 et 1981). Les ichthyofaunes de ces lagunes sont constituées essentiellement d'espèces marines immigrantes caractérisées par leurs adaptations à l'eurythermie et l'euryhalinité (Paris et Quignard, 1971). Ces poissons représentent une valeur économique et sont exploi-

tés par pêche artisanale. L'activité halieutique se pratique à l'aide d'engins variés : tramails, ganguis, verveux (ou capechades) et, exceptionnellement, pêcheries fixes (expérimentales). Les espèces commerciales les plus exploitées sont l'Anguille (*Anguilla anguilla*), le Loup (*Dicentrarchus labrax*) la Daurade (*Sparus aurata*), les Muges (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens* et *Chelon labrosus*) et l'Athérine (*Atherina boyeri*).

L'Anguille est traditionnellement la principale espèce ichthyique exploitée. Il semblait donc intéressant d'effectuer une mise au point sur les connaissances actuelles de son exploitation dans les diverses lagunes du littoral du Golfe du Lion : Languedoc (Thau et étangs Palavasiens), Narbonnais (Gruissan, Bages-Sigean et Lapalme) et Roussillon (Salses-Leucate, Bourdigou et Canet-Saint-Nazaire).

I — PLACE DE L'ANGUILLE DANS L'ICHTHYOFAUNE DES LAGUNES

Divers inventaires ichthyologiques ont été réalisés au cours de ces 10 dernières années dans les différents milieux littoraux (Tabl. I). Il apparaît que les espèces les plus communes sont, pour l'essentiel, d'origine marine. Ces immigrants marins (Tabl. II) effectuent, à un stade précoce (alevins et juvéniles : classe O) ou immature (classes 1 et 2), un mouvement anadrome (« montée ») puis séjournent de façon plus ou moins permanente dans les lagunes. Ils les quittent (mouvement catadrome : « descente »), soit par des exodes consécutifs à des perturbations climatiques (froid, vent, dessalure...), soit de façon cyclique saisonnière à l'approche de la maturité sexuelle : migration génésique.

Tabl. I. — Revue bibliographique des études ichthyiques réalisées dans les diverses lagunes du Languedoc-Roussillon.

Bibliographical data about ichthyological studies carried out in the different Languedoc-Roussillon Lagoons.

Lagunes	Auteurs
Canet-St-Nazaire	HERVE (1978) ; BRUSLE (1980) ; HERVE et BRUSLE (1981) ; ROBLIN (1980) ; MARFIN (1981)
Bourdigou	BRUSLE (1980) ; ROBLIN (1980) ; BRAUN (1981) ; MARFIN (1981) ; CAMBRONY (1983) ; LECOMTE-FINIGER (1983 a - b)
Salses-Leucate	HERVE (1978) ; BRUSLE (1980) ; HERVE et BRUSLE (1980) ; MARFIN (1981) ; CAMBRONY (1983) ; LECOMTE-FINIGER (1983 a - b)
Lapalme	CAMBRONY (1983) ; LECOMTE-FINIGER (1983 a - b)
Bages-Sigean	CAHET et al. (1974) ; BOUTIERE (1978) ; LECOMTE-FINIGER (1976 - 1978 - 1983 a) ; YAHYAOUI (1983) ; MALLAWA (1984)
Thau	GOGUENHEIM (1974) ; BARNABE (1976) ; LASSERRE (1976) ; HAON (1978) ; BENHARRAT (1983) ; BENHASSINE (1983) ; CABRAL (1983)
Etangs palavasiens	AMANIEU (1973) ; AMANIEU et LASSERRE (1973) ; KHOLER (1976) ; HAON (1978) ; AUTE M (1979) ; BENOIT (1980) ; PURWANTO (1981) ; BENHARRAT (1983) ; SHEHATA (1984)
Mauguio	BOURQUARD (1980) ; BRAUN (1981) ; BENHASSINE (1983) ; CABRAL (1983)
Revue générale	GOURRET (1897) ; PARIS et QUIGNARD (1971) ; OLIVER (1980) ; QUIGNARD et ZAOUALI (1980) ; CENTELLES (1981)

Par ailleurs, certaines espèces d'origine marine capables d'effectuer leur cycle reproducteur complet dans les étangs, sont considérées comme plus ou moins sédentaires (Tabl. II). Enfin, quelques espèces dulçaquicoles (Tabl. II), cantonnées au niveau des débouchés des eaux continentales, tendent à envahir temporairement les zones lagunaires dessalées. A cette liste s'ajoutent des immigrants marins (Tabl. II) effectuant surtout au cours de l'été des incursions plus ou moins régulières dans les zones les plus salées situées au voisinage des graus où elles se rencontrent accidentellement.

Si la base de l'ichtyofaune commune à toutes les lagunes méditerranéennes est constituée des Anguilles, Loups, Daurades et Muges, la diversité ichthyique

de chacune d'elles (Tabl. III) dépend de ses apports d'eaux continentales (résurgences, ruisseaux, aguilles) et surtout du fonctionnement de son grau (naturel ou artificiel, permanent ou intermittent).

L'anguille (*Anguilla anguilla*) est présente à tous les stades de sa vie continentale (civelles, anguillettes, anguilles jaunes et anguilles argentées) dans toutes les lagunes du Languedoc-Roussillon ainsi que dans d'autres milieux littoraux méditerranéens français (Tabl. IV) où elle a fait l'objet de diverses études biologiques (Tabl. V).

Procédons à un bref rappel du cycle biologique de l'Anguille qui a fait l'objet d'une mise au point récente (Lecomte-Finiger, 1983a). Les civelles transparentes, à l'issue d'une migration transatlantique depuis la Mer des Sargasses (Schmidt, 1922 et 1924), entreprennent une migration anadrome vers les milieux continentaux du Golfe du Lion, au début de l'automne (octobre) et surtout au cours de l'hiver (décembre-janvier), puis le mouvement se ralentit jusqu'à l'été (Finiger, 1976; Lecomte-Finiger, 1983a; Yahyaoui, 1983). Les civelles colonisent rapidement les zones estuariennes et lagunaires de faible profondeur dans lesquelles elles acquièrent rapidement une pigmentation (livrée d'anguille jaune) et un développement lié à une activité nutritionnelle intense (Lecomte-Finiger, 1983b et c). Elles affectionnent les zones de couvertures végétales (Algues et herbiers de Phanérogames) qui conditionnent leur stratégie d'occupation des zones lagunaires. Leur activité est fonction des conditions thermiques, avec ralentissement au-dessous de 10 °C et au-delà de 28-30 °C (Lecomte-Finiger, 1983b) et comportement d'enfouissement dans les sédiments. La migration catadrome des anguilles argentées s'effectue au cours de l'automne (Haon, 1978, Purwanto, 1981).

II — IMPORTANCE DE L'ANGUILLE DANS LA PÊCHE LAGUNAIRE

A. Considérations générales

La civelle ne fait l'objet d'aucune pêche officielle sur le littoral méditerranéen à la différence de celle pratiquée sur la côte atlantique (Elie, 1979; Cantrelle, 1981; C.I.P.E., 1981 : 567 tonnes en 1980-81). L'Anguille y est seulement exploitée aux stades Anguilles jaunes (ou vertes) et Anguilles argentées.

Les milieux lagunaires du Languedoc-Roussillon donnent lieu à une exploitation halieutique traditionnelle et artisanale (Gourret, 1897; Centelles, 1981; Cambrony, 1983). Les espèces commerciales les plus exploitées sont l'Anguille (*Anguilla anguilla*), le Loup (*Dicentrarchus labrax*), la Daurade (*Sparus aurata*), le Flet (*Platichthys flesus*), l'Athérine ou Joël (*Atherina boyeri*) et les Muges (*Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens* et *Chelon labrosus*).

Tabl. II. — Principales espèces de Poissons rencontrées dans les lagunes du Languedoc-Roussillon.
Main fish species found in the Languedoc-Roussillon lagoons.

Immigrants marins	Espèces sédentaires	Espèces accidentelles
<i>Anguilla anguilla</i> L. 1758 (anguille)	<i>Atherina boyeri</i> R. 1810	<i>Belone belone</i> L. 1751 (orphie)
<i>Atherina boyeri</i> R. 1810 (athérine ou joel)	<i>Gobius niger</i> L. 1758 (gobie noir)	<i>Blennius pavo</i> R. 1810 (blennie)
<i>Chelon labrosus</i> R. 1828 (muge à grosses lèvres)	<i>Pomatoschistus microps</i> K. 1838 (gobie)	<i>Boops (sarpa) salpa</i> L. 1758 (saupe)
<i>Dicentrarchus labrax</i> L. 1758 (loup)	<i>Syngnathus abaster</i> R. 1826 (syngnathe)	<i>Conger conger</i> A. 1738 (congre)
<i>Liza aurata</i> R. 1810 (muge doré)	<i>Syngnathus typhle</i> L. 1758 (syngnathe)	<i>Diplodus annularis</i> L. 1758 (sar)
<i>Liza ramada</i> R. 1826 (muge calusse)		<i>Diplodus sargus</i> L. 1758 (sar)
<i>Liza saliens</i> R. 1820 (muge sauteur)	Espèces dulçaquicoles	<i>Engraulis encrassicholus</i> L. 1758 (anchois)
<i>Mugil cephalus</i> L. 1758 (muge cabot)		<i>Hippocampus ramulosus</i> L. 1814 (hippocampe)
<i>Plathichthys flesus</i> L. 1758 (flet)	<i>Barbus meridionalis</i> R. 1826 (barbeau)	<i>Mullus surmuletus</i> L. 1758 (rouget)
<i>Solea lascaris</i> L. 1810 (sole)	<i>Cyprinus carpio</i> L. 1758 (carpe)	<i>Nerophis ophidion</i> L. 1758 (syngnate)
<i>Solea vulgaris</i> Q. 1806 (sole)	<i>Gambusia affinis</i> S. 1961 (gambusie)	<i>Sardina pilchardus</i> W. 1872 (sardine)
<i>Sparus aurata</i> L. 1758 (daurade)	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L. 1758 (épineche)	<i>Scomber scombrus</i> L. 1758 (maquereau)
	<i>Gobio gobio</i> L. 1758 (goujon)	<i>Symphodus crenilabrus</i> L. 1758 (labre)
	<i>Leuciscus cephalus</i> L. 1758 (chevaine)	
	<i>Salmo fario</i> L. 1758 (truite)	

Tabl. III. — Distribution des différentes espèces de Poissons dans les lagunes du Languedoc-Roussillon (d'après les données de la littérature).

Distribution of fish species in the Languedoc-Roussillon lagoons (from literature review).

Lagunes	Espèces totales	Espèces sédentaires	Immigrants marins	Espèces marines accidentelles	Espèces dulçaquicoles	Références
Canet	16	3	8	3	2	HERVE, 1978 ; HERVE et BRUSLE, 1981
Bourdigou	34	4	10	10	10	CAMBRONY, 1983
Salses-Leucate	30	5	10	11	2	HERVE, 1978 ; HERVE et BRUSLE, 1981
Lapalme	25	3	12	5	3	CAMBRONY, 1983
Bages-Sigean	32	9	16	7	2	CAHET et al., 1974
Gruissan	13	2	8	1	2	GOURRET, 1897
Thau	43	16	27	40		PARIS et QUIGNARD, 1971
Ingril	23	5	14	4		"
Vic et Pierre Blanche	24	6	14	4		"
Ar nel et Prévost	16	5	8	3		"
Méjean et Grec	16	3	9	4		"
Mauguio	56	8	20	21	7	BOURQUARD, 1980

Tabl. IV. — Présence de l'Anguille dans les milieux littoraux méditerranéens français.

Presence of eel in the french mediterranean coastal lagoons.

MILIEUX	AUTEURS
Thau et Etangs Palavasiens	GOURRET, 1892 SCHACHTER, 1953 (Olivier) MATHIAS, 1954 MARS, 1966 PARIS & QUIGNARD, 1971 MARILLEY, 1982 (Olivier) TOURNIER & DUCLERC, 1976 (Pétrols) AMANIEU <i>et al.</i> , 1981 (Sarrazine)
Roussillon	PETIT & RULLIER, 1952 (Canet) PETIT & GAY, 1969 (Canet) MERCIER, 1973 (Bages-Sigean) BOUTIERE, 1974 (Bages-Sigean : Doul) BOUTIERE, 1978 (Bages-Sigean) HERVE, 1978 (Salses-Leucate, Canet)
Corse	BELLOC, 1938 (Biguglia) KIENER, 1965 DE CASABIANCA, 1975 (Biguglia) VERHOEVEN & VAN-VIERSSEN, 1978 (Biguglia et Diana)
Delta du Rhône Camargue Berre	PETIT & SCHACHTER, 1959 (Vaccarès) MARS, 1966 (Berre) BRUN, 1967 (Grand Rhône) KIENER & LONGUEMARE, 1967 (Berre) HUVE <i>et al.</i> , 1973 (Berre) BAUDIN, 1980 (Citis) CRIVELLI, 1981 VERHOEVEN, 1981 ARFI <i>et al.</i> , 1982
Reuves générales	GOURRET, 1897 MATHIAS, 1970 QUIGNARD & ZAOUALI, 1980, 1981 AMANIEU & LASSERRE, 1981

Tabl. V. — Données de la littérature relatives aux recherches sur les civelles (c), les Anguilles jaunes (j) et argentées (aa) dans les milieux lagunaires du littoral méditerranéen.

Bibliographical data about research on elvers (c), yellow eels (j) and silver eels (aa) from mediterranean lagoons.

MILIEUX	AUTEURS	THEMES
Canet-St-Nazaire	GANDOLFI-HORNOLD (1937a)	âge et croissance (j)
Bourdigou	FINIGER (1976-1977)	migration anadrome (c)
Salses-Leucate	LECOMTE-FINIGER (1978 ; 1983a)	migration anadrome (c)
Lapalme	LECOMTE-FINIGER (1983b)	régime alimentaire (c,j)
Bages-Sigean	LECOMTE-FINIGER (1981 ; 1983c) LECOMTE-FINIGER & RAZOULS (1981) LECOMTE-FINIGER & PRODON (1979) YAHYAOUÏ (1983) MALLAWA (1984)	écophysiologie (c) migration (c.) population
Thau et Etangs palavasiens	GANDOLFI-HORNOLD (1931a,b,c,d ; 1932a ; 1933 ; 1936) MAILLARD (1976) HAON (1978 ; 1981) VERLAQUE (1981) PURWANTO (1981)	croissance-âge (j,aa) parasitofaune pêche (j,aa) pêche (j) peuplements
Camargue Berre	GANDOLFI-HORNOLD (1932b ; 1935 ; 1937b) PURWANTO (1981)	âge croissance (c,j) peuplements
Huveaune (estuaire)	PETIT <i>et al.</i> (1941 ; 1944a,b)	migration anadrome (c)

Les données chiffrées relatives à l'effort de pêche et aux captures sont particulièrement difficiles à acquérir. La récolte des données provenant des pêcheurs se révèle incomplète et insuffisante, due à une certaine méfiance vis-à-vis d'une comptabilisa-

tion de leurs revenus (Bernard, 1977). Les pêcheurs étant organisés en prud'homies (Haon, 1978; Le Roch-Delupy, 1981; Pons, 1981) les premiers prud'hommes sont supposés communiquer leurs résultats à l'administration des Affaires Maritimes dépendant de leur quartier maritime : Port-Vendres pour le secteur de Canet, de Salses-Leucate, de Lapalme, de Bages-Sigean et de Gruissan. Le quartier de Sète concerne les étangs de Thau, de Mauguio et du complexe palavasien (Fig. 1). Les données, même si elles sont trop souvent irrégulières et imprécises pour être fiables, offrent cependant l'intérêt de refléter les tendances de l'activité halieutique. La figure 2 exprime, pour les trois années 1979-1980-1981, les pourcentages en poids des principales espèces de la pêche lagunaire du quartier de Port-Vendres. L'Anguille apparaît comme la principale espèce exploitée (respectivement 65,5 — 47,2 — 63 % du total des captures). Ces données sont à comparer à celles obtenues au quartier maritime de Sète pour l'année 1978 (Haon, 1981), où l'Anguille représente jusqu'à 80 % de la pêche lagunaire totale des étangs de Thau et palavasiens (Fig. 2). Pour l'ensemble des deux quartiers qui couvrent tout le littoral du Languedoc-Roussillon (de la frontière espagnole au Grau du Roi) et qui concernent 1500 artisans pêcheurs environ (Duclerc et Mouroux, 1980) utilisant l'engin traditionnel qu'est la capéchade, la production de l'Anguille s'est élevée à 1700 tonnes en 1978, à 1800 tonnes en 1979, à 1000 tonnes en 1980 et à 1700 tonnes en 1981, soit une valeur de 14 MF, chiffre qui correspond à 75 % de la production lagunaire méditerranéenne française (Verlaque, 1981). Les quantités débarquées se répartissent de façon à peu près égale entre les 4 zones lagunaires suivantes : Thau, étangs palavasiens, Bages-Sigean et Salses-Leucate + Gruissan.

B. Modalités de l'exploitation

La pêche de l'Anguille se pratique dans les étangs du Languedoc-Roussillon de façon artisanale à l'aide d'engins passifs (Monod, 1973) traditionnels appelés pentannes ou capéchades (Centelles, 1981; Cambrony, 1983). Le nombre de filets autorisés varie selon les prud'homies : 12 à Bages, 25 à Port-la-Nouvelle (étang de Bages-Sigean), jusqu'à 40 pour l'ensemble de l'étang de Salses-Leucate. La sélectivité de ces engins dépend du maillage (Lee et Lasserre, 1979) et le rendement est fonction de la profondeur et des conditions hydrométéorologiques (températures clémentes pour les Anguilles jaunes : température de 10 à 20 °C, vent faible ou nul, faible turbidité de l'eau : Hervé, 1978; eaux agitées et refroidies en période automnale pour les anguilles argentées en migration catadrome : Sal'nikov *et al.*, 1980). Les prises s'effectuent principalement de nuit et les phases de la lune ne jouent pas un rôle déterminant (Crivelli, 1981) contrairement aux idées reçues et aux observations faites dans d'autres

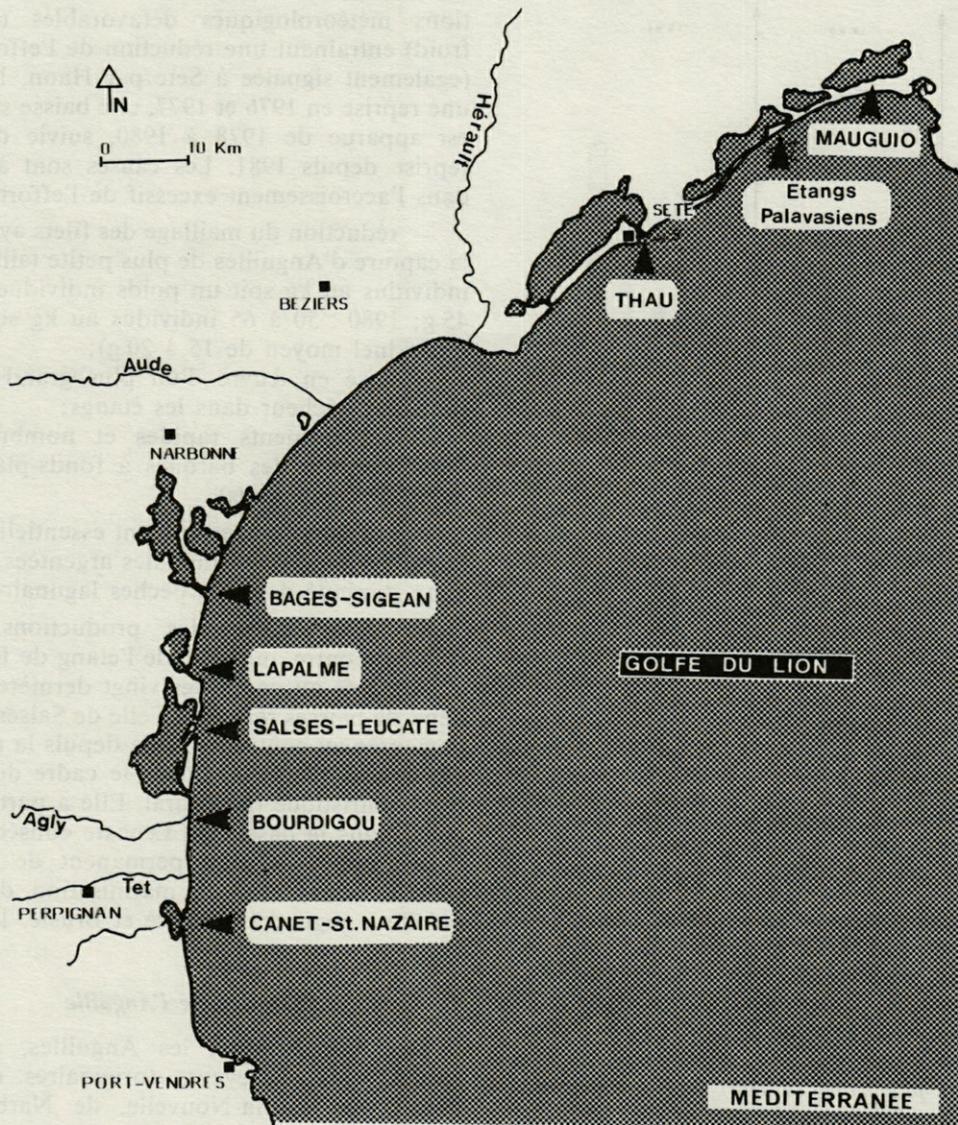


Fig. 1. — Lagunes saumâtres bordant le Golfe du Lion.
Brackish water lagoons along the Gulf of Lion coast.

régions (Lindroth, 1976 en Suède). La pêche se pratique activement de septembre-octobre à mai-juin (selon les années en fonction de leur climatologie). Elle est interrompue pendant les périodes de froid (enfouissement des Anguilles) et totalement arrêtée pendant l'été (baisse des captures, diminution de la qualité sanitaire et difficultés de stockage avant commercialisation).

L'étude des prises mensuelles pour les années 1981 à 1983 a été entreprise sous la forme d'une enquête auprès de deux prud'homies : celle de Leucate (Bassin nord de l'étang de Salses-Leucate + étang de Lapalme) et celle de Saint-Laurent (Bassin sud de l'étang de Salses-Leucate). Seules les

données relatives à la première prud'homie se sont révélées à peu près exploitables. Les captures provenant de 22 pêcheurs, utilisant chacun de 1 à 40 capéchades et exprimées en kg, sont les suivantes :

Années	Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981		800	500	500	800	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1500	2000	2500	1000
1982		400	200			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	400	600	600	500
1983		300	700	800	500	400	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Arrêt de la pêche

Ces chiffres font nettement apparaître le caractère irrégulier des données disponibles. Seules celles de 1981 sont vraiment exploitables. Elles montrent que

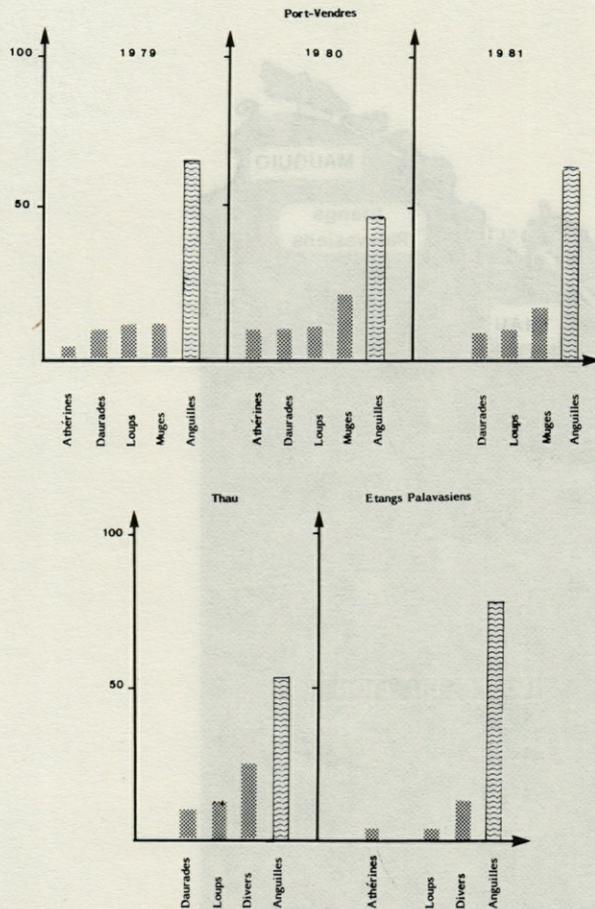


Fig. 2. — Production comparée (en poids) de l'Anguille et des principales espèces d'intérêt commercial pour les étangs du quartier maritime de Port-Vendres (années 1979-1980-1981, d'après les statistiques des Affaires Maritimes) et pour les étangs de Thau et de Palavas (d'après Haon, 1981).

Comparison of eel production (weight) and commercial species from lagoons of the coastal region of Port-Vendres (years 1979-1980-1981, data collected by the coastal administration) and from the lagoons of the Thau and Palavas (Haon, 1981).

les meilleures pêches sont réalisées à l'automne, pendant la période de migration catadrome des anguilles argentées.

Aux engins traditionnels s'ajoutent alors pendant quelques semaines des barrages de filets installés à travers des graus (Pons, 1981), augmentant ainsi l'effort de pêche.

C. Production d'Anguilles

La production d'Anguilles a été analysée entre 1960 et 1983 (fig. 3) dans le quartier maritime de Port-Vendres, puis comparée à celle du quartier de Sète (période 1950-1978). Quoique irrégulière, cette production tend à augmenter, de 133 à 550 tonnes durant la période 1960-1977. Une chute brusque a

été observée en 1975, consécutivement à des conditions météorologiques défavorables (période de froid) entraînant une réduction de l'effort de pêche (également signalée à Sète par Haon, 1981). Après une reprise en 1976 et 1977, une baisse spectaculaire est apparue de 1978 à 1980, suivie d'une légère reprise depuis 1981. Les causes sont à rechercher dans l'accroissement excessif de l'effort de pêche :

- réduction du maillage des filets ayant entraîné la capture d'Anguilles de plus petite taille (1960 : 22 individus au kg soit un poids individuel moyen de 45 g; 1980 : 50 à 65 individus au kg soit un poids individuel moyen de 15 à 20 g);
- mise en œuvre d'un plus grand nombre de filets par pêcheur dans les étangs;
- déplacements rapides et nombreux par la modernisation des barques à fonds-plats (moteurs hors-bords puissants).

Les captures correspondent essentiellement à des anguilles jaunes, les anguilles argentées ayant beaucoup diminué dans les pêches lagunaires.

La comparaison des productions lagunaires (Fig. 3) montre que celle de l'étang de Bages-Sigean a progressé au cours des vingt dernières années en dépit de baisses récentes. Celle de Salses-Leucate est demeurée au contraire faible depuis la modification des graus (1966-1969) dans le cadre de l'aménagement touristique du littoral. Elle a particulièrement chuté dans le bassin de Leucate consécutivement à l'ouverture d'un grau permanent de grand débit (Port-Leucate) et à la marinisation de la lagune qu'elle a engendrée (Hervé et Bruslé, 1980).

D. Commercialisation de l'Anguille

Dès leur capture, les Anguilles, avant d'être remises aux mareyeurs (originaires de Sète, de Pérols, de Port-la-Nouvelle, de Narbonne), sont généralement conservées dans des poches en filets qui sont immergées. Les mareyeurs les exportent vivantes en camions-viviers vers l'Italie ou vers l'Europe du Nord (Fig. 4 d'après Haon, 1978). Le développement de l'anguilliculture extensive entraîne une demande croissante en juvéniles (Vassal et Bruslé, 1983).

CONCLUSION

L'intensification de l'effort de pêche par l'utilisation de filets à plus fin maillage, conduit à la capture d'Anguilles jaunes de petites tailles (15 à 40 cm) et de faibles poids (15 à 40 g) correspondant aux classes d'âge II et III (Mallawa, 1984). Ces classes d'âge comptabilisent les années passées en milieu continental et ne prennent pas en compte la vie larvaire marine (Lecomte-Finiger, 1983a). Il en résulte une surexploitation précoce du stock,

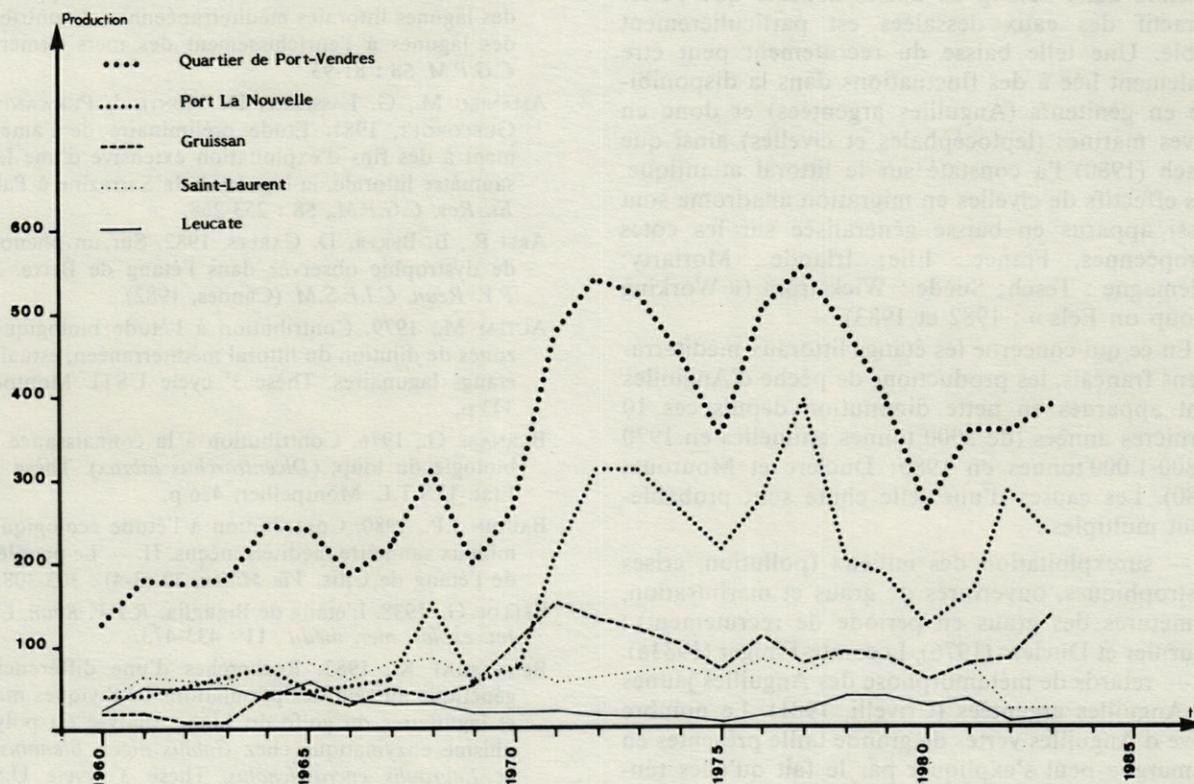


Fig. 3. — Evolution de la production d'Anguilles dans le quartier maritime de Port-Vendres (d'après les statistiques des Affaires Maritimes).

Changes in eel production on the coastal region of Port-Vendres (from data collected by the coastal administration).

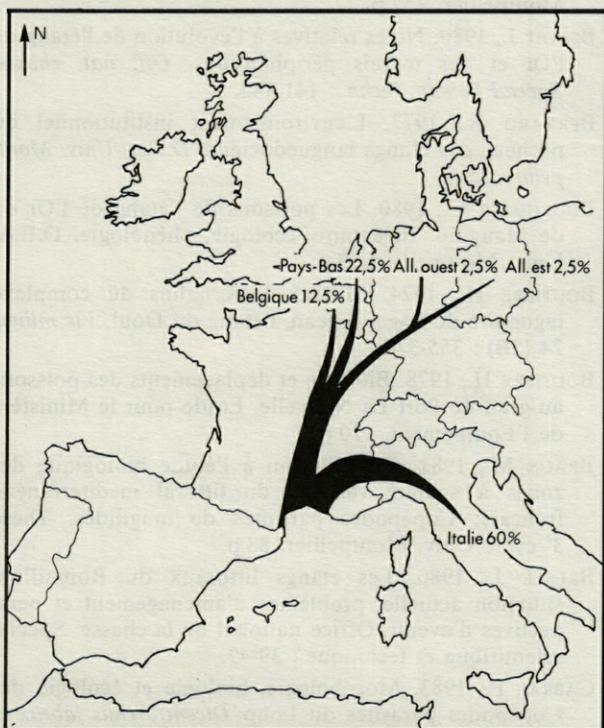


Fig. 4. — Exportation française d'Anguilles d'origine méditerranéenne (d'après Haon, 1978).

French exportations of mediterranean eels (from Haon, 1978).

Tabl. VI. — Données climatiques pour les années 1980 à 1982. Comparaison avec la moyenne sur 33 ans (1946 à 1979).

Climatic data from the years 1980 to 1982. Comparison with the mean values over 33 years (1946 to 1979).

	Vents J	Pluies mm	T°C	H. Soleil
Moyenne 1946-1979	131	584	15,3	2577
1980	161 ↑	487 ↓	14,5 ↓	2538 ↓
1981	135 ↓	558 ↓	15,0 ≈	2435 ↓
1982	133 ≈	776* ↓	16,1 ↓	2375 ↓

* Pluies supérieures à la moyenne pour l'année 1982 ; chutes abondantes en janvier-février (452 mm) mais déficit important à partir de mars.

lui-même tributaire du recrutement en civelles. La migration de celles-ci dépend des conditions hydro-météorologiques locales au cours de l'automne, de l'hiver et du début du printemps. Au cours des années 1980, 1981 et 1982, le déficit pluviométrique et le manque de vents de secteurs N-NW (tramon-tane) (Tabl. VI) provoquant un courant de sortie des eaux dessalées continentales vers la mer qui induit la migration anadrome des civelles sont responsables d'un ralentissement notable de ce recrutement. Cette réduction du nombre de civelles est d'autant plus

sensible dans l'étang de Salses-Leucate que l'effet attractif des eaux dessalées est particulièrement faible. Une telle baisse du recrutement peut être également liée à des fluctuations dans la disponibilité en géniteurs (Anguilles argentées) et donc en larves marines (leptocéphales et civelles) ainsi que Tesch (1980) l'a constaté sur le littoral atlantique. Les effectifs de civelles en migration anadrome sont aussi apparus en baisse généralisée sur les côtes européennes, France : Elie; Irlande : Moriarty; Allemagne : Tesch; Suède : Wickstrom (« Working Group on Eels » : 1982 et 1983).

En ce qui concerne les étangs littoraux méditerranéens français, les productions de pêche d'Anguilles sont apparues en nette diminution depuis ces 10 dernières années (de 5000 tonnes annuelles en 1970 à 800-1 000 tonnes en 1980; Duclerc et Mouroux, 1980). Les causes d'une telle chute sont probablement multiples :

— surexploitation des milieux (pollution, crises dystrophiques, ouvertures de graus et marinisation, fermetures des graus en période de recrutement) : Tournier et Duclerc (1976), Lecomte-Finiger (1983a).

— retards de métamorphose des Anguilles jaunes en Anguilles argentées (Crivelli, 1981). Le nombre élevé d'Anguilles vertes de grande taille présentes en Camargue peut s'expliquer par le fait qu'elles rencontrent des difficultés migratoires pour atteindre la mer. Un déficit en géniteurs a été également remarqué dans les lagunes méditerranéennes. Il serait d'autant plus important que les civelles manifesteraient un comportement de « homing » (comme le saumon : Fontaine, 1975). Si on admet que les Anguilles argentées méditerranéennes participent avec les Anguilles atlantiques à la ponte en Mer des Sargasses, le stock méditerranéen serait alors entretenu (recrutement dans les lagunes). Le déficit constaté serait alors plutôt à rechercher dans les obstacles migratoires (installation portuaire, barrage, dégradation hydrologique des milieux...) rencontrés par les civelles.

Les données relatives aux stocks d'Anguilles et à leur démographie dans les lagunes méditerranéennes sont peu nombreuses (Crivelli, 1981; Purwanto, 1981).

Une meilleure connaissance de la dynamique des populations est susceptible de permettre une exploitation halieutique plus rationnelle des milieux saumâtres.

BIBLIOGRAPHIE

- AMANIEU M., 1973. Ecologie et exploitation des étangs et lagunes saumâtres du littoral français. *Ann. Soc. R. Zool. Belg.*, 103 (1) : 79-94.
- AMANIEU M. et G. LASSERRE, 1973. Stock et biomasse en 1972 des Daurades O⁺ (*Sparus aurata*) de l'étang du Prévost à Palavas. *Bull. Ecol.*, 4 (a) : 132-143.
- AMANIEU M. et G. LASSERRE, 1981. Niveaux de production des lagunes littorales méditerranéennes et contribution des lagunes à l'enrichissement des mers démersales. *C.G.P.M.*, 58 : 81-93.
- AMANIEU M., G. LASSERRE, D. MONTE, J. PURWANTO, O. GUELORGET, 1981. Etude préliminaire de l'aménagement à des fins d'exploitation extensive d'une lagune saumâtre littorale, la lagune de la Sarrazine à Palavas. *Et. Rev. C.G.P.M.*, 58 : 253-268.
- ARFI R., B. BEKER, D. CARLES, 1982. Sur un phénomène de dystrophie observée dans l'étang de Berre. *Rapp. P.V. Réun. C.I.E.S.M.* (Cannes, 1982).
- AUTEM M., 1979. Contribution à l'étude biologique des zones de dilution du littoral méditerranéen, estuaires et étangs lagunaires. Thèse 3^e cycle USTL Montpellier, 343 p.
- BARNABE G., 1976. Contribution à la connaissance de la biologie du loup. (*Dicentrarchus labrax*). Thèse Doct. Etat. U.S.T.L. Montpellier, 426 p.
- BAUDIN J.P., 1980. Contribution à l'étude écologique des milieux saumâtre méditerranéens. II. — Le peuplement de l'étang de Citis. *Vie Milieu*, 30 (3-4) : 303-308.
- BELLOC G., 1938. L'étang de Biguglia. *R.P.V. Réun. Comm. int. explor. mer. médit.*, 11 : 433-473.
- BENHARRAT K., 1983. Recherches d'une différenciation génétique au sein des populations ichthyiques marines et lagunaires du golfe du Lion. Analyse du polymorphisme enzymatique chez *Gobius niger*, *Blennius pavo* et *Engraulis encrassicholus*. Thèse 3^e cycle U.S.T.L. Montpellier, 151 p.
- BENHASSINE O.K., 1983. Les Copépodes parasites de Poissons Mugilidae en Méditerranée occidentale (côtes françaises et tunisiennes). Thèse Doct. Etat. Univ. Montpellier, 452 p.
- BENOIT J., 1980. Notes relatives à l'évolution de l'étang de l'Or et des marais périphériques. *Off. nat. chasse. Spécial Scient. Techn.* : 141-148.
- BERNARD A., 1977. L'environnement institutionnel du pêcheur des étangs languedociens. *D.E.A. Univ. Montpellier*, 75 p.
- BOURQUART C., 1980. Les poissons de l'étang de l'Or ou de Mauguio. Inventaire, écologie, phénologie. *D.E.A. Univ. Montpellier*, 83 p.
- BOUTIÈRE H., 1974. Milieux hyperhalins du complexe lagunaire de Bages-Sigean, l'étang du Doul. *Vie milieu*, 24 (2B) : 355-374.
- BOUTIÈRE H., 1978. Biologie et déplacements des poissons au grau de Port La Nouvelle. Etude pour le Ministère de l'Équipement, 120 p.
- BRAUN M., 1981. Contribution à l'étude biologique des zones à salinité variable du littoral méditerranéen français; Copépodes parasites de mugilidés. Thèse 3^e cycle Univ. Montpellier, 88 p.
- BRUSLE J., 1980. Les étangs littoraux du Roussillon, situation actuelle, problèmes d'aménagement et perspectives d'avenir. Office national de la chasse. Spécial scientifique et technique : 39-47.
- CABRAL P., 1983. Morphologie, biologie et écologie des Copépodes parasites du Loup *Dicentrarchus labrax* et du Sar rayé *Diplodus sargus* de la région languedocienne. Thèse 3^e cycle, Univ. Montpellier, 221 p.
- CAHET G., 1974. Ecologie de 2 étangs du littoral Languedoc-Roussillon. Bages-Sigean et Salses-Leucate. *Rapp. Labo. Arago* 85 p.

- CAMBRONY M., 1982. Recrutement et biologie des juvéniles de Mugilidae dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon (Lapalme, Salses-Leucate, Bourdigou). Thèse 3^e cycle Université P. et M. Curie. Paris, 273 p.
- CANTRELLE I., 1981. Etude de la migration et de la pêche des civelles dans l'estuaire de la Gironde. Thèse 3^e cycle. Université P. et M. Curie, 237 p.
- CENTELLES J., 1981. De la Méditerranée aux étangs et marécages. Méditerranée Ed., 415 p.
- CRIVELLI A.J., 1981. Les peuplements de poissons de la Camargue. *Revue Ecol.*, 35 (4) : 617-673.
- DUCLERC J. et O. MOURoux, 1980. Perspectives aquacoles en milieu lagunaire sur le littoral français de Méditerranée. Office. Nat. chasse. Spécial scientifique et technique : 127-131.
- ELIE P. Contribution à l'étude des montées de civelles dans l'estuaire de la Loire : pêche, écologie, écophysiologie, élevage. Thèse 3^e cycle. Univ. Rennes : 380 p.
- FINIGER R. (Lecomte-Finiger), 1976. Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles (*Anguilla anguilla*) lors de leur pénétration dans un étang méditerranéen. I. Recrutement et biométrie au cours d'un cycle annuel. *Vie Milieu*, 26 (1 A) : 123-144.
- FINIGER-LECOMTE R., 1977. Id. II. Homogénéité du stock civelles. *Vie Milieu*, 27 (3 A) : 411-423.
- FONTAINE M., 1975. Physiological mechanisms in the migration of marine and amphihaline fish. *Adv. mar. Biol.*, 13 : 241-355.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1931a. Mensurations d'une pêche de civelles à Sète. *Bull. Soc. Zool. France*, 56 : 347-354.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1931b. Sur la formation des zones des écailles chez la petite anguille des étangs de Thau, d'Ingril et de Vic. *Bull. Soc. Zool. France*, 56 : 118-126.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1931c. Le sexe, la croissance et la formation des zones des écailles de la petite anguille jaune des étangs de Thau d'Ingril, Vic et de Vacarès. *Bull. Soc. Cent. Aquic. pêche* : 4-6.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1931d. La petite anguille de l'étang de l'or (Hérault). VII^e Congrès international d'aquiculture et de pêche.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1932a. Le sexe et la formation des zones des écailles chez l'anguille jaune de 29-53 cm de l'étang de Thau. *Bull. Suisse pêche pisc.* : 7-8.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1932b. Mensurations d'une pêche de civelles de l'Oria du 25 août 1930. *Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, 26 (3/4).
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1932c. The otoliths of 8 small eels from the etang of Vaccarès. *J.R. micros. Soc. London*, 52 (20-25).
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1933. The otoliths of 8 small yellow eels from the étang de Thau. *J.R. micros. Soc. London*, 53 (20-24).
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1935. Le sexe et la croissance de la petite anguille jaune du marais de la grand mar (Camargue). *Bull. Soc. cent. Aquic. pêche* : 7-8.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1937a. L'âge et la croissance de 215 petites anguilles jaunes de l'étang de Salses (Aude et P.O). — Observations sur les petites anguilles jaunes du Cap d'Ail. *Bull. Soc. Cent. Aquic. Pêche* : 44.
- GANDOLFI-HORNYOLD A., 1937b. Recherches sur l'âge et la croissance de 260 petites anguilles de l'étang de Berre. *Bull. Inst. Oceanogr.* : 718.
- GOGUEHEIM J., 1974. Etudes préliminaires sur la reproduction d'*Atherina boyeri* du bassin de Thau. *Bull. U.O.F.*, 6 (2) : 14.
- GOURRET P., 1892. Notes zoologiques sur l'étang des Eaux Blanches (Cette). *Mus. hist. nat. Marseille*, 4 (2) : 3-36.
- GOURRET P., 1897. Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries. *Annls. Mus. Hist. nat. Marseille*, 5 (1) : 386 p.
- HAON J.L., 1978. L'exploitation de l'anguille en Bas-Languedoc. Thèse 3^e cycle Université Paul Valéry Montpellier : 263 p.
- HAON J.L., 1981. L'exploitation de l'Anguille dans le Bas-Languedoc. *Bull. Soc. Languedoc. Géogr.*, 15 (1-2) : 103-123.
- HERVÉ P., 1978. Ichthyofaunes comparées de 2 étangs littoraux du Roussillon : Salses-Leucate et Canet-Saint-Nazaire. Thèse 3^e Université P. et M. Curie, Paris, 253 p.
- HERVÉ P. et BRUSLÉ J., 1980. L'étang de Salses-Leucate. Ecologie Générale et Ichtyofaune. *Vie Milieu*, 30 (3-4) : 275-285.
- HERVÉ P. et BRUSLÉ J., 1981. L'étang de Canet-Saint-Nazaire (P.O.) : Ecologie générale et ichtyofaune. *Vie Milieu*, 31 (1) : 17-25.
- HUVE H., KIENER A., RIOUALL R., 1973. Modifications de la flore et des populations ichthyologiques des étangs de Berre et de Vaine en fonction des conditions hydrologiques créées par le déversement de la Durance. *Bull. Mus. Hist. nat.*, 33 : 123-134.
- KIENER A., 1965. Contributions à l'étude écologique et biologique des plans d'eau saumâtres de la côte orientale de la Corse. *Rapp. P. V. réun. C.I.E.S.M.*, 18 (3) : 691-692.
- KIENER A. et LONGUEMARE R., 1967. Evaluation de l'étang de Berre en fonction des grands travaux d'équipement de l'EDF sur la Durance. *La Houille Blanche*, 5 : 507-513.
- KOHLER A., 1976. Observations biologiques et biométriques sur *Atherina boyeri* dans l'étang du Prévost à Palavas. *Vie Milieu*, 26 (1) : 157-174.
- LASSERRE G., 1976. Dynamique des populations ichthyologiques lagunaires. Application à *Sparus aurata* L. Thèse Doctorat Etat U.S.T.L. Montpellier : 306 p.
- LECOMTE-FINIGER R., 1978. Contribution à l'étude biologique et écologique des civelles entrant dans un étang méditerranéen. Thèse 3^e cycle Université P. et M. Curie Paris : 66 p.
- LECOMTE-FINIGER R., 1981. Etude expérimentale de la résistance thermique des civelles de Gironde et de Méditerranée. *Cah. Lab. Montereau*, 12 : 17-22.
- LECOMTE-FINIGER R. et R. PRODON, 1979. Etude expérimentale du comportement fouisseur de la civelle : le choix d'un substrat. *C.R. hebd. séanc. Acad. Sci. Paris*, 289 (D) : 741-743.
- LECOMTE-FINIGER R. et C. RAZOULS, 1981. Influence des facteurs hydrologiques et météorologiques sur la migration anadrome des civelles dans le Golfe du Lion. *Cah. lab. Montereau*, 12 : 13-16.

- LECOMTE-FINIGER R., 1983a. Contribution à la connaissance de l'écobiologie de l'Anguille *Anguilla anguilla* L. 1758 des milieux lagunaires méditerranéens du Golfe du Lion : Narbonnais et Roussillon. Thèse doct. Etat. Univ. Perpignan, 203 p.
- LECOMTE-FINIGER R., 1983b. Régime alimentaire des civelles et anguillettes (*anguilla anguilla*) dans trois étangs saumâtres du Roussillon. *Bull. Ecol.*, **14** (4) : 297-306.
- LECOMTE-FINIGER R., 1983c. Evolution morphométrique et énergétique de la civelle (*Anguilla anguilla*) en Méditerranée au cours de sa pigmentation. *Vie Milieu*, **33** (2) : 87-92.
- LEROCHE-DELUPY I., 1981. Les conditions socio-économiques de la pêche dans les étangs du narbonnais. *Bull. Soc. Languedoc. Geogr.*, **15** (12) : 87-102.
- LINDROTH A., 1976. Eel catch and lunar cycle on the Swedish east coast. *Rapp. P.V. Réun. Cons. int. Explor. mer*, **174** : 124-126.
- MALLAWA A., 1984. Contribution à l'étude du stock exploité d'Anguilles (*Anguilla anguilla*) de l'étang de Bages-Sigean D.E.A. Montpellier, 62 p.
- MARFIN J.P., 1981. Biologie de l'Athérine : *Atherina boyeri*, Risso 1810 dans trois milieux saumâtres du Roussillon (Leucate-Canet-Bourdigou). Thèse 3^e cycle Université P. et M. Curie, Paris : 240 p.
- MARILLEY M., 1972. Etude écologique d'un étang saumâtre méditerranéen, l'étang de l'Olivier : eaux, sédiments-plancton. Thèse 3^e cycle Aix-Marseille, 88 p.
- MARS P., 1966. Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen Français et sur leurs faunes malacologiques. *Vie Milieu*, **20** : 1-359.
- MATHIAS P., 1954. L'étang de Thau. *Rapp. P.V. Réun. Comm. int. Explor. mer Médit.*, **12** : 167-176.
- MATHIAS P., 1970. La faune ichthyologique des eaux saumâtres. *Journées ichtyol. Rome CIESM* : 47-54.
- MERCIER A., 1973. Etude écologique de la végétation du complexe lagunaire de Bages-Sigean. Biomasse et production I des macrophytes. Thèse 3^e cycle Université P. et M. Curie Paris, 105 p.
- MONOD R., 1973. Contribution à l'établissement d'une classification fonctionnelle des engins de pêche. *Bull. Mus. Hist. nat.* 3^e sér., **156** : 205-231.
- OLIVER G., 1970. Observations sur quelques poissons des eaux douces et saumâtres des Pyrénées-Orientales. *Vie Milieu*, **21** (1C) : 199-208.
- PARIS J. et J.P. QUIGNARD, 1971. La faune ichthyologique des étangs languedociens de Sète à la Corse. *Vie Milieu*, suppl. **22** : 301-327.
- PETIT G. et F. RULLIER, 1952. *Merceriella enigmatica* sur les côtes de la Méditerranée française. Observations sur deux stations nouvelles du littoral des Pyrénées Orientales. *Vie Milieu*, **3** (1) : 1-19.
- PETIT G. et D. SCHACHTER, 1959. Les étangs et lagunes du littoral méditerranéen français et le problème de la classification des eaux saumâtres. *Arch. océanogr. limnol.*, suppl. **11** : 75-91.
- PETIT G. et F.J. GAY, 1969. Fluctuations d'une lagune : l'étang de Canet ou de Saint-Nazaire (P.O.). *Ann. Soc. Hist. nat. Hérault*, **109** (1) : 14-21.
- PONS M., 1981. Le rôle des prud'homies dans l'organisation de la pêche des étangs de Palavas. *Bull. Soc. Languedoc. géogr.*, **15** (12) : 123-136.
- PURWANTO J., 1981. Etude comparée de 2 écosystèmes lagunaires « non aménagés et aménagés » : étang du Piemanson en Camargue et étang de la Sarrazine à Palavas. Thèse 3^e cycle U.S.T.L. Montpellier : 173 p.
- QUIGNARD J.P. et J. ZAOUALI, 1980-81. Les lagunes périméditerranéennes. Bibliographie ichthyologique annotée. *Bull. off. nat. Pêch. Tunisie*. I : **4** (2) : 293-360; II : **5** (1) : 41-96.
- ROBLIN C., 1980. Etude comparée de la biologie du développement (gonadogenèse, croissance, nutrition) du loup *Dicentrarchus labrax* en milieu naturel et en élevage contrôlé. Thèse 3^e cycle U.S.T.L. Montpellier, 272 p.
- SAL'NIKOV N-Ye., H.A. HUSSEIN, F.M. AMIN, 1980. Some behavioral features and fishing of the european eel *A. anguilla* in lake Burrullus (Egypt). *J. Ichthyol.*, **20** (2) : 153-158.
- SCHACHTER D., J. SENEZ et J. LEROUX-GILERON, 1953. Note préliminaire sur la dystrophie d'un étang de l'Olivier. *Vie milieu*, **4** (4) : 701-706.
- SCHMIDT J., 1922. The breeding places of the eel. *Phil. Trans. R. Soc.*, **211** (B) 179-208.
- SCHMIDT J., 1924. L'immigration des larves d'Anguilles dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar. *C.R. heb. séanc. Acad. Sci. Paris* : **179** : 729-732.
- SHEHATA S., 1984. Contribution à la connaissance des Soléidés (Poissons Téléostéens) du Golfe du Lion. Thèse 3^e cycle Univ. Montpellier, 311 p.
- TESCH F.W., 1980. Occurrence of eel *A. anguilla* larvae west of the European continental shelf 1971-77. *Env. Biol. Fish.*, **5**.
- TOURNIER H., et J. DUCLERC, 1976. Aménagement de l'étang de Pérols. *Rapport d'étude* (04/1974-04/1976).
- VASSAL D. et J. BRUSLÉ, 1983. Anguilliculture : comparaison de 2 types d'alimentation (naturelle et artificielle) en conditions d'élevage intensif. G.I.S., ARM, **1**.
- VERHOEVEN J.T.A., 1980. The ecology of *Ruppia* dominated communities in western Europe. 1) distribution of *ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aqua. Bot.* **6** : 197-268.
- VERLAQUE C., 1981. La mise en valeur des étangs littoraux du Languedoc-Roussillon. *Bull. Soc. Languedocienne Géogr.*, **15** (1-2) : 137-155.
- YAHYAOUI A., 1983. Etude comparée (recrutement, croissance et polymorphisme enzymatique) des populations atlantiques et méditerranéennes (Maroc-France) de civelles d'*Anguilla anguilla* L. 1758. Thèse 3^e cycle, Université Perpignan, 177 p.

Reçu le 14 novembre 1984; received on November 14, 1984
 Accepté le 9 janvier 1985; accepted for printing on January 9, 1985

LE RÉGIME ALIMENTAIRE DES ALEVINS ET JUVÉNILES DE LOUP (*DICENTRARCHUS LABRAX* L.) DES LAGUNES LITTORALES DU GOLFE DU LION (ÉTANGS ROUSSILLONNAIS, FRANCE)

*Food and feeding of fry and juveniles of sea-bass (Dicentrarchus labrax L.)
from mediterranean lagoons in the gulf of Lion, (France)*

C. ROBLIN et J. BRUSLÉ

Laboratoire de Biologie Marine
Université de Perpignan, 66000 Perpignan

LOUP
DICENTRARCHUS LABRAX
BIOLOGIE
RÉGIME ALIMENTAIRE
ALEVINS ET JUVÉNILES
LAGUNES DE MÉDITERRANÉE

RÉSUMÉ. — Le régime alimentaire des alevins (< 60 mm LS), juvéniles (60-120 mm LS) et jeunes (> 120 mm LS) de Loups de trois étangs saumâtres (Salses-Leucate, Bourdigou et Canet) a été analysé à partir de leurs contenus stomacaux au cours de deux années consécutives (1977-1978). Le niveau trophique est élevé et le régime, carnivore, à base de Crustacés planctoniques et épibenthiques. Une évolution de l'alimentation a été observée au cours du développement, depuis les proies de petite taille du méroplancton jusqu'aux proies épibenthiques, selon la séquence : Zoés → Copépodes Harpacticoïdes → *Corophium* et Gammares → Mysidacés. L'activité alimentaire est de type opportuniste et adaptée aux ressources trophiques les plus disponibles. Sa signification écologique a été discutée dans le cadre des données récentes relatives aux diverses stratégies d'occupation et d'exploitation des écosystèmes littoraux par les juvéniles.

SEA-BASS
DICENTRARCHUS LABRAX
BIOLOGY
FOOD AND FEEDING
FRY
MEDITERRANEAN LAGOONS

ABSTRACT. — The stomach contents of fry, fingerlings and juveniles of Sea-basses from three brackish lagoons (Salses-Leucate, Bourdigou, Canet) were studied for two consecutive years (1977-1978). The trophic level was high and the main food was planktonic and zoobenthic Crustaceans. Animals switch their diet from small-sized prey to large-sized epibenthic prey. Sequential changes related to growth were in the following order: Zoea larvae → Harpacticoid Copepods → *Corophium* and Gammarids → Mysids. The food intake suggests an opportunistic activity, an adaptation to most easily available organisms and trophic resources in general. Ecological significance of predation is discussed in comparison with recent data reported in the literature related to distribution strategies and exploitation of food resources by juvenile fish in shallow coastal waters.

INTRODUCTION

La plupart des travaux portant sur le régime alimentaire des Poissons concerne l'alimentation des adultes. Cependant, depuis quelques années, l'intérêt s'est davantage porté sur l'étude des besoins trophiques des larves, alevins et juvéniles.

Dans les divers milieux naturels, les zones littorales peu profondes, qui fonctionnent comme nurseries pour de nombreuses espèces marines, ont donné lieu à de nombreuses investigations. Parmi les recherches récentes, citons celles ayant porté sur les baies marines : Bodiou et Villiers (1978-79), Villiers (1980), Tito de Morais et Bodiou (1984) en France, Evans (1983) en Suède, Poxton *et al.* (1983) en Ecosse, Schnack et Bottger (1981) en Allemagne, Duka (1978) en U.R.S.S., Schmitt et Holbrook (1984) aux U.S.A., Cyrus et Blaber (1983) et Smale (1984) en Afrique du Sud, Okata (1975), Hayase et Tanaka (1980), Kiso (1981 et 1982) Koshii *et al.* (1982), Terazaki et Iwata (1983) au Japon. Dans les zones estuariennes les principaux travaux sont dus à Vesin *et al.* (1981) au Canada, Radtke et Dean (1979) et Livingston (1984) aux U.S.A., Christensen (1978), Smale et Kok (1983), Blaber (1984) et Marais (1984) en Afrique du Sud. Des études ont été également entreprises dans les mangroves (Kinch, 1979) et surtout dans les lagunes (Gandolfi et Giannini, 1977; Chierigato *et al.*, 1979 et 1981; Ceccherelli *et al.*, 1981; Ferrari et Chierigato, 1981; Alheit et Scheibel, 1982).

En France, l'analyse des activités trophiques des juvéniles d'espèces amphihalines (Loups, Daurades, Muges, Anguilles...) a été surtout effectuée dans les étangs maritimes d'Arcachon (Clus *et al.*, 1981) et dans les lagunes littorales du Languedoc-Roussillon (Marfin, 1982; Cambrony, 1983; Lecomte-Finiger, 1983). Leur intérêt réside dans le fait que la satisfaction des exigences trophiques au cours des stades précoces du développement des Poissons conditionne le devenir (survie, croissance, condition) des peuplements littoraux et l'évolution des stocks des espèces migrantes littorales (Godin, 1981a; Keen, 1982; Poxton *et al.*, 1983).

L'étude des contenus digestifs des jeunes Poissons qui colonisent les milieux margino-littoraux présente d'abord un intérêt biologique pour l'espèce considérée. Ensuite, ces connaissances aident à la compréhension écologique des eaux saumâtres et du fonctionnement des réseaux trophiques (relations proies-prédateurs) à l'intérieur des diverses biocoenoses constituant les écosystèmes lagunaires qui sont parmi les plus riches et les plus complexes. Ces acquis présentent enfin un intérêt appliqué puisqu'ils permettent de mieux juger des aptitudes de ces milieux à être exploités par la pêche et aménagés à des fins d'aquaculture (Ravagnan, 1978).

Le Loup *Dicentrarchus labrax*, qui est un composant important de l'ichtyofaune littorale (marine et lagunaire) de la Méditerranée (Barnabé, 1976) présente une grande valeur commerciale. Il est très exploité par la pêche et donne lieu à des élevages intéressants (Anonyme, 1984).

Le régime alimentaire de ce Poisson n'a été étudié en Méditerranée que chez des adultes (Ktari *et al.*, 1978), les recherches consacrées aux juvéniles ont longtemps fait défaut, ainsi que le déploraient récemment encore Ferrari et Chierigato (1981). Les investigations conduites dans le delta du Pô par les chercheurs de Ferrare (Chierigato *et al.*, 1979 et 1981; Ceccherelli *et al.*, 1981) sont d'ailleurs concomitantes (années 1977 et 1978) des nôtres, poursuivies dans les lagunes du Roussillon.

Des résultats préliminaires portant sur l'alimentation des jeunes Loups des étangs de Salses-Leucate, du Bourdigou et de Canet-Saint-Nazaire, ont été présentés à la C.I.E.S.M. (Bruslé et Roblin, 1981). Ils justifiaient d'être repris, développés et comparés aux données acquises depuis quelques années sur les régimes alimentaires des principales espèces constituant la faune ichtyologique des étangs du Narbonnais et du Roussillon (Hervé, 1978; Marfin, 1982; Lecomte-Finiger, 1983, Cambrony, 1983).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'engin de pêche utilisé dans les trois lagunes est une senne de plage classique (maillage des ailes : 10 × 10 mm, maillage de la nasse : 5 × 5 mm).

Les récoltes, effectuées dans les zones peu profondes, généralement au voisinage des herbiers, sont constituées d'alevins (classe 0 : < 60 mm LS) et de juvéniles (classe 1 : 60 à 120 mm LS).

Après immersion immédiate des Poissons dans une solution de formol (10 %), les contenus stomacaux sont analysés en laboratoire et les grandeurs classiques (Cv, R, Cn, F, Nm, Cp, Q...) obtenues par la méthode numérique (Tabl. I). Le classement des proies en préférentielles (PP), secondaires (P_{II}), complémentaires (PC) et occasionnelles (PO) est inspiré de Hureau (1970). Une comparaison entre proies ingérées et proies réellement disponibles a pu être réalisée sur l'étang de Canet (Bruslé, 1981a) et de Salses-Leucate (Hervé et Bruslé, 1980).

L'échantillonnage, réalisé de fin mai à fin juillet pendant deux années consécutives (1977 à 1978), porte sur 295 alevins et juvéniles de 21 à 97 mm LS. Les récoltes les plus nombreuses (223) concernent l'étang de Salses-Leucate (Tabl. II et Pl. 1), et ont été effectuées, d'une part au voisinage des graus (Vigies, Corrège), d'autre part dans les zones de résurgence situées à l'opposé de ceux-ci (Roquette).

Tableau I. — Calculs de la méthode numérique.
Numeral method

- Coefficient de vacuité	: $Cv = \frac{EV}{N} \times 100$
- Coefficient de réplétion	: $R = \frac{W}{Pt - W} \times 100$
- Pourcentage en nombre de proies	: $Cn = \frac{n_1}{Np} \times 100$
- Indice de fréquence	: $F = \frac{n}{N_1} \times 100$
- Pourcentage en poids	: $Cp = \frac{P_1}{P_p} \times 100$
- Coefficient alimentaire	: $Q = Cn \times Cp$
- Relation coefficient alimentaire-fréquence	: $Q - F$
- Nombre moyen de proies par estomac	: $Nm = \frac{N_p}{N_1}$
- Taille moyenne des proies	: Tm

Classement des proies (d'après Hureau, 1970)

F/Q	200	20	0
100	préférentielle principale PPP	secondaire fréquente PIIF	complémentaire de 1er ordre PC1
30	préférentielle occasionnelle PPO	secondaire accessoire PIIA	complémentaire de 2ème ordre PC2

Tableau II. — Echantillonnage à Salses-Leucate
Sampling in Salses-Leucate

Stations et années	Nombre (N)	Période	Taille Ls (en mm)
Vigies (1977)	65	24/5 à 26/7	23 à 51
Alevins (60 mm Ls) (classe 0)			
Roquette (1977)	53	04/7 à 26/7	42 à 59
Vigies (1978)	47	21/6 à 24/7	28 à 39
Roquette (1978)	14	24/7	43
Corrège (1978)	18	13/6 à 24/7	21 à 35
Total	197		
Juveniles (60 à 120 mm Ls) (classe 0)			
Font-Extramer	6	14/12/76	97
UDSIS	1	18/01/77	80
Paurel	18	30/03/77 à 24/11/78	63 à 85
Corrège	1	15/01/79	90
Total	26		

RÉSULTATS

I — Salses-Leucate

1) Alevins

Les 197 échantillons étudiés, toutes stations confondues (Tabl. III), présentent un faible coefficient de vacuité ($Cv = 5,6$) qui traduit une activité alimentaire élevée. Le régime alimentaire général est essentiellement à base de Crustacés ($Cn = 99,4 - F = 100$). Les divers groupes de proies zooplancto-

Tableau III. — Alevins, Salses-Leucate
Fry from Salses-Leucate

Lieux et dates captures	N	N ₁	Ev	Cv
Roquette 1977	53	51	1	1,9
Vigies 1977	65	59	6	9,2
Corrège 1978	18	17	1	5,5
UDSIS 1978	47	44	3	6,4
Roquette 1978	14	14	0	0
Total	197	186	11	5,6

Proies	n ₁	Cn	n	F	Nm	Tm
Crustacés	2889	99,4	186	100	15,5	
Larves Zoés	496	17,1	20	10,7	2,7	0,25 à 1,3
Larves Nauplii	13	0,4	1	0,5	0,07	0,4
Gammarès	766	26,4	92	49,5	4,1	3 à 4,5
Corophium	990	34,1	88	47,3	5,3	2,5 à 5
Sphéromes	1	0,03	1	0,5	0,005	2
Idothées	47	1,6	26	14,0	0,2	2 à 5
Copépodes harpacticoïdes	325	11,2	18	9,7	1,7	0,8 à 1,5
Mysidacés	249	8,6	50	26,9	1,3	3,5 à 7
Leptostracés	2	0,07	2	1,1	0,01	1
Gastéropodes	5	0,17	3	1,6	0,03	1 à 1,5
Annélides	5	0,17	5	2,7	0,03	2 à 5
Insectes	5	0,17	5	2,7	0,03	4 à 5
Débris végétaux	2	0,07	2	1,1	0,014	
	Np=2906		N ₁ =186		Nm=15,6	

niques et épibenthiques sont des larves du méroplancton (nauplii, zoé), des Amphipodes (Gammarès, *Corophium*), des Isopodes (Sphéromes, Idothées), des Copépodes Harpacticoïdes et des Mysidacés. Sont également présents, mais dans de plus faibles proportions, des Gastéropodes, des Annélides et des larves d'Insectes.

La comparaison des contenus stomacaux en fonction des stations et des années, s'établit comme suit :

a) Vigies (1977) (Tabl. IV)

Dans cette station, proche du grau de Saint-Ange (Fig. 1) les premiers alevins sont capturés fin mai, à une taille moyenne (\bar{L}_S) de 23,2 mm. Ils consomment exclusivement des Crustacés, en particulier des larves zoés ($Cn = 87,5 - F = 83,8$) de petite taille ($Tm = 1,3$ mm).

Un mois plus tard, leur taille s'est accrue ($\bar{L}_S = 35,9$ mm) et les Crustacés restent largement dominants ($Cn = 99,7 - F = 100$). Parmi ceux-ci, les proies préférentielles sont les Gammarès ($Cn = 79,4 - F = 92,5$) et, à un degré moindre, les Mysidacés ($Cn = 18,6 - F = 57,5$). Les proies accessoires sont des Idothées et des Leptostracés. Quinze jours ($\bar{L}_S = 48,8$ mm) et un mois plus tard ($\bar{L}_S = 51$ mm) se manifeste une évolution du régime vers une dominance de Mysidacés ($Cn = 87,7$ et $72,4 - F = 100$ et 100 respectivement). La taille moyenne des proies ($Tm = 4$ à $4,5$ mm pour les Gammarès — 5 à $5,5$ mm pour les Mysidacés) s'est accrue progressivement.

Tableau IV. — Alevins, Vigies (1977)
Fry from Vigies (1977)

Proies	n ₁	Cn	n	F	Nm	Tm	
1) 24.05.1977		(N = 8)		$\bar{L}_S = 23,2$ mm			
Crustacés	16	100	6	100	2,66		PPP
Gammarés	2	12,5	1	16,6	0,33	4 ± 2	PIIF
Larves Zoés	14	87,5	5	83,3	2,33	1,3 ± 0,3	PPP
Np=16		N ₁ =6		Nm=2,66			
2) 29.06.1977		(N = 43)		$\bar{L}_S = 35,9$ mm			
Crustacés	348	99,7	40	100	8,7		PPP
Gammarés	277	79,4	37	92,5	6,9	4,5 ± 2	PPP
Corophium	3	0,9	3	7,5	0,07	2,5 ± 0,5	PIIA
Idothées	1	0,3	1	2,5	0,02	6	PIIA
Mysidacés	65	18,6	23	57,5	1,6	3,5 ± 2	PPP
Leptostracés	2	0,6	2	5	0,05	1	PIIA
Annélides	1	0,3	1	2,5	0,02	2	PIIA
Np=349		N ₁ =40		Nm=8,7			
3) 11.07.1977		(N = 12)		$\bar{L}_S = 48,8$ mm			
Crustacés	122	100	11	100	11,1		PPP
Gammarés	14	11,5	4	36,4	1,3	4 ± 2	PIIF
Idothées	1	0,8	1	9,1	0,1	1,8	PIIA
Mysidacés	107	87,7	11	100	9,7	5,5 ± 1,5	PPP
Np=122		N ₁ =11		Nm=11,1			
4) 26.07.1977		(N = 2)		$\bar{L}_S = 51,0$ mm			
Crustacés	29	100	2	100	14,5		PPP
Gammarés	8	27,6	2	100	4	4 ± 2	PPP
Mysidacés	21	72,4	2	100	10,5	5 ± 2	PPP
Np=29		N ₁ =2		Nm=14,5			

b) Roquette (1977) (Tabl. V)

Les alevins ne parviennent à cette station, la plus éloignée des graus, que début juillet, à une taille moyenne (\bar{L}_S) de 42 mm. Ils consomment alors essentiellement des Crustacés (Cn et F = 100), en particulier des Gammarés (Cn = 93,4 — F = 100). Au cours de leur développement ($\bar{L}_S = 49$ pour 59 mm), ils ingèrent toujours préférentiellement des Crustacés : Gammarés (Cn = 39,3 et 46,8 — F = 89,3 et 80), *Corophium* (Cn = 13,7 et 40,9 — G = 71,4 et 73,3) et Copépodes Harpacticoïdes (Cn = 41,8 et F = 25 dans la classe $\bar{L}_S = 49$ mm). Par contre, ils ne consomment pas (classe LS = 49 mm) ou peu (Cn = 3,6 — F = 20 dans classe LS = 59 mm) de Mysidacés à la différence des alevins de même taille et à la même époque à la station des Vigies. Les proies accessoires sont représentées par des Gastéropodes, des Annélides et des larves d'Insectes.

c) Vigies + UDSIS (1978) (Tabl. VI)

L'échantillonnage est sensiblement différent de celui de l'année précédente puisque les alevins proviennent de la zone du grau (Vigies), mais aussi de la station UDSIS située sur le trajet de leur mouvement vers la Roquette (Fig. 1). Il peut expliquer l'importance relative des *Corophium* (Cn = 75,2 et 96,1 — F = 88,2 et 100) dans les contenus digestifs, alors que ces Amphipodes n'in-

Tableau V. — Alevins, Roquette (1977)
Fry from Roquette (1977)

Proies	n ₁	Cn	n	F	Nm	Tm	
1) 4.07.1977		(N = 9)		$\bar{L}_S = 42$ mm			
Crustacés	121	100	9	100	13,4		PPP
Gammarés	113	93,4	9	100	12,6	3 ± 2	
Corophium	2	1,7	1	11,1	0,2	2,5 ± 0,5	PIIA
Idothées	5	4,1	3	33,3	0,5	3 ± 2	PIIF
Copépodes harpacticoïdes	1	0,8	1	11,1	0,1	0,8	PIIA
Np=121		N ₁ =9		Nm=13,4			
2) 11.07.1977		(N = 28)		$\bar{L}_S = 49$ mm			
Crustacés	598	100	28	100	21,4		PPP
Gammarés	235	39,3	25	89,3	8,4	3 ± 2	PPP
Corophium	82	13,7	20	71,4	2,9	3 ± 0,5	PPP
Idothées	31	5,2	15	53,6	1,1	3,5 ± 1	PPP
Copépodes harpacticoïdes	250	41,8	7	25	8,9	1 ± 0,5	PPP
Np=598		N ₁ =28		Nm=21,4			
3) 26.07.1977		(N = 16)		$\bar{L}_S = 59$ mm			
Crustacés	210	95,5	15	100	14		PPP
Gammarés	103	46,8	12	80	6,9	4 ± 2	PPP
Corophium	90	40,9	11	73,3	6	4,5 ± 2	PPP
Idothées	9	4,1	6	40	0,6	5 ± 3	PPP
Mysidacés	8	3,6	3	20	0,5	3,5 ± 0,5	PIIA
Gastéropodes	3	1,4	1	6,6	0,2	1,5	PIIA
Annélides	2	0,9	2	13,3	0,13	4	PIIA
Insectes larves	3	1,4	3	20	0,2	5 ± 1	PIIA
Débris végétaux	2	0,9	2	13,3	0,13		
Np=220		N ₁ =15		Nm=14,7			

Tableau VI. — Alevins, Vigies — U.D.S.I.S. (1978)
Fry from Vigies — U.D.S.I.S. (1978)

Proies	n ₁	Cn	n	F	Nm	Tm	
21.06.1978		(N = 36)		$\bar{L}_S = 28$ mm			
Crustacés	322	100	34	100	9,47		PPP
Gammarés	10	3,1	1	2,9	0,3	2,5 ± 1,5	PIIA
Corophium	242	75,2	30	88,2	7,1	2,5 ± 2	PPP
Mysidacés	11	3,4	4	11,8	0,3	4 ± 3	PIIF
Copépodes harpacticoïdes	46	14,3	5	14,7	1,4	0,8 ± 0,5	PIIF
Nauplii	13	4,0	1	2,9	0,4	0,4	PIIA
Np=322		N ₁ =34		Nm=9,5			
24.07.1978		(N = 11)		$\bar{L}_S = 39,4$ mm			
Crustacés	152	100	10	100	15,2		PPP
Gammarés	4	2,6	1	10	0,4	3 ± 1	PIIA
Corophium	146	96,1	10	100	14,6	3,5 ± 2	PPP
Copépodes harpacticoïdes	2	1,3	2	20	0,2	1,5 ± 1	PIIA
Np=152		N ₁ =10		Nm=15,2			

tervenaient en 1977 que comme proies accessoires (Cn = 0,9 — F = 7,5) dans les mêmes classes de taille, à la même époque, dans la zone plus littorale des Vigies. Parallèlement, l'importance des Mysidacés a considérablement décliné (Cn = 3,4 pour $\bar{L}_S = 28$ mm et 0 pour LS = 39,4 mm) et les Copépodes Harpacticoïdes sont faiblement représentés (Cn = 14,3 et 1,3).

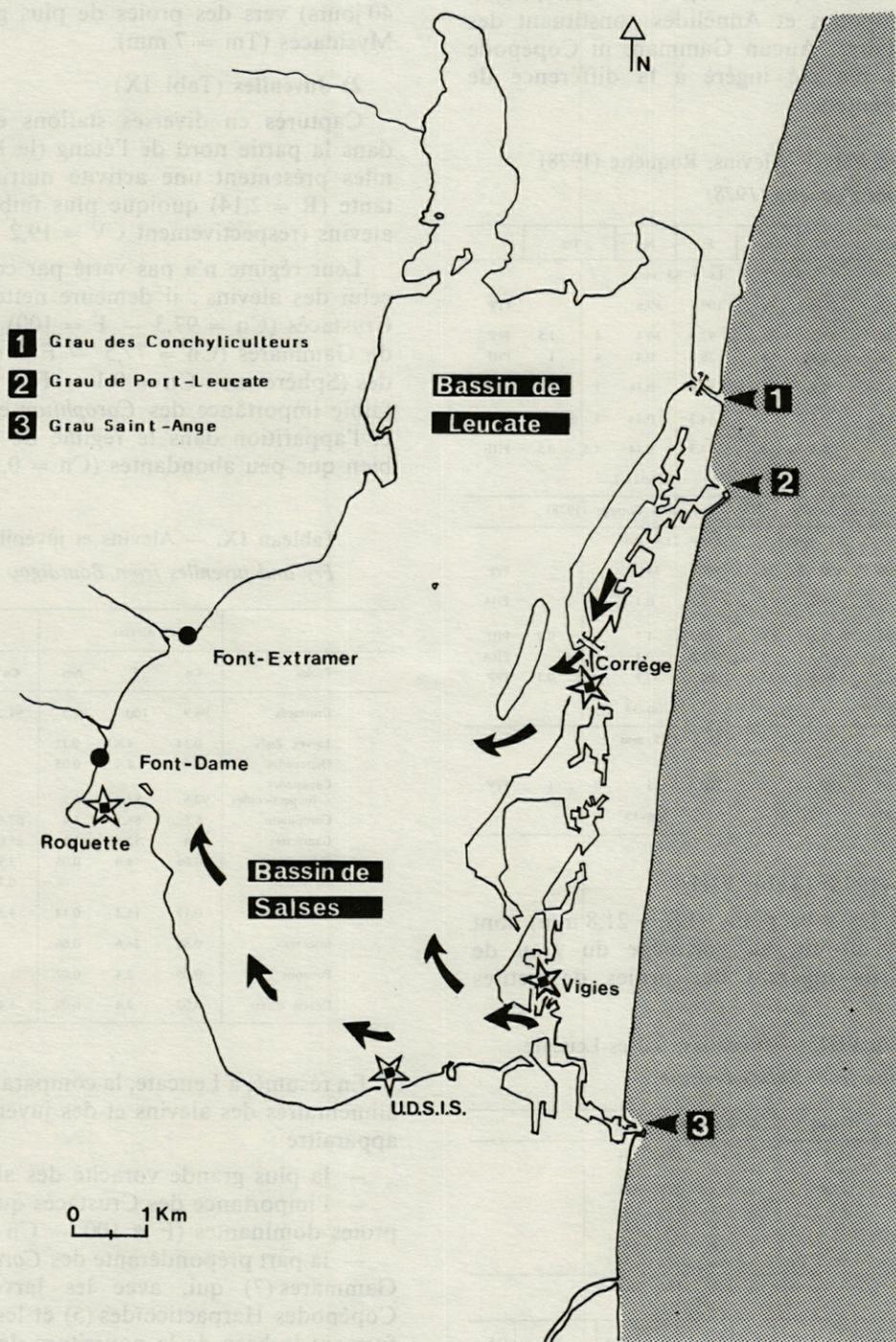


Fig. 1. — Etang de Salses-Leucate.
Salses-Leucate Lagoon.

d) *Roquette* (1978) (Tabl. VII)

Les proies essentielles sont les *Corophium*, très largement dominants (Cn = 97,2 8 F = 92,9), Mysidacés, Gastéropodes et Annélides constituant des proies secondaires. Aucun Gammare ni Copépode Harpacticoïde n'a été ingéré à la différence de l'année précédente.

Tableau VII. — Alevins, *Roquette* (1978)
Fry from Roquette (1978)

Proies	n ₁	Cn	n	F	Nm	Tm	
(N = 14) $\bar{L}_s = 43$ mm							
Crustacés	431	98,6	14	100	30,8		PPP
<i>Corophium</i>	425	97,2	13	92,9	30,4	4 ± 1,5	PPP
Mysidacés	6	1,4	4	28,6	0,4	4 ± 1	PIIF
Gastéropodes	2	0,5	2	14,3	0,14	1 ± 0,2	PIIF
Annélides	2	0,5	2	14,3	0,14	5 ± 4	PIIF
Insectes	2	0,5	2	14,3	0,14	4,5 ± 0,5	PIIF
Np=437		N ₁ =14		Nm=31,2			
Alevins <i>Corrège</i> (1978) - <i>Fry from Corrège</i> (1978)							
13.06.1978 (N = 16) $\bar{L}_s = 21,8$ mm							
Crustacés	500	100	15	100	34		PPP
Sphéromes	1	0,2	1	6,6	0,1	2	PIIA
Copépodes harpacticoïdes	26	5,1	3	20	1,7	0,6 ± 0,3	PIIF
Mysidacés	1	0,2	1	6,6	0,1	4	PIIA
Larves Zoés	482	94,5	15	100	32,1	0,25 ± 0,1	PPP
Np=510		N ₁ =15		Nm=34			
24.07.1977 (N = 2) $\bar{L}_s = 35,5$ mm							
Crustacés (Mysidacés)	30	100	2	100	15	7 ± 1	PPP
Np=30		N ₁ =2		Nm=15			

e) *Corrège* (1978) (Tabl. VIII)

Les alevins les plus petits (LS = 21,8 mm) sont capturés à la mi-juin au voisinage du grau de Port-Leucate. Ils ingèrent des proies de petites

Tableau VIII. — Juvéniles, *Salses-Leucate*
Juveniles from Salses-Leucate

Dates et lieux captures	\bar{L}_s mm	N	N ₁	Ev	CV	R					
14.12.1976 Font-Extramèr	97,5	6	5	1	16,6	1,71					
18.01.1977 UDSIS	80	1	1	0	0	1,9					
30.03.1977 Paurel	85,5	12	9	3	25	0,65					
20.08.1977 Paurel	65	4	3	1	25	1,2					
24.10.1978 Paurel	63	1	1	0	0	2,4					
24.11.1978 Paurel	71	1	1	0	0	3,4					
15.01.1979 <i>Corrège</i>	90	1	1	0	0	3,7					
Total		26	21	5	19,2	2,14					

Proies	n ₁	Cn	n	F	P ₁	Cp	Q	Nm	Tm	Q-F
Crustacés	182	97,3	21	100	2,95	98,3	9565	8,7		PPP
Gammare	145	77,5	14	66,6	1,71	57	4417	6,9	6 ± 3 (4 à 8,5)	PPP
<i>Corophium</i>	3	1,6	1	4,8	0,04	1,3	2,1	0,1	4,5 ± 0,5	
Sphéromes	17	9,1	7	33,3	0,23	7,6	69,2	0,8	7 ± 5 (3 à 12,8)	PIIF
Idothées	7	3,7	1	4,8	0,12	4	14,8	0,3	4,5 ± 2	
Mysidacés	4	2,1	3	14,3	0,25	8,3	17,4	0,2	6 ± 2 (4,5 à 8)	Pc1
Crevettes grises	1	0,5	1	4,8	0,37	12,3	6,1	0,05	40	
Débris crustacés	5	2,7	5	23,8	0,23	7,6	20,5	0,02		PIIA
Gastéropodes	2	1,1	2	9,5	0,04	1,3	1,4	0,1	1,5 à 4,5	Pc2
Débris végétaux	3	1,6	3	14,3	0,01	0,3	0,5	0,1		Pc2
Np = 187		N ₁ = 21		Pp = 3,0		Nm = 8,9				

dimensions (larves zoés : Tm = 0,25 mm — Copépodes Harpacticoïdes : Tm = 0,60 mm). Leur régime évolue au cours de leur croissance (14 mm en 40 jours) vers des proies de plus grande taille, les Mysidacés (Tm = 7 mm).

2) *Juvéniles* (Tabl. IX)

Capturés en diverses stations et en particulier dans la partie nord de l'étang (le Paurel), les juvéniles présentent une activité nutritionnelle importante (R = 2,14) quoique plus faible que celle des alevins (respectivement CV = 19,2 et 5,6).

Leur régime n'a pas varié par comparaison avec celui des alevins : il demeure nettement à base de Crustacés (Cn = 97,3 — F = 100) avec dominance de Gammare (Cn = 77,5 — F = 66,6) et d'Isopodes (Sphéromes : Cn = 9,1 — F = 33,3). A noter la faible importance des *Corophium* et des Mysidacés et l'apparition dans le régime de Crevettes grises, bien que peu abondantes (Cn = 0,5).

Tableau IX. — Alevins et juvéniles, *Bourdigou*
Fry and juveniles from Bourdigou

Proies	Alevins			Juvéniles		
	Cn	F	Nm	Cn	F	Nm
Crustacés	98,9	100	82,3	94,2	100	13,4
Larves Zoés	0,14	4,8	0,12			
Ostracodes	0,06	2,4	0,05			
Copépodes harpacticoïdes	90,8	83,3	75,5			
<i>Corophium</i>	6,5	88,1	5,4	62,6	60	8,7
Gammare	1,4	52,4	1,1	28,0	80	3,9
Sphéromes	0,06	4,8	0,05	2,9	20	0,4
Mysidacés				0,7	10	0,1
Annélides	0,17	14,3	0,14	4,3	60	0,6
Insectes	0,80	28,6	0,66			
Poissons	0,09	2,4	0,07			
Débris divers	0,02	2,4	0,02	1,4	20	0,2

En résumé, à Leucate, la comparaison des régimes alimentaires des alevins et des juvéniles (Fig. 2) fait apparaître :

- la plus grande voracité des alevins (Cv <)
- l'importance des Crustacés qui constituent les proies dominantes (F ≠ 100 — Cn ≠ 360)
- la part prépondérante des *Corophium* (6) et des Gammare (7) qui, avec les larves zoés (1), les Copépodes Harpacticoïdes (5) et les Mysidacés (10) forment la base de la nourriture des alevins.
- la dominance des Gammare (7) et, à un degré moindre, des Sphéromes (8) dans l'alimentation des juvéniles chez lesquels la participation des Décapodes (11) demeure faible.

II — *Bourdigou*

Le tableau IX rend compte du régime alimentaire des alevins et des juvéniles peuplant l'herbier proche du grau. Les plus petits consomment d'abord des

larves zoés et surtout des Copépodes Harpacticoïdes. L'alimentation évolue ultérieurement en direction des Amphipodes (*Corophium* et Gammare) puis des Isopodes (Sphéromes). Les Annélides occupent une part plus importante ($F = 14,3$ chez les alevins et $= 60$ chez les juvéniles) qu'à Leucate alors que les Mysidacés sont au contraire absents, ou presque, des contenus digestifs dans lesquels les Poissons se rencontrent en faible quantité.

La Fig. 3 est une représentation graphique de ces régimes liés à une grande activité nutritionnelle ($Cv = 0$) et caractérisés par la place presque toujours dominante des Crustacés : Copépodes Harpacticoïdes (5) chez les alevins, Amphipodes : (*Corophium* -6- et Gammare -7-) et Isopodes : (Sphéromes -8) chez les juvéniles. Par comparaison avec Leucate, il convient de noter la part plus importante des larves d'Insectes ($F = 28,6$) et surtout celles des Annélides *Platynereis dumerili* ($F = 60$).

III — Canet

La fermeture prolongée du grau de la Basse en 1978 au cours de la période de recrutement n'ayant pas permis l'entrée naturelle des alevins, seuls ont été étudiés les juvéniles (Classe 1 : $LS = 105$ mm).

Ceux-ci présentent (Tabl. X et Fig. 4) des régimes très nettement différents de ceux des deux autres étangs. En effet, les Crustacés, s'ils constituent toujours les proies préférentielles, ne sont plus aussi nettement dominants ($Cn = 46 - F = 33,3$) malgré la relative importance des Crevettes grises ($Cn = 8 - F = 16,6$). L'originalité des contenus digestifs réside surtout dans l'importance prise par les Annélides *Platynereis dumerili* ($Cn = 26 - F = 33,3$) et par les Poissons (alevins de Sardines : $Cn = 20 - F = 33,3$).

Enfin les débris végétaux (Algues, Phanérogames), déjà présents dans les estomacs des juvéniles

Tableau X. — Classe 1 +, Canet
1 + class, Canet

$Ls = 105 \pm 12$ mm

Proies	n_1	Cn	n	F	P_1	C_p	Q	Nm	Tm	Q-F
Crustacés	23	46	3	33,3	4,53	33,5	1541	1,3		PPP
Isopodes Sphéromes	9	18	4	22,2	0,08	0,6	10,8	0,5	4 ± 1	Pc2
Amphipodes Gammare	6	12	1	5,5	0,05	0,4	4,8	0,3	6 ± 1	Pc2
Mysidacés	4	8	2	11,1	0,10	0,7	5,6	0,2	5	Pc2
Décapodes Crevettes grises	4	8	3	16,6	4,3	31,8	254,4	0,2	25	PPO
Annélides	13	26	6	33,3	4,1	30,3	787,7	0,7	10 ± 5	PPP
Poissons Sardines	10	20	6	33,3	4,8	35,5	710	0,6	30 ± 10	PPP
Débris végétaux	4	8	4	22,2	0,1	0,7	5,6	0,2		Pc2
Total		$N_p=50$	$N_1=18$		$P_p=13,5$			2,8		

de Leucate et du Bourdigou, occupent une part non négligeable ($Cn = 8 - F = 22,2$), ce qui paraît en relation avec la densité de la végétation qui sert de refuge aux proies vagiles.

DISCUSSION

Les résultats acquis au cours de cette étude permettent à la fois de préciser les modalités de l'activité trophique du Loup au cours de son développement et de juger de l'adaptation de son régime alimentaire aux ressources disponibles dans l'environnement.

L'intérêt de ce travail se situe donc d'une part à un niveau biologique (comportement alimentaire) d'autre part à un niveau écologique (stratégie d'exploitation des ressources trophiques de l'écosystème lagunaire).

— Du point de vue biologique, sont considérés successivement le niveau d'activité trophique (quantités de proies ingérées), le type de régime et son évolution (nature, taille et sélectivité des proies) au cours de la croissance du Loup.

1) Niveau d'activité trophique

L'activité nutritionnelle est importante au cours des phases précoces du développement. Les faibles valeurs du coefficient de vacuité ($< 10\%$) témoignent d'une alimentation très active, la voracité des alevins étant supérieure à celle des juvéniles et tendant à diminuer ultérieurement au cours du développement.

Des taux de réplétion élevés ont également été observés chez les jeunes Loups du delta du Pô (Ceccherelli *et al.*, 1981; Ferrari et Chierigato, 1981). D'une manière générale, le niveau d'alimentation des alevins et des juvéniles du groupe 0 est toujours optimal dans les nurseries (Last, 1979; Imabayashi, 1980; Poxton *et al.*, 1983).

L'indice de réplétion tend à diminuer au cours de la croissance, comme par exemple chez les Athérinidés et chez les Mugilidés (Duka, 1978; Bruslé, 1981b).

Un taux de remplissage rapide des estomacs par une haute densité de proies et son maintien au fur et à mesure de l'évacuation gastrique (Godin, 1981b) permet aux alevins une forte assimilation alimentaire qui constitue un facteur déterminant des taux de croissance élevés au cours de la première année de vie.

Les importants besoins protéiques des individus de la classe 0 sont supérieurs à ceux des autres classes d'âge qui font davantage appel à des glucides. Ils permettent d'optimiser le rapport entre le bénéfice trophique et la dépense énergétique de prise

de nourriture (Rajasilta et Vuorinen, 1983; Gibson, 1982). Une telle optimisation de l'énergie est alors considérée comme un facteur de sélection naturelle (Godin, 1981a).

2) Régime carnivore

Les alevins et juvéniles de Poissons couvrent leurs besoins protéiques par des proies animales qui sont généralement des Crustacés. Une telle préférence pour les Crustacés concerne le Loup comme le montrent nos observations en accord avec celles de Ceccherelli *et al.* (1981) et de Ferrari et Chierigato (1981) en Méditerranée. Les alevins et juvéniles de très nombreuses autres espèces manifestent également une telle préférence pour les Crustacés : Gobies (Bodiou et Villiers, 1978; Villiers, 1980), Saumons (Terazaki et Iwata, 1983; Godin, 1981a), Poissons plats (Last, 1979; Poxton *et al.*, 1983), Sparidés divers (Okata *et al.*, 1981; Kiso, 1981 et 1982), Mugilidés (Bruslé, 1981b; Cambrony, 1983).

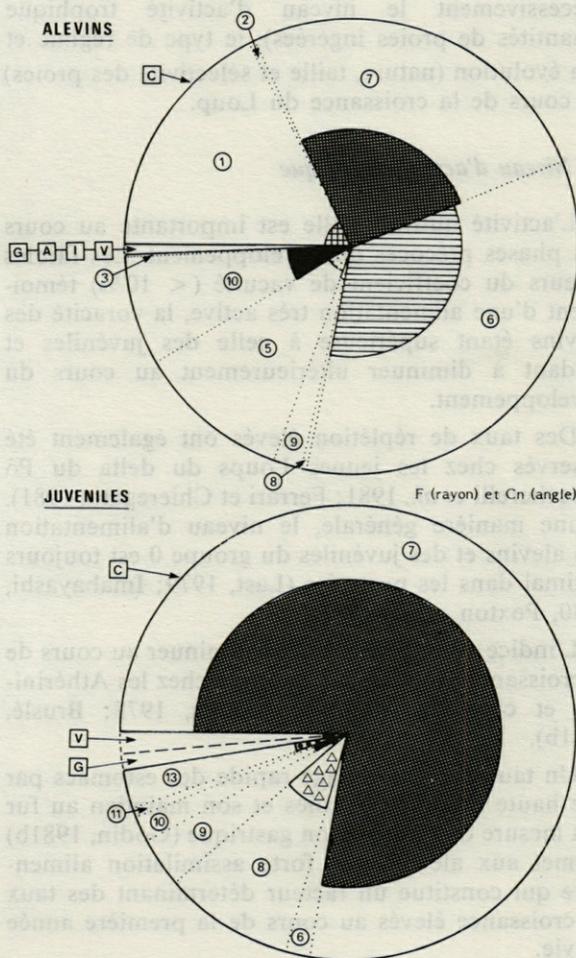


Fig. 2. — Représentation graphique de l'alimentation des alevins et juvéniles à Salses-Leucate.

Graphic view of fry and juvenile feeding in Salses-Leucate.

3) Variations du choix des proies au cours de la croissance

Un tel régime, à base de Crustacés, présente des variations liées à la taille des Poissons. Ainsi, chez le Loup, les alevins les plus jeunes (21-23 mm LS) consomment des larves de petite taille ($T_m = 0,25$ à 1,3 mm) appartenant au méroplancton (nauplii, zoé). Par la suite et compte tenu de leur croissance rapide (51 à 59 mm LS, 2 mois plus tard), ils ingèrent des proies de tailles progressivement croissantes : d'abord des Copépodes Harpacticoïdes ($T_m = 0,8$ à 1,5 mm) puis des *Corophium* ($T_m = 2,5$ à 4 mm), des Gammars ($T_m = 3$ à 4,5 mm), des Mysidacés ($T_m = 3,5$ à 7 mm) et enfin des Sphéromes et éventuellement des Crevettes grises. Dans les classes d'âge suivantes, le régime carcinophage évolue vers des Crustacés de plus grande taille, notamment les Décapodes Brachyours (Crabes) et tend vers une ichtyophagie observée aussi bien en Méditerranée (Ktari *et al.*, 1978) qu'en Atlantique : Boulineau-

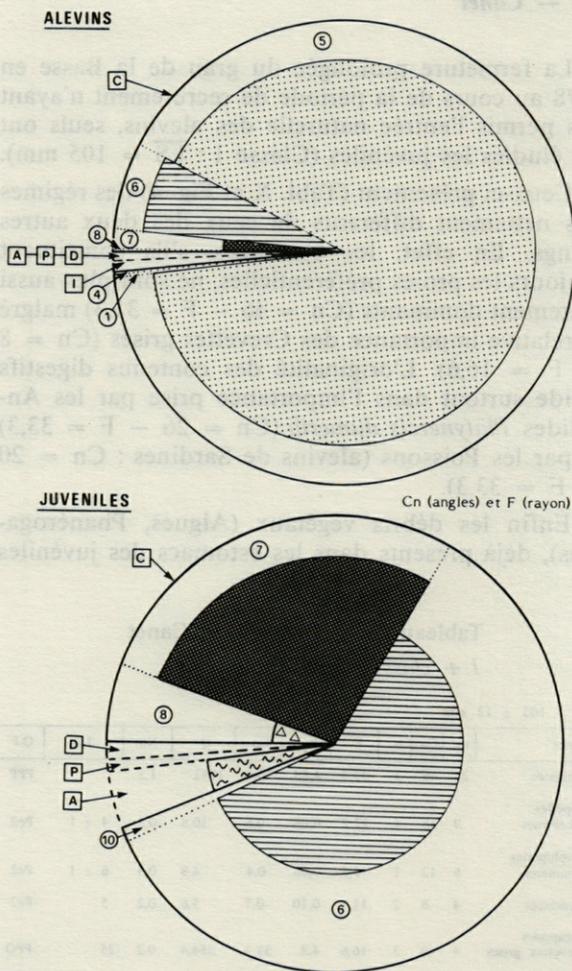


Fig. 3. — Représentation graphique de l'alimentation des alevins et juvéniles au Bourdigou.

Graphic view of fry and juvenile feeding in Bourdigou.

Coatanea (1969) en Bretagne, Labourg et Stequert (1973) à Arcachon, Arias (1980) à Cadix, Costa (1981) dans l'estuaire du Tage.

Un tel glissement, depuis des proies de petite taille vers des proies plus grosses, et suivant l'ordre précédemment noté, a été également observé chez les jeunes Loups du delta du Pô (Chierogato *et al.*, 1979; Cieccherelli *et al.*, 1981; Ferrari et Chierogato, 1981). Une telle évolution séquentielle des régimes, depuis des proies planctoniques (méroplancton, microplancton) vers des proies benthiques appartenant au méiobenthos (Copépodes Harpacticoïdes) puis au macrobenthos (Amphipodes et Isopodes) ainsi que vers des proies du macroplancton (Mysidacés) est un phénomène assez général (Christensen, 1978; Villiers, 1980, Kiso, 1981 et 1982; Cyrus et Blaber, 1983; Evans, 1983; Poxton *et al.*, 1983). La progression de la taille des proies, qui se fait parallèlement à un accroissement quantitatif des besoins alimentaires, dépend notamment des caractères anatomiques tels que le diamètre de l'ouverture buccale (Last, 1978 et 1979; Hyslop, 1982; Gibson, 1982).

4) *Sélectivité des proies*

La consommation d'un type de proies donné dépend, en fait, de plusieurs autres facteurs. Les uns sont d'ordre éthologique : préférence gustative et appétence, repérage visuel des proies (Evans, 1983; Rajasilta et Vuorinen, 1983; Drenner *et al.*, 1982; Godin, 1981a) en fonction de leur taille, de leur couleur, de leur agilité et de leur vitesse de nage

(Duka, 1978), motilité du Poisson qui varie au cours de son développement. D'autres sont d'ordre écologique : disponibilité, accessibilité et capturabilité des proies dans le milieu considéré (Stoner, 1979; Drenner *et al.*, 1982).

La sélectivité des proies capturées, qui se manifeste chez les Loups comme chez la plupart des Poissons, dépend donc de comportements de prédation qui varient au cours de l'ontogenèse (Hartmann, 1983) et qui fluctuent avec l'environnement de façon à constituer autant de stratégies alimentaires adaptatives. La relation entre la taille du Poisson et celle de ses proies tend à devenir moins stricte au cours du développement. Ainsi, chez le Loup, des individus de tailles sensiblement différentes (35-60 mm LS) peuvent consommer des proies

Légendes des figures 2, 3 et 4

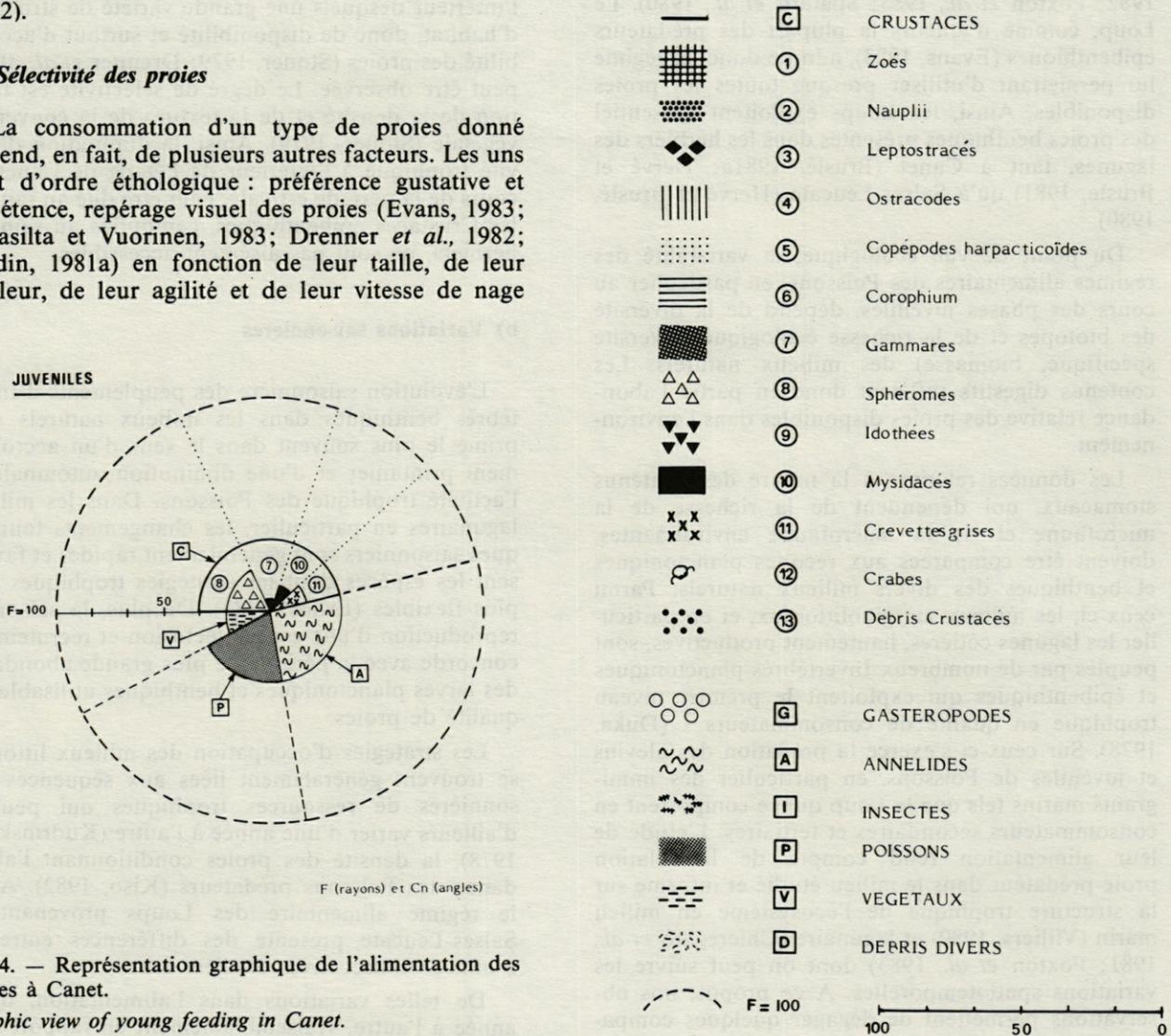


Fig. 4. — Représentation graphique de l'alimentation des jeunes à Canet.

Graphic view of young feeding in Canet.

identiques (Gammare et *Corophium*), le choix des proies dépendant, à partir d'un certain stade (30-35 mm LS), plus de leur nature que de leur taille. Le spectre alimentaire, assez étroit chez les larves, tend donc à s'élargir au cours du développement (Duka, 1978). De plus, l'abondance des proies conditionne également cette sélectivité : la prédation est plus sélective lorsque la nourriture est abondante alors que les Poissons tendent à devenir plus opportunistes lorsque les proies se font plus rares (Stoner, 1979; Rajasilta et Vuorinen, 1983).

5) Opportunisme trophique

D'une façon générale, la sélection alimentaire s'opère le plus souvent sur les proies les plus disponibles dans l'environnement. Les alevins et juvéniles de Poissons exercent leur prédation sur les aliments les plus aisément accessibles, obtenus avec le moindre effort (Spataru *et al.*, 1980) et se comportent en opportunistes. Ils adaptent donc leur régime alimentaire en fonction des sites et des saisons (Kiso, 1982; Poxton *et al.*, 1983; Spataru *et al.*, 1980). Le Loup, comme d'ailleurs la plupart des prédateurs épibenthiques (Evans, 1983), adopte donc un régime lui permettant d'utiliser presque toutes les proies disponibles. Ainsi, les Loups exploitent l'essentiel des proies benthiques présentes dans les herbiers des lagunes, tant à Canet (Bruslé, 1981a; Hervé et Bruslé, 1981) qu'à Salses-Leucate (Hervé et Bruslé, 1980).

Du point de vue écologique, la variabilité des régimes alimentaires des Poissons, en particulier au cours des phases juvéniles, dépend de la diversité des biotopes et de la richesse écologique (diversité spécifique, biomasse) des milieux naturels. Les contenus digestifs reflètent donc en partie l'abondance relative des proies disponibles dans l'environnement.

Les données relatives à la nature des contenus stomacaux, qui dépendent de la richesse de la microfaune et de la macrofaune environnantes, doivent être comparées aux récoltes planctoniques et benthiques des divers milieux naturels. Parmi ceux-ci, les milieux marginolittoraux, et en particulier les lagunes côtières, hautement productives, sont peuplés par de nombreux Invertébrés planctoniques et épibenthiques qui exploitent le premier niveau trophique en qualité de consommateurs I (Duka, 1978). Sur ceux-ci s'exerce la prédation des alevins et juvéniles de Poissons, en particulier des immigrants marins tels que le Loup qui se comportent en consommateurs secondaires et tertiaires. L'étude de leur alimentation rend compte de la relation proie-prédateur dans le milieu étudié et informe sur la structure trophique de l'écosystème en milieu marin (Villiers, 1980) et lagunaire (Chierigato *et al.*, 1981; Poxton *et al.*, 1983) dont on peut suivre les variations spatiotemporelles. A ce propos, nos observations permettent de dégager quelques comparaisons intéressantes :

a) Variations selon les sites

Des variations géographiques de régime alimentaire ont été observées au cours de cette étude. Bien que situées dans une même région et soumises à un même climat, les lagunes de Salses-Leucate, du Bourdigou et de Canet-Saint-Nazaire sont fort dissemblables du point de vue hydrologique, donc floristique et faunistique (Hervé et Bruslé, 1980 et 1981). Il en résulte que le régime alimentaire des alevins et juvéniles de Loup (comme d'ailleurs de Muges, Cambrony, 1983) varie sensiblement d'un étang à l'autre et même à l'intérieur d'un même étang (Salses-Leucate). Cette variation est notamment liée à la répartition et à la densité des zones d'herbiers (*Ruppias*, *Zostères*) qui fonctionnent comme « nurseries » pour les alevins et les juvéniles auxquels elles fournissent abri (vis-à-vis des prédateurs) et nourriture (proies épibenthiques). En effet, les proies les plus abondantes des zones littorales dépendent du système phytal (Hayase et Tanaka, 1980) des herbiers marins, estuariens et lagunaires à l'intérieur desquels une grande variété de structures d'habitat, donc de disponibilité et surtout d'accessibilité des proies (Stoner, 1979; Drenner *et al.*, 1982), peut être observée. Le degré de sélectivité est fonction de la densité et de la texture de la couverture végétale (Stoner, 1979). Ainsi, la diminution d'activité trophique à l'intérieur de l'étang de Canet, au cours de la période estivale, peut être due au fait que les Crustacés épibenthiques, camouflés au sein des herbiers, ne sont pas aisément accessibles.

b) Variations saisonnières

L'évolution saisonnière des peuplements d'Invertébrés benthiques dans les milieux naturels s'exprime le plus souvent dans le sens d'un accroissement printanier et d'une diminution automnale de l'activité trophique des Poissons. Dans les milieux lagunaires en particulier, les changements faunistiques saisonniers sont généralement rapides et favorisent les espèces dont les stratégies trophiques sont plus flexibles (Evans, 1983). De plus, la saison de reproduction d'une espèce (éclosion et recrutement) concorde avec la période de plus grande abondance des larves planctoniques et benthiques utilisables en qualité de proies.

Les stratégies d'occupation des milieux littoraux se trouvent généralement liées aux séquences saisonnières de ressources trophiques qui peuvent d'ailleurs varier d'une année à l'autre (Kudrinskaya, 1978), la densité des proies conditionnant l'abondance des Poissons prédateurs (Kiso, 1982). Ainsi, le régime alimentaire des Loups provenant de Salses-Leucate présente des différences entre les 2 années consécutives étudiées ici.

De telles variations dans l'alimentation, d'une année à l'autre, vraisemblablement en rapport avec

des fluctuations hydrométéorologiques, ont d'ailleurs été observées sur les mêmes milieux lagunaires roussillonnais par Marfin (1982) chez les Athérines et par Cambrony (1983) chez plusieurs espèces de Muges.

CONCLUSION

La mise en évidence de variations spatiotemporelles de l'activité trophique des alevins de Loup, en période de post-recrutement, constitue une stratégie adaptative d'occupation et d'exploitation des nurseries. Celle-ci permet d'expliquer, qu'en dépit de leur forte activité alimentaire et de leur grande voracité, ces très jeunes Poissons exploitent convenablement, tout comme les Muges étudiés récemment par Cambrony (1983), les ressources trophiques du milieu, tout en évitant des effets de compétition intraspécifique grâce à un étalement des périodes de ponte et donc à une succession des cohortes en recrutement qui se relaient sur les aires d'engraissement.

Par ailleurs, la colonisation des milieux côtiers par les juvéniles de Loups coïncide généralement avec celle d'autres juvéniles d'immigrants marins (Anguilles, Muges, Daurades, Poissons plats) qui se retrouvent sur les mêmes nurseries (herbiers), déjà occupées par des espèces sédentaires (Athérines, Gobies, Syngnathidés). Toutes les larves et juvéniles de ces espèces sont également carnivores (Hervé, 1978; Marfin, 1982) et consomment les mêmes proies zooplanctoniques et zoobenthiques (Crustacés : Copépodes, Amphipodes, Isopodes). Il pourrait en résulter une très importante et très sévère concurrence alimentaire interspécifique. Celle-ci se trouve en fait généralement limitée (Christensen, 1978; Duka, 1978; Conway, 1980; Dommermuth et Reed, 1980; Okata *et al.*, 1981; Gibson, 1982; Hislop, 1982; Poxton *et al.*, 1983), en raison de la plasticité des régimes alimentaires de tous ces Poissons, de leur flexibilité de sélection des proies, de la ségrégation des exigences trophiques au cours du développement de chacune d'elles, enfin des isolements territoriaux qui favorisent un meilleur partage des ressources littorales.

La compréhension des mécanismes de relations proies-prédateurs est particulièrement intéressante à considérer au cours de la première année de vie des Poissons. Leur niveau d'alimentation constitue en effet un élément décisif de leur développement et de la prospérité de leurs populations. Ainsi, la réussite des recrues et la dynamique des stocks de juvéniles conditionnant le succès des pêcheries, il est nécessaire de porter une grande attention à la connaissance de l'alimentation précoce des principales espèces d'intérêt commercial telles que le Loup.

BIBLIOGRAPHIE

- ALHEIT et W. SCHEIBEL, 1982. Benthic Harpacticoids as a food source for fish. *Mar. Biol.*, **70** : 141-147.
- Anonyme, 1984. L'aquaculture du Bar et des Sparidés. *INRA ed.*, 564 pp.
- ARIAS A., 1980. Crecimiento, regimen alimentario y reproduccion de la Dorada (*Sparus aurata*) y del Robalo (*Dicentrarchus labrax*) en los esteros de Cadiz. *Inv. Pesc.*, **44** : 59-83.
- BARNABE G., 1976. Contribution à la connaissance de la biologie du Loup *Dicentrarchus labrax* (Poisson Serranidae). Thèse Doct. Etat, U.S.T.L. Montpellier, 426 pp.
- BLABER S.J.M., 1984. The diet, food selectivity and niche of *Rhabdosargus sorba* (Teleostei, Sparidae) in Natal estuaries. *South African J. Zool.*, **19** : 241-246.
- BODIQUO J.Y. et L. VILLIERS, 1979. La prédation de la méiofaune par les formes juvéniles de *Deltentosteus quadrimaculatus* (Teleostei, Gobiidae). *Vie Milieu*, **28-29** : 143-156.
- BOULINEAU-COATANEA F., 1969. Régime alimentaire du Bar (*Dicentrarchus labrax*, Serranidae) sur la côte Atlantique bretonne. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, **41** : 1106-1122.
- BRUSLE J., 1981a. Ecologie benthique de l'étang de Canet Saint-Nazaire. *J. Rech. Océanogr.*, **6** (1) : 11.
- BRUSLE J., 1981b. Food and feeding in grey mullet. In : *Aquaculture of grey mullets*, OREN ed. Cambridge Univ. Press, 185-217.
- BRUSLE J. et C. ROBLIN, 1981. Régime alimentaire des alevins et juvéniles du Loup *Dicentrarchus labrax* dans les étangs roussillonnais. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **27** : 109.
- CAMBRONY M., 1983. Recrutement et biologie des stades juvéniles de Mugilidae (Poissons Téléostéens) dans trois milieux lagunaires du Roussillon et du Narbonnais (Salses-Leucate, Lapalme, Bourdigou). Thèse de 3^e cycle Océanogr. biol., Paris VI, 285 pp.
- CECCHERELLI V.U., FERRARI I. et V. GIANI, 1981. Zooplankton and zoobenthos role in the diet of juvenile stages of different fish species in an embayment of the Po River delta. *Kieler Meeresf.*, **5** : 259-261.
- CHIEREGATO A.R., I. FERRARI et R. ROSSI, 1979. Il regime alimentare degli avanotti di *Liza saliens* (Mugilidae) nella Sacca di Scardovari (delta dell Pô). *Boll. Zool.*, **46** suppl. : 70-71.
- CHIEREGATO A.R., J. FERRARI et R. ROSSI, 1981. Ricerca preliminare sul regime alimentare di avanotti di Orata, Branzino e Muggini nella Sacca di Scardovari (delta del Pô). *Quad. Lab. Tecinol Pesca*, **3** (1) : 249-263.
- CHRISTENSEN M.S., 1978. Trophic relationships in juveniles of three species of Sparid fishes in the South African marine littoral. *Fishery Bull.*, **76** : 389-401.
- CLUS C., P.J. LABOURG et G. LASSERRE, 1981. Ecologie des juvéniles de quelques Téléostéens amphihalins d'un marais maritime du Bassin d'Arcachon. Symp. int. Lagunes côtières, Bordeaux, 8-14 sept. 1981, 47.
- CONWAY D.V.P., 1980. The food of larval blue whiting *Micromesistius poutassou* in the Rockfall area. *J. Fish Biol.*, **16** : 709-723.
- COSTA M.J., 1981. Food and sexual maturity of *Dicentrarchus labrax* (Pisces; Serranidae) in « Tejo estuary ». *Arq. Mus. Boc.*, **1** : 1-7.

- CYRUS D.Z. et S.J.M. BLABER, 1983. Diet of *Gerres fry* in the Kosi system. *South. Afr. J. zool.*, **18** : 403-406.
- DOMMERMUTH R.S. et R.J. REED, 1980. Food of juvenile American Shad, *Alosa sapidissima*, juvenile Blueback herring *A. aestivalis* and Pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in the Connecticut River below Holyoke Dam, Massachusetts. *Estuaries*, (3) : 65-68.
- DRENNER R.W., G.L. VINYARD, M. GOPHEN et S.R. Mc COMAS, 1982. Feeding behaviour of the Cichlid, *Sarotherodon galilaeum* : selective predation on Lake Kinnetet zooplankton. *Hydrobiol.*, **87** : 17-20.
- DUKA L.A., 1978. Trophic complexes of fish larvae and fingerlings in the vegetative coastal zone of the Black Sea. *J. Ichtyol.*, **18** : 35-44.
- EVANS S., 1983. Production, predation and food niche segregation in a marine shallow soft-bottom community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **10** : 147-157.
- FERRARI I. et A.R. CHIEREGATO, 1981. Feeding habits of juvenile stages of *Sparus auratus*, *Dicentrarchus labrax* and Mugilidae in a brackish embayment of the River Pô delta. *Aquaculture*, **25** : 243-257.
- GANDOLFI et M. GIANNINI, 1977. L'alimentazione della passera, *Platichthys flesus luscus* e di altre specie ittiche bentofaghe in un ambiente salmastro del delta del fiume Pô. *Ateneo Parmense*, **13** : 317-334.
- GIBSON R.N., 1982. Recent studies on the biology of intertidal fishes. *Oceanogr. mar. biol. Ann. Rev.*, **20** : 363-414.
- GODIN J.G., 1981a. Daily patterns of feeding behavior, daily rations and diets of juvenile Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in two marine bays of British Columbia. *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38** : 10-15.
- GODIN J.G., 1981b. Effects of hunger on the daily pattern of feeding rates in juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* W. *J. Fish Biol.*, **19** : 63-71.
- HARTMANN J., 1983. Two feeding strategies of young fishes. *Arch Hydrobiol.*, **96** : 496-509.
- HAYASE S. et S. TANAKA, 1980. Feeding ecology of three species of Embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. jap. Soc. Scientif. Fish.*, **46** : 1469-1476.
- HERVÉ P., 1978. Ichtyofaunes comparées de deux étangs du Roussillon : Salses-Leucate et Canet-Saint Nazaire. Ecologie générale et biologie de diverses espèces de Poissons. Thèse 3^e cycle Océanogr. biol., Paris VI, 253 pp.
- HERVÉ P. et J. BRUSLÉ, 1980. L'étang de Salses-Leucate : écologie générale et ichtyofaune. *Vie Milieu*, **30** : 275-283.
- HERVÉ P. et J. BRUSLÉ, 1981. L'étang de Canet-Saint Nazaire : écologie générale et ichtyofaune. *Vie Milieu*, **31** : 17-25.
- HUREAU J.C., 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Océan. Monaco*, **68** (1391) : 1-250.
- HYLSOP E.J., 1982. The feeding habits of O+ stone loach *Noemacheilus barbatulus* and bullhead *Cottus gobio*. *J. Fish. Biol.*, **21** : 187-196.
- IMABAYASHI H., 1980. Feeding activities of juvenile and young Bastard Halibut, *Paralichthys olivaceus* in the biotic community. I. Intraspecific relationship in the population. *Bull. jap. Soc. Scientif. Fish.*, **46** : 427-435.
- KEEN W.-H., 1982. Behavioral interactions and body size differences in competition for food among juvenile brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*). *Canad. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39** : 316-320.
- KINCH J.C., 1979. Trophic habits of the juvenile fishes within artificial waterways Marco Island, Florida. *Contrib. Mar. Sci.*, **22** : 77-90.
- KISO K., 1981. On the feeding habits of O-group Crimson Sea Bream *Eyynniss japonica*, in Shijiki Bay, Hirado Island. *Bull. Sekai Reg. Fish. Res. Lab.*, **56** : 15-26.
- KISO K., 1982. On the feeding habit of O-group Red Sea Bream *Pagrus major* in Shijiki Bay. II — The habitat utilization in terms of food resources. *Bull. Sekai Reg. Fish. Res. Lab.*, **57** : 31-46.
- KOSHII M.K., A. BOUAIN et J.P. QUIGNARD, 1978. Régime alimentaire des Loups (Poissons, Téléostéens, Serranidae) *Dicentrarchus labrax* et *D. punctatus* des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. Nat. Scient. Tech. Océanogr. Pêche Salanmbô*, **5** : 5-15.
- KUNDRINSKAYA O.I., 1978. The extent of food availability for larvae of different fish species depending on the development of the food supply. *J. of Ichtyol.*, **18** : 243-250.
- LABOURG P.J. et B. STEQUERT, 1973. Régime alimentaire du Bar *Dicentrarchus labrax* des Réserves à Poissons de la région d'Arcachon. *Bull. Ecol.*, **4** : 187-194.
- LAST J.M., 1978. The food of four species of Pleuronectiform larvae in the Eastern english Channel and Southern North Sea. *Mar. Biol.*, **45** : 359-368.
- LAST J.M., 1979. The food of larval Turbot *Scophthalmus maximus* L. from the west central North Sea. *J. Cons. int. Expl. Mer.*, **38** : 308-313.
- LECOMTE-FINIGER R., 1983. Régime alimentaire des civelles et anguillettes (*Anguilla anguilla*) dans trois étangs saumâtres du Roussillon. *Bull. Ecol.*, **14** : 297-306.
- LIVINGSTON R.J., 1984. Trophic response of fishes to habitat variability in coastal seagrass systems. *Ecology*, **65** : 1258-1275.
- MARAIS J.F.K., 1984. Feeding ecology of major carnivorous fish from four eastern Cape estuaries. *South African J. Zool.*, **19** : 210-223.
- MARFIN J.P., 1982. Alimentation et condition de l'Athérine *Atherina boyeri* R. 1810, durant un cycle annuel. *J. Rech. Oceanogr.*, **7** : 12-40.
- OKATA A., 1975. Ecological studies on the biological production of young Amberfish community in the Sendai Bay. I — Food chains in the Amberfish community. *Bull. Pap. Soc. Scientif. Fish.*, **41** : 1247-1269.
- OKATA A., K. ISHIKAWA et K. KOSAI, 1981. On the predator-prey relationship among larval and juvenile fishes in a shallow sea community. *Rapp. P.V. Réun. Cons. Int. Expl. Mer.*, **78** : 361-363.
- POXTON M.G., A. ELEFTHERIIOU A. et A.D. Mc INTYRE, 1983. The food and growth of O-group Flatfish on nursery grounds in the Clyde Sea area. *Estuar. Coastal Shelf Sci.*, **17** : 319-37.
- RADTKE R.L. et J.M. DEAN J.M., 1979. Feeding, conversion efficiencies and growth of larval Mummichogs *Fundulus heteroclitus*. *Mar. Biol.*, **55** : 231-237.
- RAJASILTA M. et J. VUORINEN, 1983. A field study of prey selection in planktivorous fish larvae. *Oecologia*, **59** : 65-68.

- RAVAGNAN G., 1978. Elementi di vallicoltura moderna. Edagricole ed., Bologna, 283 pp.
- SCHMITT R.J. et S.J. HOLBROOK, 1984. Ontogeny of prey selection by surfperch *Embiotoca jacksoni* (Pisces : Embiotocidae) : the roles of fish morphology, foraging behaviour and patch selection. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **18** : 225-39.
- SCHNACK D. et R. BÖTTINGER, 1981. Interrelation between invertebrate plankton and larval fish development in the Schlei fjord, western Baltic. *Kieler Meeresforsch.*, **5** : 202-210.
- SMALE M.J., 1984. Inshore small-mesh trawling survey of the Cap South Coast. The occurrence and feeding of *Argyrosomus helepidotus* *Pomatomus saltatrix* and *Merluccius capensis*. *South African J. Zool.*, **19** : 170-179.
- SMALE M.J. et K.M. KOK, 1983. The occurrence and feeding of *Pomatomus saltatrix* and *Lichia amia* juveniles in two Cape South coast estuaries. *South. Afr. J. Zool.*, **18** : 337-342.
- SPATARU P., B. HEPHER et A. HALEVY, 1980. The feeding habits of Carp (*Cyprinus carpio*) with regard to natural food in ponds. *Hydrobiol.*, **71** : 171-178.
- STONER A.W., 1979. Species predation on Amphipod Crustacea by the Pinfish *Lagodon rhomboides* : mediation by macrophyte standing crop. *Marine Biol.* **55** : 201-207.
- TERAZAKI M. et M. IWATA, 1983. Feeding habits of Chum Salmon fry *Oncorhynchus keta* collected from Otsuchi. *Bull. jap. Soc. scientif. Fish.*, **49** : 1187-1193.
- TITO DE MORAIS L. et J.Y. BODIQU, 1984. Predation on meiofauna by juvenile fish in a western Mediterranean flatfish nursery ground. *Marine Biol.* **82** : 209-215.
- VESIN J.P., W.C. LEGGETT et K.W. ABLE, 1981. Feeding ecology of Capelin (*Mallotus villosus*) in the estuary and western Gulf of St. Laurence and its multispecies implications. *Canada J. fish. Aquat. Sci.*, **38** : 257-267.
- VILLIERS L., 1980. Changes in predation by the juvenile Goby *Deltentosteus quadrimaculatus* (Teleostei, Gobiidae). *Netherl. J. Sea. Res.*, **14** : 362-373.

Reçu le 14 novembre 1984, received on November 14, 1984.
Accepté le 8 janvier 1985; accepted for printing on January 8, 1984

MICROFAUNE DES EAUX LIBRES DE LA SARRASINE, ÉCOSYSTÈME LAGUNAIRE SEMI-CONTROLÉ MÉDITERRANÉEN

*Mid-water microfauna communities of the Sarrazine,
a mediterranean semi-controlled lagoon ecosystem*

T. LAM HOAI, M. AMANIEU et G. LASSERRE

Laboratoire d'Hydrobiologie — CNRS U.A. 694
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,
34060 Montpellier Cedex

MICROFAUNE
ZOOPLANCTON
PEUPELEMENT
LAGUNE

RÉSUMÉ. — La Sarrazine est une lagune côtière de 13 ha. Elle est alimentée en eau de mer pour la culture marine extensive de Poissons et de coquillages. Le suivi de la microfaune des eaux libres dans la lagune a été mené d'octobre 1980 à novembre 1981. L'admission de l'eau de mer crée un gradient spatial en composition spécifique et en abondance de la zone d'entrée à la partie la plus reculée de la lagune. Les profils de distribution des espèces, associés aux variations hydrologiques du milieu font ressortir l'existence d'un peuplement composite qui n'est ni le plancton *sensu stricto*, ni le méiobenthos à part entière, mais un ensemble biologique particulier, peu structuré et instable à l'image de la dynamique des eaux et du cycle des espèces. En revanche, l'évolution saisonnière de ce peuplement est beaucoup plus nette. Le recrutement printanier amène une dominance de méroplancton qui dure jusqu'à l'été avec une diminution de la diversification spécifique. A l'automne, il y a rééquilibrage entre l'holoplancton et le méroplancton. Lorsque l'environnement physique change au début de l'hiver, avec un confinement par rapport à la mer plus prolongé, ce zooplancton cède la place à un peuplement très différent à prédominance necto-benthique.

MICROFAUNA
ZOOPLANKTON
COMMUNITIES
LAGOON

ABSTRACT. — The Sarrazine is a coastal lagoon covering an area of 13 ha. Sea water is pumped in for extensive culture of marine bony fish and shellfish. A survey of the mid-water microfauna has been carried out from October 1980 to November 1981. The introduction of sea water into the lagoon creates a spatial gradient of species composition and of abundance, from the sea water inlet to the remotest parts of the lagoon. Species distribution profiles together with the hydrological fluctuations show that composite populations exist which are neither zooplankton *sensu stricto* nor actual meiobenthos, but a particular biological community. The latter is poorly structured and changes due to the water dynamics and biological cycle of the species. On the other hand, seasonal evolution of this microfauna is much more distinct. The spring recruitment results in the predominance of meroplankton which continues during summer, however with a reduction of species diversification. In autumn an equilibrium between holoplankton and meroplankton is reestablished. When the physical environmental conditions change at the beginning of winter and when the lagoon is cut off from the sea, the zooplankton is replaced by a different community with a dominance of nektobenthic components.

I. INTRODUCTION. DESCRIPTION DU SITE

La lagune de la Sarrazine est un étang artificiellement créé dans le réseau lagunaire du littoral languedocien (Fig. 1A) et destiné à l'aquaculture extensive de Poissons (Loups, Daurades, Anguilles, Soles, Muges) et de coquillages marins (Moules, Huitres, Palourdes). Son aménagement récent a été décrit par Amanieu *et al.*, (1981). L'organisation des populations au sein d'une telle structure peut contribuer à la compréhension du fonctionnement des lagunes côtières. Notre équipe s'y est antérieurement intéressée tant pour l'étude des communautés benthiques (Monti, 1980) que pour la faune ichthyologique (Purwanto, 1981). Nous proposons dans le présent travail d'examiner l'évolution de la microfaune des eaux libres de cette lagune en liaison avec les cycles saisonniers et quelques caractéristiques hydrologiques du milieu. Comme dans la plupart des milieux aquatiques peu profonds, les animaux récoltés ne correspondent pas à un zooplancton typique mais bien à un ensemble mixte de zooplancton et d'organismes comme les Nématodes et les Copépodes Harpacticoïdes. Adoptant la terminolo-

gie de Ferrari *et al.* (1982) travaillant dans des milieux similaires, nous entendons par zooplancton *sensu lato* cette microfaune, retenue par l'engin de capture utilisé.

De forme ovale, allongée selon la direction NNO-SSE, la Sarrazine occupe une superficie de 13 ha dont 70 % sont recouverts par moins de 2 m d'eau; rares sont les profondeurs atteignant 4 m. Son originalité tient à ce qu'elle est alimentée en eau de mer par une pompe débitant en moyenne 1500 m³ d'eau à l'heure et dont la prise d'eau se situe en bordure du littoral (notée 6, Fig. 1 B). La pompe ne fonctionne pas de façon continue: le colmatage des canalisations et les pannes mécaniques occasionnent de fréquents arrêts, surtout en période de mauvais temps. L'eau captée se déverse dans un bassin de réception (noté 5) au-delà duquel elle s'écoule par gravité vers la lagune elle-même puis dans la direction de l'étang du Prévost, à l'est, à travers une canalette (notée 7), et dans celle de l'étang de Peyre-Blanche, à l'ouest; les étangs voisins sont à une cote plus basse que celle de la Sarrazine. Deux ouvertures munies de vannes coulissantes, localement appelées « martelières », l'une s'ouvrant directement sur Peyre-Blanche et l'autre à l'extrémité de la canalette aboutissant au Prévost permettent le contrôle du niveau d'eau dans la lagune.

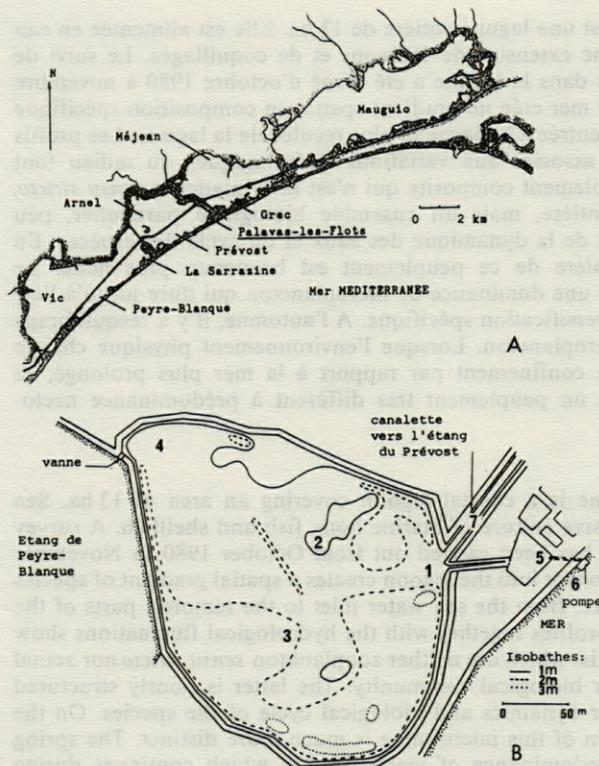


Fig. 1. — Etangs languedociens (A) et plan de la Sarrazine (B) situant les stations de prélèvements.

The lagoons of Languedoc (A) and the outline of Sarrazine Lagoon (B) with indication of the sampling stations.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les prélèvements ont été réalisés dans les stations notées 1 à 4 Fig. 1 B.

La station 1 se situe au niveau de l'admission d'eau de mer dans la lagune proprement dite, sur un petit fond (0,5—1 m) dépourvu de végétation, avec un substrat de granulométrie grossière.

La station 2 correspond à un fond d'environ 0,8 m, tapissé par un herbier clairsemé de *Ruppia maritima*, elle est située sur le flux gravitaire principal de circulation d'eau allant vers l'étang de Peyre-Blanche.

La station 3 se trouve dans la partie moyennement profonde (2 à 2,5 m) de la lagune; la couverture végétale du fond est faible et discontinue. Le flux dérivé de la circulation gravitaire principale et le renvoi de cette circulation réfléchié contre les digues ouest contribuent à former une nappe peu mobile au niveau de cette station.

La station 4, face à la « martelière » donnant sur Peyre-Blanche, est située dans la partie la plus reculée de l'étang, la hauteur d'eau est d'environ 1 m, le fond est recouvert d'un important herbier de *Ruppia maritima* qui freine considérablement, au printemps, la circulation de l'eau dans ce secteur.

Aux 4 stations ci-dessus définies, que nous avons systématiquement étudiées et qui correspondent à

celles déjà décrites par Monti (1980) pour la macrofaune benthique, nous avons ajouté une 5^e dont l'exploration a été menée, de façon sporadique, comme référence des apports marins. Il s'agit de la station 5, située dans le bassin de réception de la pompe, en amont par conséquent du canal d'écoulement gravitaire aboutissant à la station 1.

Les récoltes de la faune s'effectuent par traict vertical à l'aide d'un filet conique de 0,40 m de diamètre d'ouverture et de 150 µm de vide de maille. Chaque prélèvement correspond à 3 traicts effectués d'affilée au même point, dans la tranche d'eau comprise entre le fond et la surface, suivant la profondeur disponible. Le traict filtre en moyenne 100 l d'eau. Le matériel biologique récolté est fixé dans une solution de formol neutre à 4 % coloré au rose bengale pour faciliter le tri ultérieur.

La technique de prélèvement adoptée résulte d'un compromis entre la mise en œuvre pratique et les contraintes du terrain. La traction horizontale d'un filet quantitatif nécessite un dispositif peu maniable dans un espace aux dimensions limitées et souvent parsemé d'installations conchylocoles et de pièges à Poissons. Il est également difficile d'apprécier les effets de perturbations qu'il provoque sur le fond dans son déplacement. En outre le traict horizontal ne présente tout son intérêt que lorsqu'il peut être effectué sur une grande distance et dans les eaux suffisamment profondes. En revanche le traict vertical, à l'aide d'un filet assez court, est de manipulation plus souple, car l'embarcation étant en position stationnaire, les perturbations susceptibles d'être provoquées par le filet sur le fond, peuvent être contrôlées plus facilement. L'estimation du volume d'eau filtré est immédiatement accessible. Bien que l'action du traict vertical soit plus ponctuelle (inconvenient majeur), la technique permet ultérieurement des opérations de tri et de dénombrement plus aisées.

D'octobre 1980 à novembre 1981 nous avons récolté par station, 14 prélèvements mensuels de plancton. Chaque prélèvement est accompagné de mesures physiques du milieu : le pH, la température, l'oxygène dissous, la conductivité et la turbidité, obtenus au moyen d'une sonde multiparamètre Horiba U7. La précision donnée par l'appareil est de l'ordre de $\pm 0,1$ d'unité pH, $\pm 0,1$ °C de température, $\pm 0,001$ ml d'oxygène dissous, $\pm 0,05$ mS de conductivité et ± 20 ppm de turbidité (concentration de particules en suspension par rapport à une solution-étalon). Pour les besoins de l'interprétation, nous avons transformé par approximation polynomiale la concentration en oxygène dissous et la conductivité respectivement en taux de saturation (Truesdale *et al.*, 1955) et en salinité (National Institute of Oceanography of Great Britain et UNESCO, 1971).

Dans le dénombrement des animaux, Protozoaires exceptés, nous avons tenu compte de la richesse

de la microfaune dans chaque prélèvement. En effet, pour un échantillon peu abondant, la totalité de l'échantillon est soumise au comptage. Pour une récolte très riche en organismes un ou plusieurs fractionnements au moyen de la boîte de Motoda sont nécessaires avant le dénombrement. Connaissant le volume réel d'eau filtrée par le filet nous ramenons le nombre d'organismes comptés au volume de référence d'un m³.

Les organismes sont triés par espèce ou par groupe taxonomique supérieur à l'espèce lorsque la détermination fine se révèle impossible. En général les jeunes individus sont groupés avec les adultes dans le même taxon. Cependant, chez *Euterpina acutifrons*, nous distinguons, d'une part les adultes et les copépodites et, d'autre part, les nauplius en raison de l'importance démographique de ces derniers et de leur apparition nettement décalée dans le temps par rapport aux précédents. En outre, dans

Tabl. I. — Liste des organismes récoltés entre oct. 1980 et nov. 1981 et limités aux taxons numériquement supérieurs à 0,1 % de la totalité des prises.

List of organisms collected from October 1980 to November 1981 restricted to taxonomic groups numerically greater than 0,1 % of the whole collection.

N°	Espèce ou Groupe taxonomique	Fréquence %
1	Méduses de <i>Obelia</i>	0,92
2	Nématodes	33,07
3	Larves de <i>Polydora</i>	14,23
4	Larves de <i>Laonice</i>	0,35
5	Larves de Capitellidés	0,16
6	Larves d'Ophéridés	0,26
7	<i>Podon polyphemoides</i> (Leuckart)	0,53
8	<i>Corophium insidiosum</i> Crawford	0,17
9	Nauplius de Calanoides	1,64
10	<i>Paracalanus parvus</i> Claus	0,97
11	<i>Clausocalanus furcatus</i> Brady	0,16
12	<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht	0,13
13	Copépodites d' <i>Acartia</i>	0,96
14	<i>Oithona nana</i> Giesbrecht	1,84
15	<i>Oithona helgolandica</i> Claus	0,40
16	Copépodites d' <i>Oithona</i>	1,45
17	<i>Cyclopina littoralis</i> Brady	1,40
18	<i>Euterpina acutifrons</i> Dana	0,85
19	Nauplius d' <i>Euterpina</i>	3,69
20	<i>Microsetella norvegica</i> Boeck	0,14
21	<i>Ectinosoma</i> spp.	0,22
22	<i>Dactylopodia tisboides</i> (Claus)	2,08
23	<i>Harpacticus littoralis</i> Sars	2,53
24	<i>Harpacticus flexus</i> Brady et Robertson	0,19
25	Copépodites de <i>Harpacticus</i>	2,37
26	<i>Ameira parvula</i> (Claus)	3,76
27	<i>Tisbe</i> spp.	0,30
28	<i>Asellopsis duboscqui</i> Monard	0,17
29	<i>Heterolaophonte stromi</i> (Baird)	0,40
30	<i>Canuella perplexa</i> T. et A. Scott	0,31
31	Nauplius de Cirripèdes	6,70
32	Larves d'Hydrobiidés	2,35
33	Larves d'Opisthobranches	0,33
34	Larves de <i>Tornatina</i>	2,28
35	Larves de <i>Cerastoderma</i>	10,65
36	Larves de <i>Venerupis</i>	0,24
37	<i>Oikopleura dioica</i> Fol	0,14
38	Larves de <i>Ciona</i>	0,26
	Divers	1,38
	Effectif total, en individus	16550

le cas où plusieurs espèces voisines coexistent dans le même milieu et souvent au même moment, leurs stades juvéniles ou larvaires sont rassemblés dans un taxon commun, par exemple nauplius de Calanoïdes, copépodites d'*Acartia*.

En adoptant la méthode utilisée par Dessier (1983), nous ne considérons que les 38 taxons (parmi les 87 taxons identifiés pour l'ensemble de la période observée), représentés chacun par plus de 100 individus sur la totalité des organismes récoltés, c'est-à-dire par un taux supérieur à 0,1 % (Tabl. I).

Le traitement statistique des données a été effectué sur calculateur HP 9825 T. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) est utilisée comme outil descriptif du peuplement en raison des données initiales en effectif (tableau de contingence) et de la possibilité de la représentation simultanée barycentrique des modalités-lignes et modalités-colonnes facilitant les interprétations.

III. CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES

Les mesures des paramètres physico-chimiques de l'eau, représentés Fig. 2 permettent les observations suivantes :

— Le pH de l'eau n'accuse pas de grandes variations au cours de l'année. Sa valeur varie entre 7,4 et 8,5, les valeurs habituelles étant proches de 8 à 8,2. Les écarts entre les stations sont de même généralement faibles sauf en période estivale (juillet-août, 1981) où l'on peut enregistrer les différences de 0,5 unité pH entre les stations 1-2 proches de l'admission de l'eau de mer.

— Les fluctuations de la température sont très marquées : un minimum hivernal établi à 4-5 °C et un maximum estival atteignant 28-28,9 °C dans les stations les plus reculées de la lagune, les écarts entre stations en général peu importants (1-2 °C) peuvent s'élever à 4-6 °C en été. La régulation thermique de l'eau de mer, s'opère surtout dans les stations proches de son admission dans l'étang quand la pompe fonctionne.

— En raison de son régime hydrique, de sa faible profondeur et de l'absence d'obstacles naturels ou artificiels, la Sarrazine n'accuse pas de déficit en oxygène dissous, l'eau étant bien brassée sur toute son épaisseur. On note cependant, en été, des taux de saturation aussi bas que 86 % dans la station (4) la plus reculée de la lagune.

— L'eau de la Sarrazine peut être rangée, d'après le système de Venise (Symposium sur la classification des eaux saumâtres, Venise 1958), dans la catégorie des eaux euhalines ou hyperhalines suivant la période de l'année. Des minima de salinité de l'ordre de 30-32 ‰ ont été mesurés au moment des fortes précipitations automnales et printanières. En hiver la salinité est proche de celle de l'eau de mer

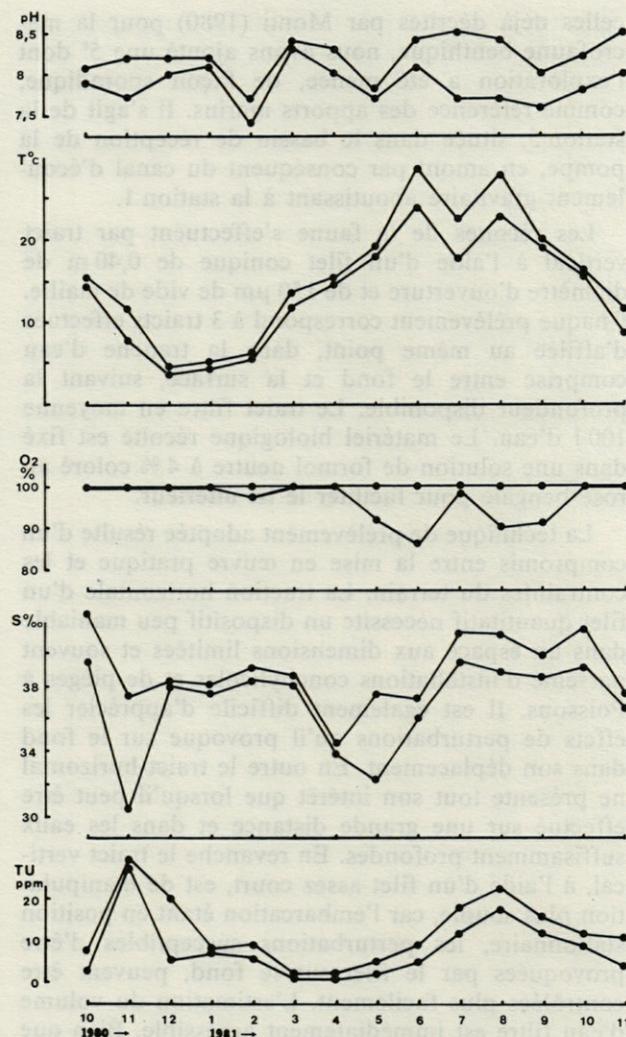


Fig. 2. — Variations saisonnières des paramètres hydrologiques, pH, température (T), saturation en oxygène dissous (O₂), salinité (S), et turbidité (TU). La ligne supérieure joint les points représentant les valeurs maximales de chaque paramètre considéré, toutes stations confondues, et la ligne inférieure relie les points des valeurs minimales.

Seasonal variations of hydrological parameters, pH, temperature (T), saturation of dissolved oxygen (O₂), salinity (S) and turbidity (TU). The upper line joints plots representing maximal values of each parameter for all stations and the lower line connects those of minimal values.

voisine qui se situe entre 37 et 38 ‰. En été la salinité peut atteindre voire dépasser 40 ‰.

— L'eau de lagune est, par temps calme, très peu turbide (1-10 ppm, valeurs très inférieures à la précision de l'appareil de mesure), surtout pendant la période hivernale et au printemps. Le degré de transparence diminue pendant l'été et l'automne, la turbidité maximale est enregistrée en novembre 1980 (28 à 30 ppm) et en août 1981 (18 à 23 ppm). La précision de la sonde n'est pas suffisante pour permettre d'apprécier la différence entre les stations.

IV. ÉTUDE DU PEUPELEMENT

A. Les abondances

En réunissant les abondances, toutes espèces confondues, par station et par période, nous avons pu suivre leurs fluctuations au cours du cycle d'étude. L'abondance de la microfaune dans la Sarrazine paraît nettement inférieure à celle du littoral; en effet entre juin et novembre 1981, nous avons estimé à titre comparatif des densités de l'ordre de 200 à 3000 individus/m³ à l'intérieur de l'étang contre 1000 à 7000 au niveau de l'admission de l'eau de mer (station 5). Les densités globales minimales et maximales observées sont approximativement de 100 et 5500 individus/m³, si l'on ne tient pas compte des nématodes qui atteignent 72 à 78 % des récoltes en février et mars 1981.

Les proportions des animaux par station rapportées à l'ensemble des stations 1 à 4 diffèrent d'une période à l'autre (fig. 3A). Ainsi les valeurs élevées (55 à 83 %) sont obtenues à la station 4 de décembre 1980 à février 1981, période d'isolement fréquent de la lagune vis-à-vis de la mer. Dès le printemps, on assiste à un déplacement progressif des proportions élevées vers la station 3 (62 % en mars) puis la station 2 (38 % en mai), plus proche du littoral puis enfin la station 1 (51 à 81 %), en été et automne, période pendant laquelle les apports marins tendent à devenir dominants. Ce cycle saisonnier des abondances relatives par station est l'image simplifiée d'une évolution plus complexe du peuplement.

Tabl. II. — Evolution du pourcentage de la microfaune récoltée dans chaque station rapporté à l'abondance totale des 4 stations 1 à 4. Pour chaque mois la valeur la plus forte est en italique. Les prélèvements trop peu abondants (—) ne sont pas pris en compte.

Fluctuation of the microfauna percentage at each station computed from the collection realized in the four stations 1 to 4. Every month, the greatest value of the percentages is put in italics. Samples that have very few individuals (—) are not recorded.

Période	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Octobre 1980	3,48	4,23	30,92	<i>61,37</i>
Novembre	<i>52,32</i>	10,25	5,61	31,82
Décembre	22,99	—	16,58	<i>60,43</i>
Janvier 1981	—	—	45,29	<i>50,71</i>
Février	1,47	13,88	1,49	<i>83,16</i>
Mars	16,76	12,25	<i>61,67</i>	9,32
Avril	28,01	16,65	<i>28,81</i>	26,53
Mai	11,49	<i>37,70</i>	24,79	20,02
Juin	<i>80,49</i>	7,11	6,87	5,53
Juillet	72,97	15,27	—	11,76
Août	<i>75,31</i>	10,95	—	13,74
Septembre	<i>51,28</i>	11,53	8,03	29,16
Octobre	21,37	15,45	15,02	<i>48,16</i>
Novembre	<i>77,24</i>	10,00	8,72	4,04

B. Les ensembles biologiques

Le regroupement par période correspondant aux saisons des 38 taxons (Tabl. I) dont les fréquences rapportées à l'ensemble des prélèvements sont supérieures à 0,10 %, permet de réduire les fluctuations aléatoires et, ainsi, de mieux cerner l'organisation du peuplement.

Nous avons tenu compte des organismes récoltés avec le zooplancton, soit en raison des perturbations hydrodynamiques, soit pour d'autres causes, comme les harpacticoides et les nématodes, que nous appelons par commodité « nectobenthos » et dont les proportions ne sont pas négligeables dans les prélèvements (fig. 3B). Dans les milieux peu profonds et spatialement limités, l'abondance de ce nectobenthos met en jeu, du moins pour certaines phases du cycle biologique, des phénomènes de compétition et de prédation qui se répercutent sur l'ensemble du peuplement.

Pour chacune des quatre stations étudiées, le cycle annuel a été divisé en différentes périodes :

- l'automne 1980 allant d'oct. 1980, date des premières récoltes, à nov. 1980;
- l'hiver 1980-81, de déc. 1980 à fév. 1981;
- le printemps 1981, de mars à mai 1981;
- l'été 1981, de juin à août 1981 et
- l'automne 1981, de sept. à nov. 1981.

Les fluctuations saisonnières des organismes, répartis en 3 groupes biologiques : holoplancton, méroplancton et nectobenthos sont représentées figure 3B.

Station 1

En automne 1980 le peuplement de la station 1, proche de l'entrée de l'eau de mer est représenté essentiellement (pourcentages supérieurs à 10 % des récoltes) par les nauplius de Cirripèdes (*Balanus* spp.) et de Calanoïdes (*Acartia clausi* + nauplius et copépodites), par les Copépodes *Oithona nana* et *Euterpina acutifrons*. Ces éléments sont accompagnés, en petites quantités, d'Appendiculaires (*Oikopleura dioica*), des larves de *Polydora* sp., des copépodites d'*Harpacticus* sp., des larves de *Ciona* sp., et des Copépodes *Clausocalanus furcatus*, *Oithona helgolandica*, *Cyclopina littoralis* et *Asellopsis dubosqui*. Il s'agit d'un peuplement mixte d'éléments immigrants et autochtones à densité peu élevée (625 individus/m³).

La densité des organismes en hiver 1980-81 diminue vers des valeurs très faibles (191 individus/m³). Le peuplement observé précédemment cède la place à un autre à dominance nectobenthique. Les Nématodes atteignent 37 % des récoltes et la méiofaune comprend les Copépodes Harpacticoides *Ectinosoma* spp. (20 %), *Harpacticus flexus* (10 %), *Dactylopodia tisboides* (8 %), *Ameira parvula* (7,5 %),

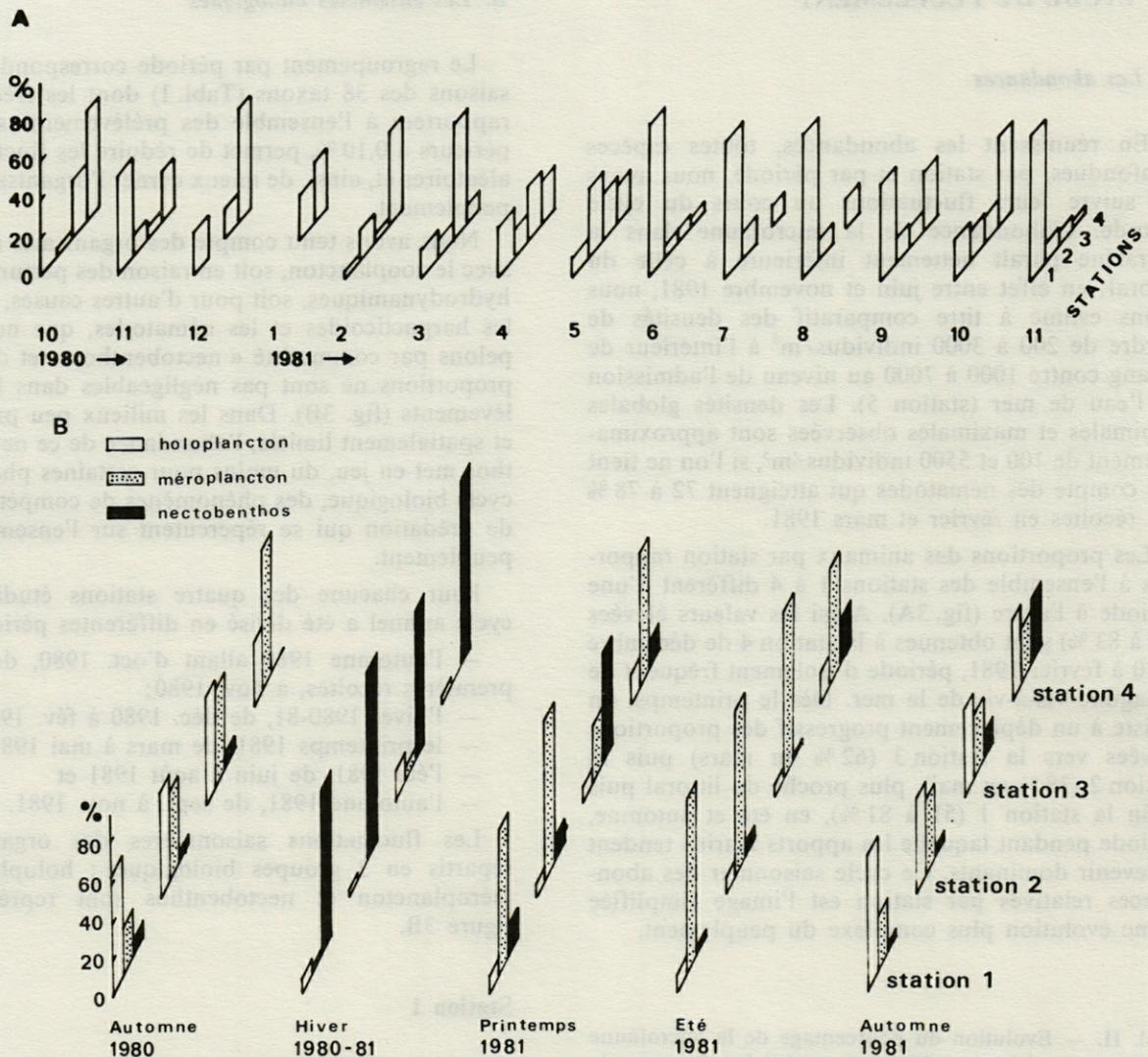


Fig. 3. — A, Evolution saisonnière de la microfaune. L'abondance dans une station est exprimée en pourcentage du total des récoltes obtenues dans les 4 stations (1 à 4); B, évolution saisonnière de la microfaune répartie en 3 groupes biologiques : holoplancton, méroplancton et nectobenthos.

A, Seasonal evolution of the microfaune. The abundance in one station is expressed as a percentage of the whole collection in the four stations (1 to 4); B, seasonal evolution of the microfaune distributed into three biological groups : holoplankton, meroplankton and nectobenthos.

Asellopsis duboscqui (3,5%), *Heterolaophonte stromi* (2%). Les éléments holoplanctoniques, essentiellement des nauplius et des copépodites d'*Acartia* et méroplanctoniques (nauplius de Cirripèdes) sont faiblement représentés en raison de la carence de recrutement local ou extérieur.

Nous assistons au printemps 1981 à un peuplement de type différent du précédent avec un recrutement important de larves et juvéniles, notamment 52% de Lamellibranches (*Cerastoderma sp.*, *Venerupis sp.*), 9% de Gastéropodes (Hydrobiidés, *Tornatina sp.*) et 14% de Spionidés (*Polydora sp.*, *Laonice sp.*) et d'Ophélidés (*Armandia sp.*): les nauplius de

Balanus sp. et les Méduses d'*Obelia sp.* n'occupent que 2% de la distribution.

L'holoplancton représente 8% des captures; il est constitué essentiellement d'*Oithona helgolandica* et des jeunes stades d'*Acartia sp.*. De la période précédente, il reste les Nématodes (surtout en mars) et *Dactylopodia tisboides*, tandis que *Harpacticus littoralis* a remplacé *Harpacticus flexus*, l'ensemble nectobenthique n'est plus représenté que par 15% des captures dont une forte proportion provient des prélèvements de mars 1981. L'abondance moyenne pour la saison atteint 2 068 individus/m³.

En été 1981, l'abondance est maintenue élevée, 1 750 individus/m³, après le recrutement printanier, grâce à un apport exceptionnel de larves de Cirripèdes (83 %) qui constituent, avec les Méduses d'*Obelia sp.*, les larves de Spionidés, d'Opisthobranches, et de *Venerupis sp.*, une masse méroplanctonique de 89 %; en revanche la méiofaune (*Harpacticus littoralis* et *Asellopsis duboscqui*) ne concerne que 2 %. Les 9 % restant comprennent les éléments déjà présents au printemps, augmentés de nouvelles recrues *Oithona nana*, *Euterpina acutifrons*, *Microsetella norvegica* et *Oikopleura dioica*.

Nous retrouvons en automne 1981 approximativement, le cortège faunistique de l'automne précédent (1980) : essentiellement 70 % d'holoplancton, réparti entre 9 taxons et dont 40 % revient à *Oithona nana* et ses copépodites. Une nouvelle espèce apparaît tardivement : le Cladocère *Podon polyphemoides* (10 %). Le méroplancton n'est plus représenté que par 28 % et les éléments nectobenthiques atteignent à peine 2 %. La densité moyenne est de l'ordre de 1 488 individus/m³.

Ainsi, le zooplancton de la station 1 recruté par pompage est d'origine marine du printemps à l'automne. Il s'agit de « pseudo communautés » peu structurées riches en espèces et particulièrement en méroplancton, très proches de celles de la station 5 au niveau de l'admission de l'eau de mer. Dès que l'hiver s'installe, le confinement par rapport aux apports marins est plus important, le peuplement devient moins abondant, change de composition, avec peu d'espèces et à majorité nectobenthique (Fig. 3B).

Station 2

Le peuplement de la station 2 est proche de celui de la station 1 avec 2 types de populations.

— Les populations mixtes à prédominance méroplanctonique au printemps et en été, puis à composition plus diversifiée en automne. Ce méroplancton provient aussi bien du littoral voisin que du benthos local.

— Les populations hivernales sont caractérisées par l'importance numérique des Nématodes et des Copépodes Harpacticoïdes. L'accroissement démographique des Nématodes contribue à augmenter l'abondance qui, en général, reste cependant peu élevée.

La répartition de cette microfaune en 3 grands groupes biologiques : holoplancton, méroplancton et nectobenthos (Fig. 3B) reflète cette fluctuation saisonnière qui est plus ou moins bien conservée dans les secteurs plus reculés de la lagune.

Station 3

Dans la station 3, assez éloignée de l'influence marine, le zooplancton a une diversification spécifique plus réduite que celle des stations précédentes. Les distributions d'abondances sont caractérisées par une ou deux espèces très abondantes et par un plus grand nombre d'espèces faiblement représentées. La répartition en grands groupes biologiques montre toujours la dualité temporelle de cette faune, c'est-à-dire un peuplement hivernal à tendance nectobenthique et un peuplement à prédominance méroplanctonique ou holoplanctonique durant les autres saisons (Fig. 3B).

En automne 1980, la population d'*Euterpina acutifrons* est particulièrement abondante; 43 % des animaux récoltés correspondent au stade nauplius et 3 % aux adultes et copépodites. Le méroplancton est dominé par *Polydora sp.* (34 %). Une telle distribution apparemment déséquilibrée est due, en partie à l'arrêt prolongé de la pompe qui précède le prélèvement, amorçant un remaniement démographique vers une organisation lagunaire. En effet, l'année suivante à la même époque (automne 1981), la pompe fonctionnant de façon plus régulière, nous observons en plus un méroplancton dont les larves de *Polydora sp.* atteignent 30 % des captures, une diversification spécifique marquée, ainsi qu'une superposition de 2 types de peuplement, l'un se rapportant à l'holoplancton immigrant (*Oithona nana*, *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus furcatus*, *Acartia clausi*) et l'autre à composant nectobenthique (*Dactylopodia tisboides*, *Harpacticus flexus*, *Ameira parvula*).

En hiver on retrouve une composition similaire au peuplement hivernal des stations 1 et 2; mais *Cyclopina littoralis* et *Dactylopodia tisboides* sont présents à la place des Harpacticoïdes *Ectinosoma* et *Ameira*.

Au printemps, la répartition de la microfaune ressemble plus à celle du peuplement hivernal qu'à celle des populations printanières et automnales des autres stations. Ceci est dû à la présence en mars 1981 d'un grand nombre de Nématodes, (soit 59 % des captures pour l'ensemble de la période) qui masquent la diversification spécifique holo et méroplanctonique.

Pendant l'été la faune dans la station 3 est très réduite en espèces et en abondance. La principale composante de ce peuplement est le méroplancton (*Cerastoderma sp.* et Gastéropodes divers).

Station 4

La composition globale du zooplancton de cette station en grandes catégories biologiques, évolue de façon analogue à celle des stations précédentes (Fig. 3B).

Un peuplement hivernal bien marqué est composé de Nématodes (71 %) et de méiobenthos (*Harpacticus littoralis*, *Ameira parvula*, *Dactylopodia tisboides*). Le principal représentant du plancton néritique est *Cyclopina littoralis*.

Dès le printemps s'établit une faune plus diversifiée en espèces à majorité méroplanctonique (*Polydora sp.*, *Cerastoderma sp.*, *Tornatina sp.*). L'holoplancton est représenté essentiellement par *Oithona helgolandica*, *Euterpina acutifrons* et *Acartia clausi*. Une plus grande variété d'espèces au sein du nectobenthos s'impose au détriment de leurs abondances.

L'été connaît une diminution accusée des abondances, avec disparition des espèces très faiblement représentées au printemps. En raison du pompage de l'eau de mer dans la lagune, les crises dystrophiques ne semblent pas s'y développer; néanmoins le milieu peut devenir plus contraignant.

Le peuplement automnal provient essentiellement du recrutement local, les proportions étant mieux réparties entre les trois grandes catégories de microfaune, les stades nauplius et copépodites d'*Acartia clausi*, très abondants, accompagnés de quelques *Paracalanus parvus*, *Cyclopina littoralis*, *Euterpina acutifrons*, formant la masse holoplanctonique. Bien que l'on soit en automne, les conditions favorables aidées par l'arrêt prolongé de pompage permettent le développement précoce de la faune nectobenthique, constituée de *Corophium insidiosum*, *Dactylopodia tisboides*, *Harpacticus littoralis*, *Harpacticus flexus*, *Heterolaophonte stromi* et des copépodites de *Canuella perplexa*, ces derniers apparaissant tardivement dès le printemps. Dans le méroplancton, on retrouve les larves de *Polydora sp.*, de *Cerastoderma sp.*, d'Opisthobranches et de Cirripèdes.

Ainsi comme dans la station 3, la microfaune a une organisation d'un peuplement lagunaire peu riche en espèces, principalement méroplanctoniques et nectobenthiques, mais dont l'influence marine masque les traits essentiels. Lorsque l'isolement se réalise, soit en raison du cycle saisonnier, soit par arrêt prolongé de la pompe, le caractère lagunaire réapparaît.

En résumé, si l'on considère l'ensemble des stations, le zooplancton des zones les plus proches de l'entrée de la lagune a un peuplement d'immigrants holo et méroplanctoniques reflétant les communautés du littoral peu profond voisin; ces immigrants littoraux se superposent à un peuplement local de nature méroplanctonique et méiobenthique.

La prédominance de l'une ou de l'autre tendance est fonction d'une part de l'éloignement de l'admission de l'eau de mer et d'autre part, du cycle saisonnier de l'environnement.

Ce peuplement composite tend à gagner les zones plus internes de la lagune par le flux gravitaire de circulation des masses d'eau. Il est remanié sans cesse dans sa composition spécifique et ses abondances par les recrutements démographiques locaux et par les contraintes du système physiquement contrôlé. En hiver, l'organisation de la microfaune se modifie avec le changement environnemental. Le confinement de la lagune par rapport à la mer est plus fréquent, le milieu est devenu contraignant, il en résulte un peuplement hivernal nettement nectobenthique, pauvre en espèces et peu abondant.

Il apparaît que l'évolution globale de la lagune est plus homogène qu'il n'apparaissait à l'examen des stations prises séparément (Fig. 3B). On observe en effet, de manière synthétique, un peuplement essentiellement holoplanctonique en automne, nectobenthique en hiver, méroplanctonique au printemps et en été. Cette approche globale du peuplement n'exclut pas des différences locales par station signalées plus haut.

C. Relation entre le peuplement et les caractéristiques hydrologiques

Si les valeurs des paramètres hydrologiques sont regroupées en classes ou modalités et que dans chaque classe sont sommés les inventaires des prélèvements qui lui correspondent, nous obtenons alors un tableau de contingence taxons x classes. Une analyse factorielle des correspondances de ce tableau décrit, d'une part, des groupements de taxons entre eux et, d'autre part, la proximité de ces groupements avec les classes de mesures hydrologiques.

Un tel tableau de contingence est formé de 38 lignes correspondant à l'ensemble des taxons du peuplement zooplanctonique et de 19 colonnes représentant les classes (Tabl. III) définies arbitrairement pour les 5 paramètres hydrologiques utilisés. A ces dernières, nous ajoutons comme colonnes supplémentaires les 4 stations.

Dans le plan factoriel des axes 1-2 (63 % d'inertie expliquée), l'interprétation des points projetés n'est pas aisée en raison de la liaison entre les axes considérés (effet Guttman). En revanche dans le plan des axes 1-3 (48 % d'inertie expliquée, Fig. 4), on peut distinguer 3 groupements :

a) l'ensemble nectobenthique déjà cité plus haut composé de Nématodes (2), *Ectinosoma sp.* (21), *Dactylopodia tisboides* (22), *Harpacticus littoralis* (23, 25) *Ameira parvula* (26), *Tisbe spp.* (27), *Heterolao-*

Tabl. III. — Liste des mesures hydrologiques regroupées en classes et utilisées dans l'analyse factorielle des correspondances.

List of hydrological data regrouped into classes for factorial correspondence analysis.

Code	Classe de mesure hydrologique	
A	pH	8
B	8 ≤ pH	8,2
C	8,2 ≤ pH	
D	Température, °C	< 5
E	5 ≤ Température, °C	< 10
F	10 ≤ Température, °C	< 15
G	15 ≤ Température, °C	< 20
H	20 ≤ Température, °C	< 25
J	25 ≤ Température, °C	
K	O ₂ , % à saturation	< 90
L	90 ≤ O ₂ , % à saturation	< 100
M	O ₂ , % à saturation	
N	30 < Salinité, ‰	< 35
P	35 < Salinité, ‰	< 40
R	40 < Salinité, ‰	
S	Turbidité, ppm	< 5
T	5 ≤ Turbidité, ppm	< 10
U	10 < Turbidité, ppm	< 20
V	20 ≤ Turbidité, ppm	

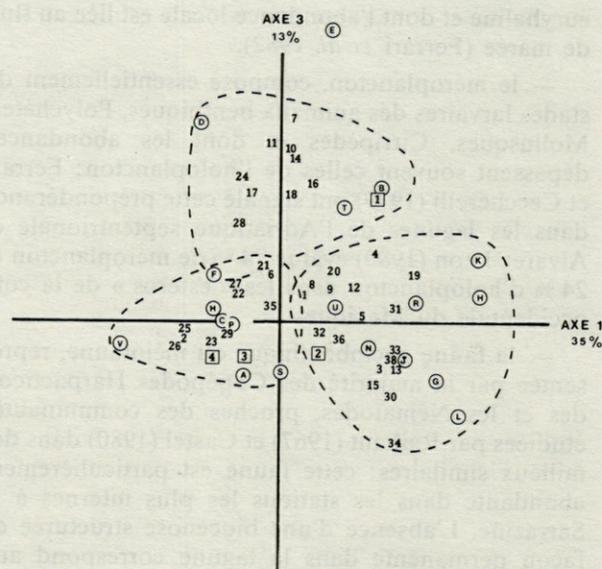


Fig. 4. — Analyse factorielle des correspondances. Projection simultanée des taxons et des caractéristiques hydrologiques. Les premiers sont représentés par leur numéro et les dernières, par un code alphabétique. Les stations projetées en éléments supplémentaires sont encadrées.

Factorial correspondence analysis. Simultaneous projection of taxonomic groups and hydrological data classes. The former are represented by arabic numbers and the latter by alphabetic codes. The stations as supplementary elements are plotted in squared frames.

phonte stromi (29) et les larves de *Cerastoderma* (35). Ces organismes se groupent au voisinage de :

- pH inférieur à 8 (A) ou supérieur à 8,2 (C),
- température comprise entre 10 et 15°C (F),
- oxygène dissous à saturation (M),
- salinité entre 35 et 40 ‰ (P),
- turbidité inférieure à 5 ppm (S) ou supérieure à 20 ppm (V).

On retrouve ces caractéristiques et cette faune dans les stations 3 et 4, projetées en éléments supplémentaires.

b) Un ensemble d'espèces à prédominance méroplanctonique : *Obelia* (1), *Spionidés* (3, 4), *Capitellidés* (5), *Corophium insidiosum* (8), *Acartia clausi* (9, 12, 13), *Oithona helgolandica* (15), stades naupliens de *Euterpina acutifrons* (19), *Microsetella norvegica* (20), copépodes de *Canuella perplexa* (30), Cirripèdes (31), Gastéropodes (32, 33, 34), *Venerupis sp.* (36), *Oikopleura dioica* (37) et *Ciona sp.* (38). A proximité du groupement, se projettent les classes des paramètres hydrologiques suivantes :

- température supérieure à 15°C (G,H,J)
- oxygène dissous au moins à 90 % de saturation (K,L)
- salinité entre 30 et 35 ‰ (N) supérieure à 40 ‰ (R)
- turbidité comprise entre 10 et 20 ppm (U).

C'est une situation qui correspond à celle de la station 2.

c) Un groupement d'espèces à prédominance holoplanctonique : *Podon polyphemoides* (7), *Paracalanus parvus* (10), *Clausocalanus furcatus* (11), *Oithona nana* (14,16), *Cyclopina littoralis* (17), *Euterpina acutifrons* (18), *Harpacticus flexus* (24), *Asellopsis*

duboscqui (28). Les classes des paramètres hydrologiques au voisinage du groupement sont :

- pH compris entre 8 et 8,2 (B)
- température inférieure à 15°C (D,F)
- turbidité comprise entre 5 et 10 ppm (T).

La station 1 projetée en élément supplémentaire se trouve parmi ces caractéristiques.

V. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

Dans son ensemble, la microfaune des eaux libres de la Sarrazine est le reflet de celle des baies, des zones portuaires et néritiques peu profondes décrites par Zunini Sertorio *et al.* (1980), Ferrari *et al.* (1982) et bien d'autres; elle est cependant plus pauvre en espèces et moins abondante que celle du littoral voisin. Nous observons dans ce plancton *sensu lato* 3 groupements principaux :

- des représentants holoplanctoniques, notamment *Oithona nana*, *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus furcatus*, *Acartia clausi*, *Oikopleura dioica*, qui sont les espèces des eaux marines côtières et néritiques, selon Specchi *et al.* (1979), Vives (1980), Arfi (1983) le cladocère *Podon polyphemoides* est signalé comme une espèce très

euryhaline et dont l'abondance locale est liée au flux de marée (Ferrari *et al.* 1982).

— le méroplancton, composé essentiellement de stades larvaires des animaux benthiques, Polychètes, Mollusques, Cirripèdes et dont les abondances dépassent souvent celles de l'holoplancton; Ferrari et Ceccherelli (1979) ont signalé cette prépondérance dans les lagunes de l'Adriatique septentrionale et Alvarez Leon (1980) évalue 74 % de méroplancton et 24 % d'holoplancton dans les « esteros » de la côte occidentale du Mexique.

— la faune nectobenthique ou méiofaune, représentée par la majorité des Copépodes Harpacticoïdes et les Nématodes, proches des communautés étudiées par Raibaut (1967) et Castel (1980) dans des milieux similaires; cette faune est particulièrement abondante dans les stations les plus internes à la Sarrazine. L'absence d'une biocénose structurée de façon permanente dans la lagune correspond aux observations de Ferrari *et al.* (1982) dans les lagunes du delta du Pô.

Specchi *et al.* (1979) constatent que les différences de peuplements entre les stations externes au valli di Muggia (Golfe de Trieste) et les stations internes portent plus sur la nature des successions saisonnières que sur l'ensemble du cortège faunistique annuel. Le suivi du zooplancton de la Sarrazine au cours d'une année fait ressortir certains traits essentiels du peuplement. Ainsi, le méroplancton se recrute abondamment du printemps à l'été et l'holoplancton, bien représenté en automne cède la place à un peuplement hivernal très différent, à dominance nectobenthique. La littérature existante peut contribuer à préciser ce schéma.

Amanieu *et al.* (1978-79), à propos de la macrofaune benthique lagunaire, estiment que « après le recrutement printanier initial d'origine méroplanctonique qui donne naissance à des peuplements éphémères et distribués de manière aléatoire, la période estivale correspond à une phase de réorganisation de l'écosystème... ». Cependant, Castel (1978) considère, pour le plancton lagunaire, que « les groupements ou associations d'espèces ne se font pas par rapport au stress occasionné par les manifestations dystrophiques mais par rapport au cycle des espèces ou en fonction de l'immigration ». Nous avons constaté l'importance du facteur immigration pour la Sarrazine. Quant au changement de peuplement accompagné de la modification de la diversification spécifique d'une saison à l'autre, Seguin (1981), explique que le « passage dans le temps de la dominance de quelques espèces à un peuplement différent se marque par une augmentation de diversité, reflet biologique d'un changement d'environnement physique... L'époque de faible diversité spécifique se situe durant la saison chaude. C'est là que l'écosystème entre dans un stade primaire de succession ».

Du point de vue spatial, nous avons mis en évidence, malgré les faibles dimensions de la lagune, un gradient de peuplement, le long duquel on observe un passage d'une organisation de type littoral, avec un plancton diversifié à composants holo et méroplanctoniques au voisinage de la station d'entrée, vers un type plus lagunaire à diversification faible et à composants méroplanctoniques et nectobenthiques que l'on peut observer dans les parties reculées de la lagune. Les caractéristiques hydrologiques, pH, température, oxygène dissous, salinité et turbidité ont été mis en correspondance avec les espèces ou groupements d'espèces capturées dans les différentes stations de la lagune. Cette analyse confirme également l'évolution saisonnière du peuplement, elle-même dépendant d'une part du cycle des espèces dominantes, d'autre part, du rythme des apports marins.

REMERCIEMENTS. Nous remercions l'Association des Compagnons de Maguelone et son équipe animatrice pour leur accueil et les facilités qu'elles nous ont réservées durant la durée de l'étude. Nous avons également bénéficié de la coopération de Madame N. Lair, de M.M. J. Castel, C. Cazaux, B. Dussart et A. Raibaut qui, en plus de leurs encouragements et de leurs critiques pertinentes, nous ont guidés dans l'identification faunistique et la biologie des organismes.

BIBLIOGRAPHIE

- ALVAREZ LEON R., 1980. Hydrologia y zooplancton de tres esteros adyacentos a Mazatlan, Sinaloa, Mexico. *An. Centro. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Anton, Mexico*, 7 : 177-194.
- AMANIEU M., G. LASSERRE, D. MONTI et J. PURWANTO, 1981. Etude préliminaire de l'aménagement à des fins d'exploitation extensive d'une lagune saumâtre littorale : la lagune de la Sarrazine à Palavas (Hérault, France). *Cons. Génér. Pêch. Méd. F.A.O., Etudes et Revues*, 58 : 81-93.
- AMANIEU M., O. GUELORGET et P. MICHEL, 1978-79. Evolution structurale des peuplements de la macrofaune benthique des étangs palavasiens. *Vie Milieu*, 28-29 AB, 4 : 531-547.
- ARFI R., 1983. Dynamique structurelle et fonctionnelle du plancton en aires perturbées (secteur de Cortiou-darses de Fos). Traitement des données. Thèse Doc. Etat, Univ. Aix-Marseille II, Fac. Sci. Luminy, 357 p.
- CASTEL J., 1978. Plancton estival dans les étangs saumâtres du bassin d'Arcachon (France). *Bull. Off. nat. Pêch. Tunisie*, 2 (1-2) : 303-319.
- CASTEL J., 1980. Description des peuplements de copépodes méiobenthiques dans un système lagunaire du Bassin d'Arcachon. Utilisation de modèles de distribution d'abondances. *Cah. Biol. Mar.*, 21 : 73-89.

- DESSIER A., 1983. Variabilité spatiale et saisonnière des peuplements épiplanctoniques des copépodes du Pacifique Tropical Sud et équatorial (Est Pacifique). *Oceanol. Acta*, 1 (6) : 80-103.
- FERRARI I. et V.U. CECCHERELLI, 1979. Ricerche sullo zooplancton in ambienti lagunari dell'Adriatico septentrionale. *Nova Thalassia*, 3, suppl. : 113-131.
- FERRARI J., V.U. CECCHERELLI, M.G. MAZZOCCHI et M.T. CANTARELLI, 1982. Seasonal and diel variations of zooplankton populations in a lagoon of the Pô river delta. *Netherland J. Sea Res.*, 16 : 333-344.
- MONTI D., 1980. Etude de la macrofaune benthique de l'étang de la Sarrazine (Hérault, France). Mém. DEA Ecologie, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier : 106 p.
- National Institute of Oceanography of Great Britain et UNESCO, 1971. International Oceanography Tables, 1 : 1-128.
- PURWANTO J., 1981. Etude comparée de deux écosystèmes lagunaires « non aménagé et aménagé » : étang de Piémanson en Camargue et étang de la Sarrazine à Palavas (écologie générale, structure et dynamique des populations de diverses espèces de poissons). Thèse Doc. 3^e cycle, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier : 174 p.
- RAIBAUT A., 1967. Recherches écologiques sur les copépodes harpacticoïdes des étangs côtiers et des eaux saumâtres temporaires du Languedoc et de Camargue. Thèse Doc. Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier : 238 p.
- SEGUIN G., 1981. Dynamique des Copépodes pélagiques en rade de Villefranche-Sur-Mer à partir des prélèvements quotidiens (année 1972). Bilan quantitatif et écologique. *Oceanol. Acta*, 4 (4) : 405-414.
- SPECCHI M., C. CALLI, L. VESSELI, N. FRANCHI et M. PRINCI, 1979. Distribuzione del plancton nel Vallone di Muggia (Golfo di Trieste). *Boll. Soc. Adriat. Sci.*, 63 : 27-37.
- TRUESDALE G.A., A.L. DOWNING, G.F. LOWDEN, 1955. The solubility of oxygen in pure water and sea water. *J. appl. Chem.*, 5 : 53-62.
- VIVES F., 1980. Los copepodos de las aguas neríticas de las costas de Vizcaya, durante 1976. *Inv. Pesq.*, 44 (2) : 313-330.
- ZUNINI SERTORIO T., N. DELLA CROCE et P. PICONE, 1980. Ecologia e biologia dei porti del Mar Ligure e Alto Tirreno. 11 parametri ambientali e popolamento zooplanctonico del porto di Genova. *Atti Accad. Ligure Sci. Lett.*, 37 : 3-21.

Reçu le 29 juin 1984; received on June 29, 1984
Accepté le 29 octobre 1984; accepted for printing
on October 29, 1984.

IDENTIFICATION ET PÉRIODICITÉ DU RECRUTEMENT DES JUVÉNILES DE MUGILIDAE DANS LES ETANGS LITTORAUX DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

*Identification and recruitment periodicity
of grey mullet fry in the mediterranean lagoons*

Michel CAMBRONY

Laboratoire de Biologie Marine
Université de Perpignan,
Avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan

MUGES
ALEVINS
PRÉ-RECRUTEMENT
DIAGNOSE
LAGUNES

RÉSUMÉ. — Basant son étude sur l'examen de 8 000 alevins récoltés au cours de trois campagnes annuelles d'échantillonnages à l'entrée des lagunes du Languedoc-Roussillon, l'auteur établit les périodes de pré-recrutement des 5 espèces de Muges pour cette région. Ces données doivent compléter et faciliter le protocole d'identification directe des différents alevins. Après une revue critique des caractères morphologiques et anatomiques habituellement utilisés, une amélioration pratique de la clé de détermination est proposée.

GREY-MULLETS
FRY
PRE-RECRUITMENT
IDENTIFICATION
LAGOONS

ABSTRACT. — Based on the examination of 8 000 fry individuals gathered during three years of sampling at the entries of lagoons in Languedoc-Roussillon, the author establishes the period of pre-recruitment for the five species of Grey Mulletts living in this area. These data should complete and facilitate direct identification of these different kinds of fry. After a critical review of the morphological and anatomical characteristics that are generally employed, a practical improvement of the key for identification is proposed.

INTRODUCTION

Au sein de la communauté piscicole habituellement rencontrée dans les milieux littoraux méditerranéens, les Mugilidés apparaissent comme un groupe remarquablement diversifié avec 6 espèces : — *Mugil cephalus* (Linné, 1758), — *Chelon labrosus* (Risso, 1826), *Liza (liza) ramada* (Risso, 1826), *Liza (Liza) aurata* (Risso, 1826), *Liza (Protomugil) saliens* (Risso, 1810), *Oedalechilus labeo* (Cuvier, 1829).

Hormis *Oedalechilus labeo*, Muge de petite taille signalé épisodiquement et, jusqu'à présent, unique-

ment en domaine marin sur les côtes rocheuses (Provence, Côte d'Azur, Tunisie : Quignard *et al.*, 1971), les 5 autres espèces sont très communes dans les lagunes du Languedoc-Roussillon qu'elles occupent saisonnièrement et où elles font l'objet d'une pêche active (Cambrony, 1983). Leur intérêt économique et leur abondance respective dans les captures, joints à certaines particularités biologiques (euryhalinité, chevauchement de niches écologiques entre espèces morphologiquement très proches...) ont suscité un grand nombre de travaux abordant le plus souvent des problèmes de peuplements (écologies comparées de 2, 3, voire 4 espèces, croissance,

dynamique des populations : Ezzat, 1965; Farrugio, 1975; Hervé, 1978; Autem, 1979; Purwanto, 1981; Chauvet, 1983), plus rarement les aspects physiologiques (reproduction : Bruslé, 1982; nutrition : Vallet *et al.*, 1970; Albertini et Vallet, 1971; Albertini, 1980) ou l'infestation parasitaire (Ben Hassine, 1983).

En revanche, peu de recherches ont été consacrées à la fraction juvénile de ces populations en milieu naturel (Albertini, 1980; Bourquard, 1982; Cambrony, 1983). Une telle pauvreté des investigations s'explique par plusieurs raisons : désintérêt pour une forme d'exploitation des étangs impliquant un contrôle de l'alevinage et par conséquent une bonne connaissance de ses mécanismes, difficultés pratiques concernant des problèmes d'approvisionnement régulier, notamment pendant la saison hivernale, enfin, difficultés d'identification du frai. A ce propos, il apparaissait donc intéressant d'effectuer une synthèse des données de diagnostics spécifiques existant dans la littérature, d'en tester la validité au cours d'une campagne d'échantillonnage poussée et d'y apporter d'éventuelles améliorations pratiques.

Il convient de rappeler que la détermination des Muges morphologiquement adultes (individus dont la taille dépasse 200 mm LST) ne pose plus guère de problèmes, même à un observateur néophyte, du moins en ce qui concerne les espèces de l'aire définie par le C.L.O.F.N.A.M. (1973). De nombreuses clés de détermination ont été dressées à l'occasion de révisions systématiques. Parmi les plus connues, citons celles de Thomson (1954), Perlmutter *et al.* (1957), Morovic (1957), Thong (1969), Tortonese (1972), Ben Tuvia (1975), Zisman (1981).

Les critères les plus fréquemment utilisés sont les suivants :

- proportions du corps (longueur des nageoires pectorales, épaisseur des lèvres, de l'espace jugulaire...),
- forme et organisation de certaines pièces osseuses (maxillaires, prémaxillaires et préorbitaires, otolithes, vertèbres, denture, écailles),
- présence et forme d'une membrane adipeuse sur la région orbitaire,
- nombre et organisation des caecums pyloriques.

Thong (1969) en a effectué une revue critique et, plus récemment, Thomson (*in* Oren, 1981) a fait le point sur l'emploi de critères biochimiques (analyses électrophorétiques de protéines) utilisables en taxinomie. En définitive, bien que la clé de référence pour le secteur Nord-Atlantique et Méditerranéen soit celle proposée par Trewawas et Ingham (*in* Clofnam, 1973), il s'avère préférable d'utiliser le protocole de détermination beaucoup plus concis établi par Farrugio (1975) pour les Muges des côtes tunisiennes. Celui-ci présente en outre l'avantage de

ne recourir aux critères anatomiques (qui impliquent une manipulation plus laborieuse) qu'en dernière extrémité.

I. MÉTHODOLOGIE

1. Cadre expérimental

L'arrivée des alevins de Muges dans les étangs littoraux constitue un phénomène spectaculaire dont l'ampleur et le déroulement conditionneront le niveau des stocks (chez certaines espèces) exploitables ultérieurement. Le suivi et l'analyse des phases de ce pré-recrutement ont fait l'objet de campagnes d'échantillonnage sur 3 cycles annuels au cours desquels plus de 8 000 alevins ont été étudiés (Cambrony, 1983).

Deux sites de capture : les graus de l'étang de Lapalme et du Bourdigou situés respectivement sur les côtes narbonnaise et catalane (Fig. 1), correspondant à des voies de passage obligatoire entre mer et étangs (graus), ont été retenus en raison de leur accessibilité aux engins (sennes de plage), de leur exigüité et de leur attrait en toutes circonstances vis-à-vis des migrateurs d'origine marine.

2. Présentation des résultats

L'identification des alevins en main (diagnose) constitue en soi un problème délicat dans la mesure où, par définition, ces stades post-larvaires ne présentent que les ébauches des caractères morphologiques auxquels se réfère la diagnose des adultes. Parmi ceux-ci, seul le nombre des caecums pyloriques peut être considéré comme un paramètre stable (bien que restant très difficile à évaluer sur des individus mesurant moins de 18 mm Lst). Aussi constitue-t-il l'articulation des principales clés mises au point pour les juvéniles, la plus utilisée restant actuellement celle de Perlmutter, Bograd et Pruginin (1957), protocole repris ou remanié ultérieurement (El Zarka, 1963; Thong, 1969; Farrugio, 1975; Zisman *in* Oren, 1981).

Il existe plusieurs façons de tourner les difficultés d'observation liées à la petite taille des Poissons capturés. La plus sûre consiste évidemment à conserver vivants les alevins jusqu'à ce qu'ils aient atteint une taille suffisante pour faciliter l'examen des caractères distinctifs, méthode à laquelle nous avons eu recours, tout comme Albertini (1981), pour déterminer certains alevins appartenant au genre *Liza*.

Habituellement, l'examen direct des spécimens à l'aide d'une loupe binoculaire et de colorants des

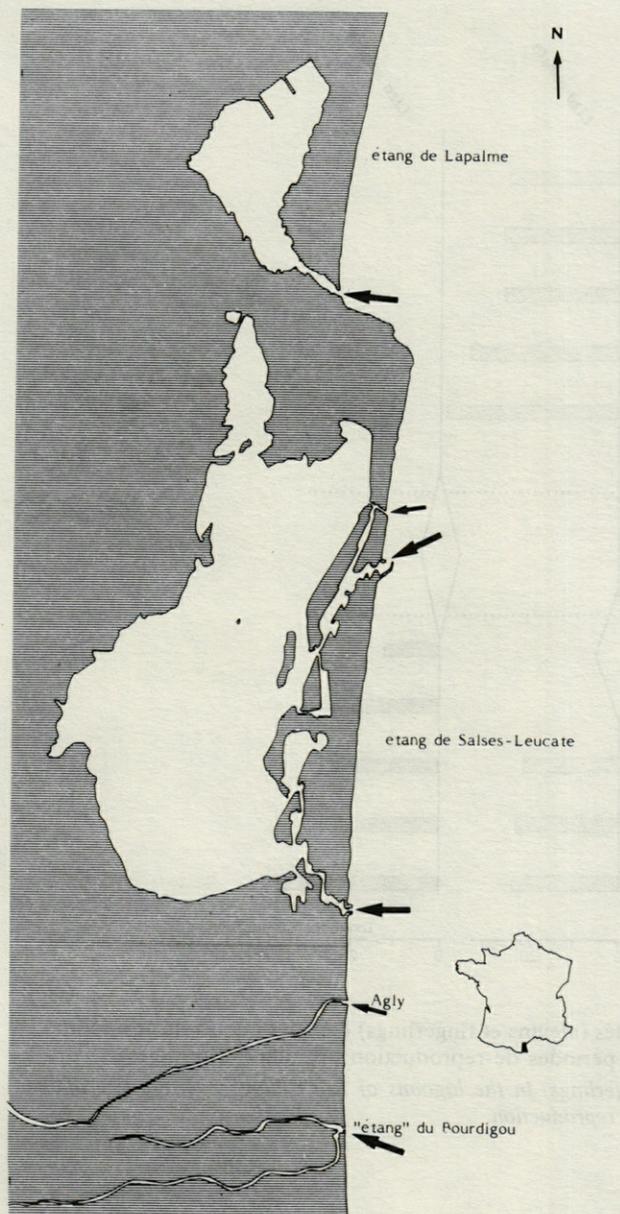


Fig. 1. — Secteurs d'échantillonnage. Les flèches indiquent les principaux points de concentration des alevins au cours de leurs remontées saisonnières dans les eaux continentales.

Zones of sampling. The arrows show the main points at which the fry concentrate during this seasonal running into continental waters.

pièces anatomiques (bleu de toluidine) reste la méthode la plus simple et la plus utilisée. Il est aussi possible de se référer aux descriptions détaillées de stades larvaires et post-larvaires figurant dans les travaux de Vodanicki et Kasanova (1954 : *L. saliens* et *L. aurata*), Anderson (1958 : *M. cephalus*), Yas-houov et Berner-Samsonov (1970), Demir (1971 : *L. aurata* et *C. labrosus*), Zisman (in Oren, 1981).

Le second type de difficulté, auquel sont habituellement confrontés les professionnels de l'alevinage :

valliculteurs italiens et yougoslaves, éleveurs égyptiens ou israéliens, réside dans la présence simultanée de plusieurs espèces au sein des cohortes lors des remontées massives : à certaines époques, les alevins issus de pontes synchrones ou légèrement décalées, de 2 voire 3 espèces, se présentent à la côte à des tailles sensiblement identiques qui limitent les possibilités de tri et compliquent les programmes d'ensemencement forcé. Il y a donc eu des tentatives pour standardiser l'estimation des pourcentages spécifiques, notamment par des techniques biochimiques appliquées sur des lots-échantillons (Herzberg et Pasteur, 1975). Ce procédé nécessite cependant un matériel sophistiqué et un personnel entraîné (Thomson, in Oren, 1981). Traditionnellement, les collecteurs de frai limitent ce genre d'inconvénient (Bograd, 1961) en effectuant leurs prélèvements pendant les périodes où domine fortement une espèce donnée plus particulièrement recherchée (ex. : *Mugil cephalus*).

D'un point de vue pratique, il est nécessaire de connaître les périodes de reproduction spécifiques (si elles ont été précisées pour la région considérée) ou, au moins, les périodes de pré-recrutement ainsi que les gammes de tailles atteintes par les différentes espèces d'alevins au cours de cette phase.

Pour une époque de récolte donnée, on restreint ainsi le champ d'investigation à un nombre réduit d'espèces qu'il devient alors plus facile de confronter à l'examen des critères morphologiques.

Nous présenterons donc les résultats de cette étude en respectant cet ordre de protocole en deux étapes.

II. RÉSULTATS

1. Calendrier du recrutement

Le diagramme (Fig. 2) représente une synthèse des observations effectuées au cours de l'année 1981. La fidélité des observations, constatée l'année suivante, notamment en ce qui concerne les dates de premières apparitions des différentes espèces dans les flux migratoires, lui confère un caractère général, non seulement pour les côtes du Roussillon mais vraisemblablement pour l'ensemble du littoral méditerranéen français. Par ailleurs, ces données diffèrent peu de celles enregistrées par Gandolfi *et al.* (1981) en plusieurs secteurs des côtes italiennes. Un décalage sensible est cependant noté par rapport aux données de la Méditerranée orientale (Bograd, 1961).

L'examen de ce diagramme permet de dégager quelques remarques :

— en début d'année civile, on assiste à un chevauchement des recrutements de *Liza aurata* et

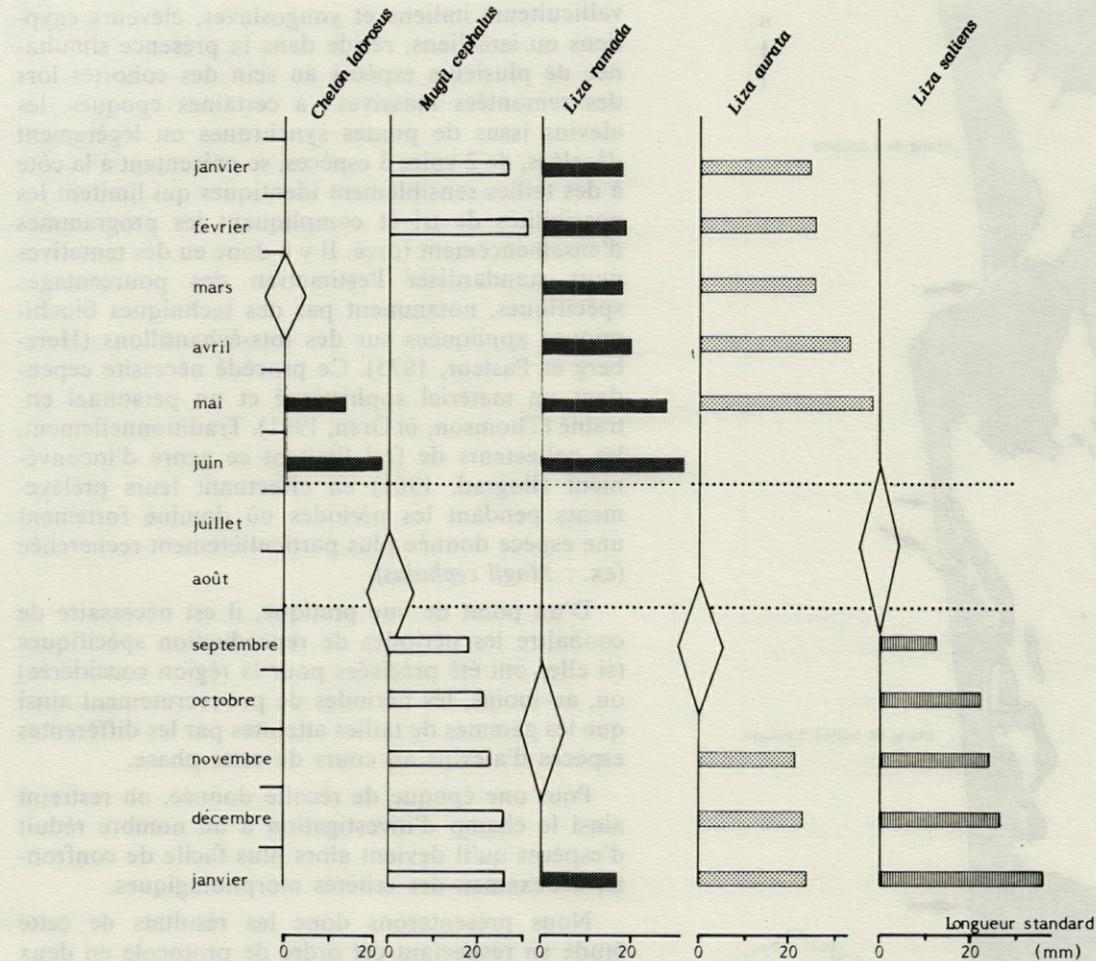


Fig. 2. — Schéma de recrutement annuel des juvéniles de Mugilidés (alevins et fingerlings) dans les étangs du Roussillon : taille moyenne des cohortes spécifiques pendant la remontée et périodes de reproduction présumées (losanges).

View of the annual recruitment of juvenile Mugilidae (fry and fingerlings) in the lagoons of Roussillon : Average size of the specific cohorts during the running in and the probable periods of reproduction.

Liza ramada, espèces d'aspects très proches. Le pic migratoire qui se situe en mars-avril pour les 2 espèces contribue à engendrer une certaine confusion dans la composition des bancs. Toutefois, la taille moyenne de *L. aurata* est sensiblement supérieure à celle de *L. ramada* : un tri dimensionnel permet en grande partie d'effectuer une séparation satisfaisante des 2 espèces.

— en fin de printemps, à l'occasion du réchauffement des eaux, l'entrée des alevins très petits de *Chelon labrosus* apparaît nettement individualisée. Les alevins de cette espèce constituent, pendant une courte période (mi mai → mi juin), plus de 95 % des entrées.

— les mois d'été marquent un arrêt du recrutement chez les Mugilidés. Le phénomène est accentué ici par le colmatage fréquent des graus (ensable-

ment) qui interdit tout accès des migrateurs aux étangs côtiers.

— la phase automnale est marquée par une augmentation des passages. Deux espèces entament simultanément leur migration anadrome : *Mugil cephalus* et *Liza saliens*, d'aspects très différents. Au sein des bancs mixtes, leur reconnaissance ne pose aucun problème particulier. Ce pic migratoire commun, situé dans la deuxième quinzaine d'octobre, est suivi, une dizaine de jours plus tard, par l'apparition des premiers alevins de *Liza aurata*.

— par la suite, le refroidissement des eaux, caractéristique des lagunes peu profondes, ralentit la fréquence des entrées pendant 4 mois. La reprise du phénomène migratoire a lieu assez brutalement au cours du mois de mars de l'année suivante avec 4 espèces dont une forte prédominance de l'association *Liza aurata*-*Liza ramada*.

2. Diagnose des alevins : examen critique des caractères distinctifs

Nous avons testé sur nos captures la plupart des critères de détermination proposés dans la littérature. Il apparaît que ceux-ci sont généralement satisfaisants pour les classes de tailles comprises entre 25 et 50 mm Lst) qui composent l'essentiel de notre échantillonnage. Chez ces derniers, les principaux caractères ostéologiques de la tête sont très délicats à apprécier, même à fort grossissement après coloration spécifique des tissus : dépassement de l'extrémité du maxillaire, denture de la lèvre supérieure (Schultz, 1948), de la langue ou du palais (Thomson, 1954; Demir, 1971). Les données méristiques préconisées par Zisman (in Oren, 1981 : comptage des écailles sur la ligne latérale et des branchiospines) se recoupent amplement chez *C. labrosus*, *L. aurata*, *L. ramada* et *L. saliens*, au point d'être inutilisables au niveau spécifique. Les caecums eux-mêmes ne sont pas d'un grand intérêt pour différencier *L. aurata* de *L. ramada* et peuvent même entretenir une certaine confusion entre *L. ramada* et *C. labrosus*. Chez *L. saliens*, ces appendices ne sont pas encore répartis en 2 groupes distincts mais se distribuent déjà par tailles croissantes de la partie ventrale à la partie dorsale (Fig. 3, Tabl. I).

Tabl. I. — Clé de détermination des alevins de muges valable pour les individus fixés de la classe [18-30 mm Lst].

Identification key for Grey mullets fry valid for individuals of the class [18-30 mm Standard Length].

nombre de rayons à l'anale	nombre de caecums pyloriques	pigmentation	
11 à 13	2	fine et homogène, relativement peu de chromatophores sur les parties inférieures des flancs et de la tête. une bande transversale sur le pédicule caudal.	<i>Mugil cephalus</i>
7 à 8 de tailles décroissantes du côté ventral au côté dorsal	7 à 8	pigmentation du dos nettement délimitée de celle plus clairsemée, des flancs par une fine bande longitudinale. pigmentation du pédicule caudal diffuse (pas de barre).	<i>Liza saliens</i>
8 ou 9 rarement 7 ou sub-égaux	8 ou 9	dense et grossière sur le dos, les flancs et le ventre, assez clairsemée sur les parties latérales et inférieures de la tête. une barre transversale doublée par une barre en arc de cercle au départ des rayons de la caudale.	<i>Liza aurata</i>
7 ou 8 rarement 6 sub-égaux	7 ou 8	dense et grossière sur le dos, de plus en plus clairsemée sur les flancs du côté dorsal au côté ventral, presque absente sur les parties latérales et inférieures de la tête. une seule barre transversale au départ des rayons de la caudale.	<i>Liza ramada</i>
6 ou 7 rarement 5 sub-égaux	6 ou 7	pigmentation dense sur tout le corps y compris les parties inférieures des flancs et de la tête. une barre transversale sur le pédicule caudal.	<i>Chelon labrosus</i>
14	6 ou 7		<i>Cedatechilus labeo</i>

La position relative de la première nageoire dorsale par rapport aux extrémités du corps (limite du pédicule caudal et bout du museau) fluctue rapidement au cours des premiers mois de croissance allométrique. Nos observations concordent peu sur ce point avec celles de la littérature et nous les détaillerons ici pour des spécimens appartenant à la gamme [15-40 mm Lst]. Les mesures étant effectuées avec un compas à pointe sèche, si la

distance prédorsale demeure supérieure à la distance post-dorsale chez *Ch. labrosus*, ceci est également vrai de façon nette chez *L. ramada*. En revanche chez *L. saliens* et *M. cephalus*, ces deux distances sont sensiblement identiques. Chez *L. aurata*, par contre, la distance prédorsale est successivement : légèrement supérieure (pour les individus entre 15 et 22 mm Lst), parfaitement égale (chez les Poissons de 26 mm) et enfin nettement supérieure (au-delà de 30 mm Lst) à la distance post-dorsale.

Le critère externe le plus fiable s'avère être en définitive la pigmentation du corps. Lorsqu'ils arrivent par petits groupes compacts aux abords des estuaires et des lagunes, les alevins de Muges sont reconnaissables à leur livrée scintillante : flancs et ventre blanc-brillant, dos gris bleuté ponctué de deux reflets argentés à l'aplomb des nageoires dorsales (*L. aurata*, *L. ramada* et *M. cephalus*). Chez certaines espèces, sous l'effet d'un stress (capture ou blessure pendant les manipulations), celle-ci est progressivement remplacée par une coloration chatoyante orangé-vert-bronze, particulièrement contrastée chez *L. aurata*, et à un degré moindre, chez *L. ramada*. Dans les mêmes conditions, les 3 autres espèces conservent leur couleur uniforme à dominante grisâtre. Il convient de ne pas attacher trop d'importance aux taches noires axillaires qui se dessinent peu après la capture chez certains individus appartenant aux espèces *M. cephalus* et *L. ramada*, ce caractère étant très fluctuant d'un échantillon à l'autre.

Les dessins de la figure 3 représentent des spécimens conservés au préalable une dizaine de jours dans une solution de formol à 4%. La couche superficielle de guanine (guanophores) ne masque plus les détails de la pigmentation générale qui diffèrent de façon très caractéristique d'une espèce à l'autre. L'organisation des chromatophores, particulièrement facile à observer au niveau du pédicule caudal, nous a permis de séparer avec beaucoup de sûreté les alevins de 18 mm et plus chez les 3 espèces du genre *Liza*. La densité de cette pigmentation sur les parties inférieures de la tête et du corps fournit des indications plus générales qu'il convient de compléter par l'examen des caecums pyloriques.

L'observation des proportions corporelles, lorsque les alevins de chaque espèce sont disponibles simultanément, peut orienter une identification ultérieure plus rigoureuse : *L. aurata* et *L. saliens* semblent plus effilés que *L. ramada* et *C. Labrosus*, et nettement plus que *M. cephalus*. En vue de profil, *M. cephalus* se distingue déjà des 4 autres espèces par sa silhouette plus haute et sa tête massive. Le profil du museau (Zisman, 1981) permet également, avec un peu d'habitude, de séparer les alevins de *L. aurata*, chez lesquels il est très arrondi, des 4 autres espèces : il est plus pointu chez *L. ramada*, *Ch. labrosus* et *L. saliens*, plus saillant chez *M. cephalus*.

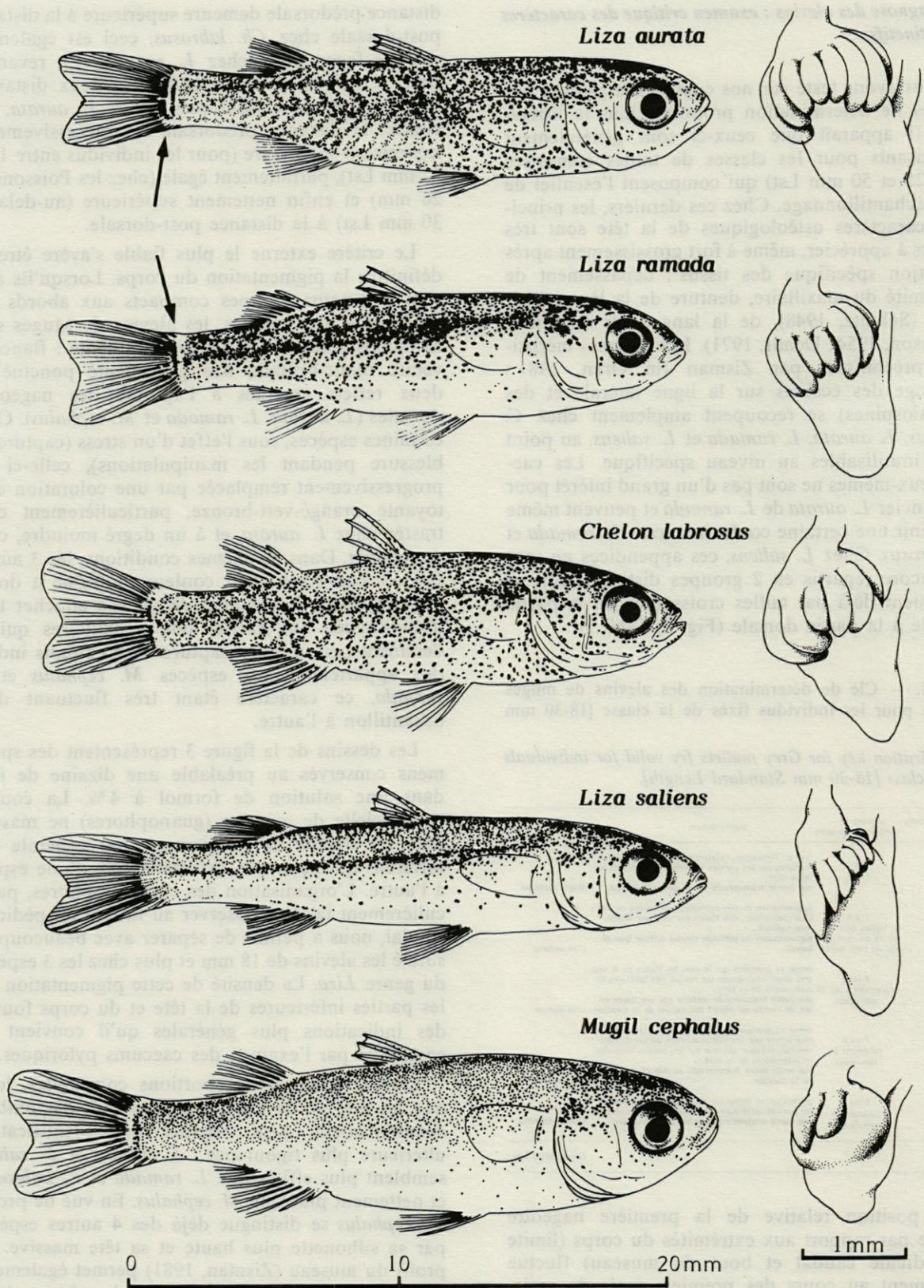


Fig. 3. — Alevins de Muges observables dans les étangs littoraux : morphologie, répartition de la pigmentation (spécimens conservés de la classe [18-24 mm]) et aspect des caecums pyloriques correspondants.

Fry of mullets that may be seen in the mediterranean lagoons : morphology, disposition of the pigmentation (preserved specimens of the class [18-24 mm]) and appearance of the corresponding pyloric caeca.

En fonction du calendrier des remontées d'alevins propres au Roussillon (Fig. 2), nous avons consigné dans le tableau suivant les critères de détermination qui nous paraissaient les plus exploitables sur des individus mesurant entre 18 et 40 mm (Lst).

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERTINI-BERHAUT J., F. VALLET, 1971. Utilisation alimentaire de l'urée chez les muges. *Tethys*, 3 (3) : 677-680.
- ALBERTINI-BERHAUT J., 1980. Biologie des stades juvéniles de mugilidae dans la région marseillaise. Thèse Doct. Sci. Univ. Aix-Marseille, 156 pp.
- ANDERSON W.W., 1958. Larval development, growth and spawning of striped mullet (*Mugil cephalus*) along the south atlantic coast of the U.S.A. *U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 144 (58) : 501-519.
- BEN HASSINE O.K., 1983. Les Copépodes parasites de poissons Mugilidae en Méditerranée occidentale (côtes françaises et tunisiennes). Thèse d'état USTL, Montpellier, 152 p.
- BEN TUVIA A., 1975. Mugilid fishes of the red sea with a key to the mediterranean and red sea species. *Bamidgeh*, 27 : 14-20.
- BOGRAD L., 1961. Occurrence of Mugil in the rivers of Israël. *Bull. Res. Comm. Israël*, 9B, 4 : 169-90.
- BOURQUARD C., 1982. Etude de fonctionnement de la pêche sélective de l'étang de Salses-Leucate. Rapp. Conv. C.O.V.A.S.A.L., Minis. mer. U.S.T.L., 151 p.
- BRUSLE S., 1982. Contribution à la connaissance de la sexualité de poissons Téléostéens marins gonochoriques (Mugilidés) et hermaphrodites (Serranidés). Thèse Doct. Sci. Univ. Perpignan. 360 p.
- CAMBROY M., 1983. Recrutement et biologie des stades juvéniles de Mugilidés dans trois milieux lagunaires du Roussillon et du Narbonnais (Salses-Leucate, Lapalme, Bourdigou). Thèse 3^e cycle Univ. Paris VI, 285 p.
- CHAUVET Cl., 1984. La pêche du lac de Tunis : Biologie des pêches et relèvement de la production par des voies autres que la réglementation. *Etudes et revues (C.G.P.M.)*, 61 (2) : 615-694.
- C.L.O.F.N.A.M. : J.C. HUREAU et Th. MONOD, 1973. Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of the Mediterranean. Catalogue des Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la méditerranée. 1 : 681 pp.; 2 : 331 pp.
- DEMIR N., 1971. On the occurrence of grey mullets postlarvae of Plymouth. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 51 : 235-246.
- EL ZARKA S.E.D., 1963. Acclimatization of *Mugil saliens* (Risso) in lake Karoun, U.A.R. *Proc. gen. fish. coun. médit.*, 7 : 337-346.
- EZZAT A., 1965. — Contribution à l'étude de la biologie de quelques Mugilidae de la région de l'étang de Berre et de Port-de-Bouc. Thèse Doct. Sc. nat. Aix-Marseille, 255 p.
- FARRUGIO H., 1975. Les Muges (Poissons, Téléostéens) de Tunisie. Répartition et pêche. Contribution à leur étude systématique et biologique. Thèse Doct. 3^e cycle, U.S.T.L. Montpellier, 201 pp.
- FARRUGIO H., 1977. Clés commentées pour la détermination des adultes et des alevins de *Mugilidae* de Tunisie. *Cybiurn*, 2 : 57-73.
- GANDOLFI G., R. ROSSI, P. TONGIORGI, 1981. Osservazioni sulla montata del pesce novello lungo le coste italiane. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 3 : 215-232.
- HERVÉ P., 1978. Ichtyofaunes comparées de deux étangs littoraux du Roussillon : Salses-Leucate et Canet-Saint-Nazaire. Ecologie générale et biologie de diverses espèces de poissons. Thèse Doct. 3^e cycle, Oceanogr. biol., Univ. Paris VI, 253 pp.
- HERZBERG A., R. PASTEUR, 1975. The identification of grey mullet species by disc electrophoresis. *Aquaculture*, 5 : 99-106.
- OREN O.H., 1981. Aquaculture of grey mullets. Oren, éd. Cambridge Univ. Press., 507 p.
- PERLMUTTER A., L. BOGRAD et J. PRUGININ, 1957. Use of the estuarine and sea fishes of the family *Mugilidae* (grey mullets) for pond culture in Israel. *Proc. techn. pap. Gen. Fish. Coun. Medit.*, (4) : 289-304.
- PURWANTO J., 1981. Etude comparée de deux écosystèmes lagunaires « non-aménagé et aménagé » : étang du Piémanson en Camargue et étang de la Sarrazine à Palavas. Thèse 3^e cycle, U.S.T.L. Montpellier, 173 pp.
- QUIGNARD J.P. et A. RAIBAUT, 1971. Présence de *Mugil (Oedalechilus) labeo* Cuvier, 1829 (poissons Téléostéens, Mugilidés) dans les eaux tunisiennes. *Bull. I.N.S.T.O.P. Salambô*, 2 : 163-168.
- SCHULTZ L.P., 1953. Family *Mugilidae* in, Fishes of the Marshall and Marianas islands. *Bull. U.S. nat. Mus.*, 202, 660 p.
- THOMSON J.M., 1963. Synopsis of biological data on the grey mullet *Mugil cephalus*. Linnaeus 1758. *Fish. Synop. Div. Fish. Oceanogr. C.S.I.R.O. Austr.*, 1 : 1-75.
- THONG L.H., 1969(a). Contribution à l'étude de la biologie des *Mugilidés* (poissons Téléostéens) des côtes du Massif Armoricain. *Univ. Rennes, Trav. Fac. Sci. Océan. biol.*, 2 : 55-182.
- THONG L.H., 1969(b). Contribution à l'étude de la biologie des *Mugilidés* des côtes du Massif Armoricain. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, 44 : 137-8.
- TORTONESE E., 1972. I Mugilidi del bacino mediterraneo. *Natura Soc. It. Sc. Nat., Museo. Civ. Sc. Nat. e Acquario Civ., Milano*, 61 : 231-236.
- VALLET, 1970. Alimentation artificielle et élevage du *Mugil sp.* et de *Morone labrax*. Thèse de 3^e cycle océanographie biologie, Marseille, 160 p.
- VODIANICKI V.A. et al., 1954. The identification of pelagic eggs and larvae of Black Sea fishes. *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Morsk. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 28 : 240-325.
- YASHOUV A., E. BERNER-SAMSONOV, 1970. Contribution to the knowledge of eggs and early larval stages of mullets (*Mugilidae*) along the israeli coast. *Bamidgeh*, 22 : 72-89.
- ZISMANN L., 1981. Means of identification of grey mullets fry for culture. In : Aquaculture of grey mullets. Oren ed., Cambridge Univ. Press : 17-63.

Reçu le 26 novembre 1984; received on November 1984

Accepté le 17 décembre 1984;

accepted for printing on December 1984.

POPULATION DYNAMICS OF THREE BRACKISH WATER ISOPOD SPECIES (CRUSTACEA) IN THE LAGOON SYSTEM OF BAGES-SIGEAN (FRANCE)

I. General aspects and distribution

J. KOUWENBERG and S. PINKSTER

Institute of Taxonomic Zoology
University of Amsterdam, The Netherlands

ISOPODES
DYNAMIQUE DES POPULATIONS
ETANG SAUMÂTRE

RÉSUMÉ. — Premier d'une série de trois articles consacrés à une recherche écologique et quantitative sur trois espèces d'Isopodes (*Idotea baltica*, *I. granulosa*, *Sphaeroma hookeri*) de l'étang de Bages-Sigean (France, Aude). Des prélèvements effectués sur 31 stations de l'étang, de février 1982 à mai 1983, toutes les deux semaines, ont permis l'étude de la distribution et de la dynamique des populations des trois espèces en relation avec les facteurs physico-chimiques de leur milieu. *I. granulosa* est l'espèce dominante dans le sud de l'étang (Bassin III, dont la salinité est relativement élevée). On trouve *I. baltica* partout dans l'étang, mais surtout dans les bassins central et nord, notamment sur des substrats sableux et caillouteux. *S. hookeri* est très rarement trouvé dans le bassin sud, mais est très répandu dans les bassins central et nord, surtout dans les eaux peu profondes et sur des substrats sableux et vaseux. La composition spécifique et la densité des populations changent considérablement au cours de l'année. Les densités sont généralement plus basses en hiver. La structure des populations se modifie également pendant l'année. Pour les deux espèces d'*Idotea*, le modèle est plus ou moins similaire mais il n'y a pas de simultanéité. En général, le pourcentage des mâles est beaucoup plus élevé pour *I. granulosa* que pour *I. baltica*; en ce qui concerne les juvéniles, la situation est opposée. Le cycle de *S. hookeri* est absolument différent de celui des deux espèces d'*Idotea*. *I. granulosa* est moins influencé par les basses températures que les deux autres espèces. Bien que les deux espèces d'*Idotea* cohabitent souvent, il semble qu'une compétition sévère entre elles soit évitée.

ISOPODS
POPULATION DYNAMICS
DISTRIBUTION
BRACKISH LAGOON

ABSTRACT. — This is the first of three articles in which three isopod species viz. *Idotea baltica* (Pallas, 1772), *Idotea granulosa* (Pathke, 1834) and *Sphaeroma hookeri* (Leach, 1814) have been the subject of a quantitative ecological research project in the lagoon system of Bages-Sigean (France, Aude). From Febr. 1982 to May 1983, samples were taken at 31 different Stations over the lagoon at intervals of about 2 weeks. With the samples thus obtained the distribution and population dynamics of the 3 species were studied in relation to environmental factors. *I. granulosa* is the dominant species in the southern basin of the lagoon where salinities are relatively high. *I. baltica* occurs throughout the lagoon but has its main distribution in the middle and northern Basins especially on sandy and stony substrates. *Sphaeroma hookeri* hardly occurs in the southern basin, but is highly represented in the middle and northern basin, especially in the shallower parts with sandy to silty substrates. The species composition at the various stations changes considerably during the year, as do the population densities. In general it can be said that population densities are lowest in winter. The composition of the populations also changes throughout the year. The pattern of the two *Idotea* species is roughly identical though not simultaneous. In general the percentage of males is much higher in *I. granulosa* than in *I. baltica*. For juveniles the opposite is true. In *S. hookeri* the pattern is completely different from the two *Idotea* species. *I. granulosa* seems to be less influenced by low temperatures than the other species investigated. Although the *Idotea* species are often found together, strong competition seems to be avoided.

I. INTRODUCTION

In 1979 Janssen *et al.* published a study on the ecology of 2 *Gammarus* species in the Etang de Bages et de Sigean. Although it was apparent that gammarids formed the most important of the total biomass of the zoobenthos it was clear that isopods played an important role as well. In the lagoon three species of freeswimming isopods occur sympatrically viz. *Idotea baltica* (Pallas, 1772), *Idotea granulosa* (Rathke, 1843) and *Sphaeroma hookeri* (Leach, 1814) [Most probably we were dealing with the subspecies *I. baltica stagnea* Tinturier-Hamelin, 1960, the most common subspecies in the brackish lagoons along the French Mediterranean coast. However, some doubt remains about its identity since the animals attain greater lengths than is common for this subspecies. Moreover, in larger animals the shape of the pleotelson, which is discriminative for the various subspecies is intermediate between the subspecies *I.b. baltica* and *I.b. stagnea* (Tinturier Hamelin, 1960). Since it was not our aim to do a taxonomical study, we thought it wise to use just the specific name *I. baltica* (Pallas, 1772)]. These species are commonly found along the littoral zones of many European coasts, both in marine and brackish conditions, often together with other isopods species. Although quite a lot of research has been done into the biology of these species in northern Europe (Harvey, 1973; Salemaa, 1979; Horlyck, 1973; Healy & O'Neill, 1984), little is known about their ecology and population dynamics in the brackish waters along the Mediterranean coasts. Therefore from Febr. 1982 to Dec. 1983 special emphasis was given to these species.

The question arose how, in many localities the three species could coexist, apparently without any competition, whilst in other localities no more than one or two are found.

Special emphasis was given to the changes in the distribution pattern throughout the year and the reactions of the populations (in densities and composition of the population) to the continuously changing conditions in this very instable (Boutière, 1974) lagoon. Likewise, migration in response to changing conditions has been investigated.

Habitat analyses have been carried out at the various Stations to get an impression of the factors that act upon the distribution of these freeswimming isopods.

The closely related species *I. baltica* and *I. granulosa* seemed to occupy the same niche in the localities where they occur sympatrically, so interspecific competition must be considered. In view of this fact it seemed worthwhile paying special attention to the reproductive cycle, egg production, the

various developmental stages of the eggs and the duration of these stages.

The results of these investigations are published in three articles, this one being the first.

II. STUDY AREA AND PHYSICAL FACTORS

The lagoon system of Bages-Sigean belongs to a series of brackish water lagoons along the French Mediterranean shore between Marseille and the French-Spanish border. Its origin lies at the end of the Würm-glacial period, when the littoral plains from Narbonne to Port-la-Nouvelle were inundated (Boutière, 1974). Later on the alluvial sand deposits in the East almost completely closed the connection with the Mediterranean and only a shallow brackish water basin remained between the Mesozoic Massif « la Clape » in the North, « Cap Romarin » in the South and « Fontfroide » in the West. Ever since that time the shore-lines have changed more or less continuously as can be learned from recent excavations. Presently the lagoon has a total surface of about 5 240 ha, a length of about 14 km and a average width of 2.5 km. Petit & Mizoule (1962) subdivided the lagoon in 4 Basins. Cahet (1965), Janss *et al.* (1979) and the present authors distinguish 3 Basins only. The maximum depth which was still 3.30 m in 1962 (Petit & Mizoule, 1962), never exceeded 2.80 m in 1982/83. Basins I and II are separated by a ridge near Bages, Basin II and III by a ridge between Ile des Oulous and Ile de l'Aute (Fig. 1 and 3).

The river Berre in the West and the rivulet Canelou in the N.E., which is connected with the Canal de la Robine, are the most important freshwater influxes. The only important seawater influx is through the Grau de Port-la-Nouvelle in the South. This connection was always open during the present study (communication Ponts et Chaussées, Port-la-Nouvelle), as opposed to former days when a sluice was closed during gales from N.W. or S.E. directions. Climatic factors that are of major importance on the environment are wind, precipitation, solar irradiation and as a consequence, temperature. The dominant gales are from the N.W., (Cers and Tramontanas) which blow on a average for about 200 days per year (Cahet, 1974), often very strongly (more than 120 km/h) for long periods at a stretch, blowing the lagoon water into the Mediterranean through the Grau de Port-la-Nouvelle and draining large surfaces along the western shores. The winds from the S.S.E. (Marin) blow for about 20 % of the year and can be quite strong also (hurricane force Nov. 1982), blowing water from the Mediterranean into the lagoon. Winds from other directions are of minor importance for the hydrology of the lagoon. Of the other climatic factors we mention the high

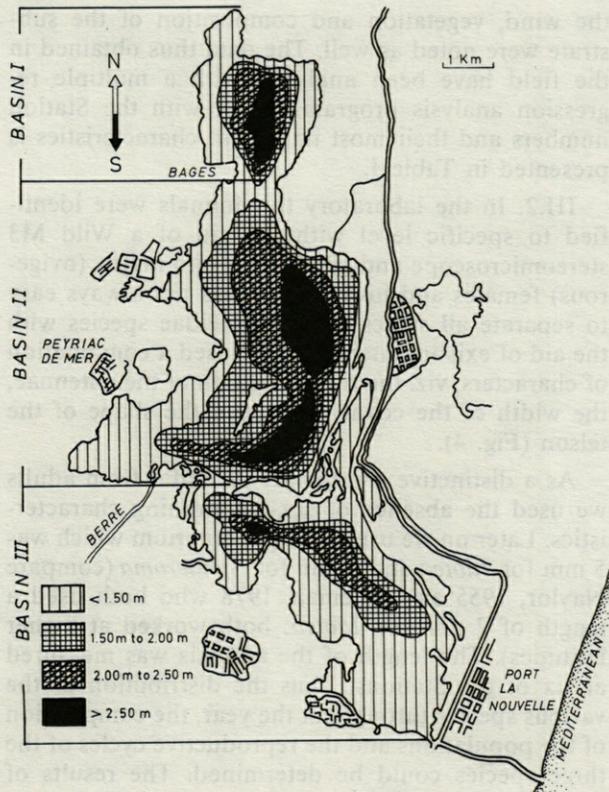


Fig. 1. — Map of the Etang de Bages-Sigean and its various depth-zones.

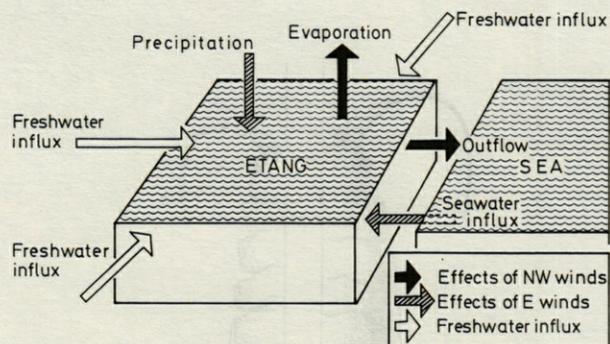


Fig. 2. — Schematic view of the physical influences on the hydrology of the Etang de Bages-Sigean (after Labat, 1977).

summer temperature (30 to 40 °C) which together with the wind cause a very high degree of evaporation and the short but heavy rains, with maxima in the Spring and Autumn, often causing inundations. Differences between years are considerable.

A salinity gradient exists from N.E. to S. increasing from an average of 11.7 ‰ in the N.E. to 17.4 ‰ in the S. This gradient is caused by the influence of the Mediterranean during S.S.E. winds and the freshwater influx from rivers and rivulets in

the West (la Berre), the N. and the N.E. (le Canelou). Large and rapid salinity fluctuations occur in the middle Basin, caused by fluctuations in the freshwater discharge of the river Berre (Janssen *et al.*, 1979). A schematic view of these influences is presented in Fig. 2. Since sampling could only be done when the weather conditions were favourable, it is impossible to give exact figures of these changes. For ex. at clear weather conditions the salinity at Station X can change within 24 hours from 17 ‰ S to 12 ‰ S; for temperature, pH, and oxygen content these changes are even bigger.

Some distinct deposit zones can be distinguished e.g. silt, sandy silt, sand and gravel. Silt is dominant in the W., S. and S.E.; in the N.E. and E. substrates are sandy; gravel and larger cobbles are found around the islands and near Port Mahon (Petit & Mizoule, 1962). This pattern is caused by water movements and influenced by winds and currents (Boutière, 1974). The water vegetation consists mainly of *Zostera marina* (up to 1.50 m deep), *Zostera nana* (in the shallow parts), *Ulva lactuca* (both in shallow and deep water) and *Gracilaria* spp. (deeper than 1.50 m). Species which are less frequently found are *Chaetomorpha* spp. (on hard substrates near the islands and near Port-la-Nouvelle) and *Ruppia* spp. (in the mouth of the Berre only). The vegetation is not constant but changes with the seasons (see Lagarde & Cahet, 1964). In the Autumn, after gales, thick layers of dead vegetation pile up along the shores. In the E. and N.E. they consist of *Ulva* and *Gracilaria*, in the S. of *Zostera marina* mixed with some *Gracilaria*. In these freshly deposited layers many amphipods and isopods (especially large *Idotea*'s) can be found (Janssen *et al.*, 1979).

III. MATERIAL AND METHODS

III.1. Samples were taken at 31 localities in the lagoon (chosen from Janssen *et al.*, 1979, Fig. 3) from Febr. 1982 to May 1983, if possible at intervals of about two weeks. From June 1983 to Nov. 1983 sampling was done weekly at a selected number of Stations because of changes in our program (see part III).

It was our aim to collect a random sample of at least 100 individuals of the population at every given locality. Because of low population densities this was not always possible. In shallow water (less than 1.20 m deep) sampling was done in the vegetation with a dip net (opening 9 × 13 cm) over a maximum distance of 7 to 10 m. In deeper parts sampling was done with a small bottom dredge (semicircular opening, r = 17 cm) over a maximum distance of 10 to 15 m. The mesh size in both sampling devices was 1 mm. In the field the population density was

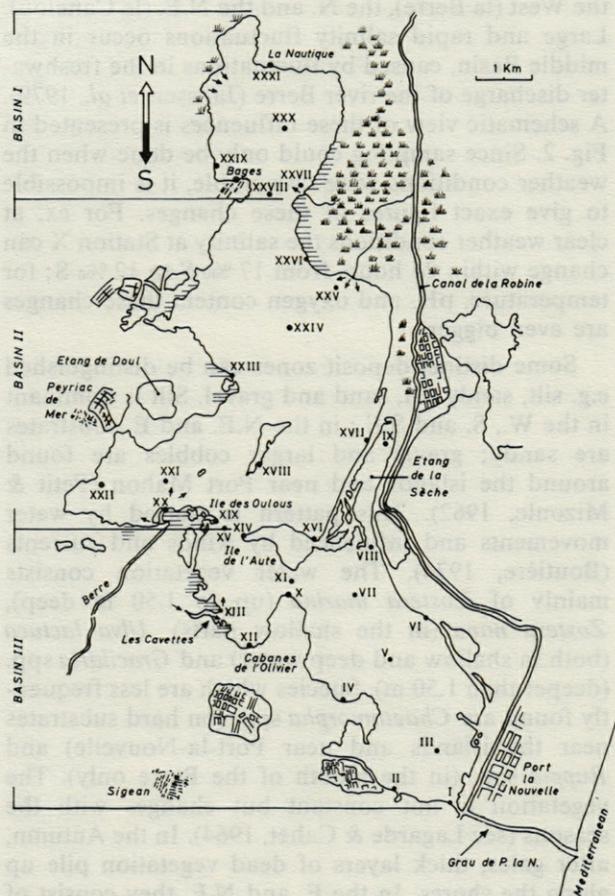


Fig. 3. — Map of the Etang de Bages-Sigean and its surroundings (from Janssen *et al.*, 1979). The Roman numerals indicate the sampling Stations. Arrows indicate the influx of freshwater.

estimated after the first haul and the sampling length was based upon these figures. The type of net and the surface covered was noted. Afterwards, since we used two different sampling devices and the area covered was never identical, all numbers have been rearranged and computed as if we sampled a standard area of one m^2 . Although the data thus obtained are not exact, they can be used for comparison of the various stations.

In the field the material from the nets was carefully examined in white plastic basins, and all isopods removed. They were killed on the spot with a 4% formaldehyde solution and later on transferred to and stored in a mixture of 70% ethanol and glycerine. Through the whole period we examined 70,574 isopods. At the same time some physicochemical factors were determined such as depth, air temperature, water temperature and dissolved oxygen (with a YSI oxygen/temperature meter, model 54); conductivity (with a YSI conductivity meter, type 33) and pH (with a Methrom pH-meter, type E 488). Weather conditions, direction and force of

the wind, vegetation and composition of the substrate were noted as well. The data thus obtained in the field have been analyzed with a multiple regression analysis program. A list with the Station numbers and their most important characteristics is presented in Table I.

III.2. In the laboratory the animals were identified to specific level with the aid of a Wild M3 stereomicroscope and subdivided into males, (ovigerous) females and juveniles. It was not always easy to separate all stages of the Idoteidae species with the aid of existing literature. We used a combination of characters, viz. the relative length of the antennae, the width of the coxal plates and the shape of the telson (Fig. 4).

As a distinctive to separate juveniles from adults we used the absence of sex-determining characteristics. Later on we used a length criterium which was 5 mm for *Idotea* and 3 mm for *Sphaeroma* (compare Naylor, 1955 and Salemaa, 1978 who both used a length of 7 mm for *Idotea*; both worked at higher latitudes). The length of the animals was measured at six of the Stations. Thus the distribution of the various species throughout the year, the composition of the populations and the reproductive cycles of the three species could be determined. The results of these are presented in part I.

We also determined the sex-ratio, sexual activity, the number of eggs per female and the relation between the number of eggs and the length per female for the three species (presented in part II).

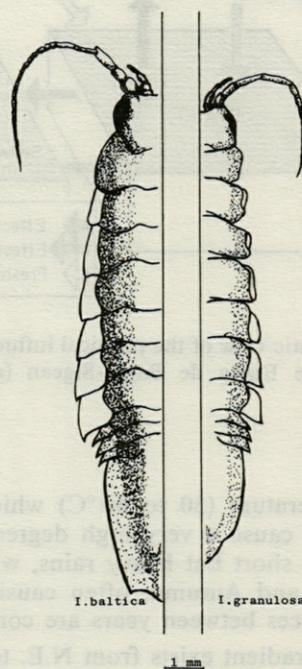


Fig. 4. — Differences in the size of coxal plates, antennae, and telson, used as discriminating characters between *Idotea baltica* (left) and *Idotea granulosa* (right).

Tabl. I. — Stations with most important environmental characteristics.

Station No	Substrate	Mean depth in m	Dominant vegetation	Temperature	Salinity
I	silt and stones	0.39	Enteromorpha, Ulva	instable	rel. high, stable
II	silt	0.24	Enteromorpha, Ulva	instable	rel. high, stable
III	silt, empty shells	0.24	<i>Zostera nana</i>	instable	rel. high, stable
IV	silt	0.27	Ulva	instable	rel. high, stable
V	sand, silt	1.87	Ulva, Gracilaria	stable	rel. high, stable
VI	silt (sand, shells)	0.30	<i>Z. nana</i> , <i>Z. marina</i> , Ulva	instable	rel. high, stable
VII	sand, silt (shells)	2.08	<i>Z. marina</i> , Gracilaria, Ulva	stable	rel. high, stable
VIII	silt, sand	0.41	<i>Z. nana</i> , <i>Z. marina</i>	instable	rel. high, stable
IX	abandoned after period of dryness				
X	stones, sand	0.36	<i>Z. marina</i> , Gracilaria, Enteromorpha	instable	rel. high, stable
XI	sand, shells (silt)	2.38	<i>Z. marina</i> , Gracilaria	stable	rel. high, stable
XII	stones, sand	0.44	<i>Z. marina</i> , Ulva, Gracilaria, Enteromorpha	instable	rel. high, stable
XIII	silt (sand)	0.21	<i>Z. nana</i> , Ulva	instable	rel. low, stable
XIV	stones, sand	0.42	<i>Z. nana</i> , Gracilaria, <i>Z. marina</i>	instable	rel. high, stable
XV	sand (shells)	1.33	<i>Z. marina</i> , Gracilaria, Ulva	stable	rel. high, stable
XVI	sand, shells	2.46	Ulva, Gracilaria	stable	rel. low, stable
XVII	sand, shells	0.30	<i>Z. nana</i> , Ulva, Gracilaria	instable	instable
XVIII	sand, stones	0.35	<i>Z. nana</i> , <i>Z. marina</i> , Gracilaria	instable	rel. high, stable
XIX	sand (stones, shells)	0.36	<i>Z. nana</i> , <i>Z. marina</i> , Ulva	instable	rel. low, stable
XX	silt, stones	0.33	<i>Z. nana</i> , Ulva, Ruppia, Enteromorpha	instable	instable
XXI	silt, sand	1.51	<i>Z. nana</i> , Gracilaria, <i>Z. marina</i> , Ulva	stable	stable
XXII	sand (silt)	0.90	<i>Z. marina</i> , Gracilaria, Ulva	stable	rel. low, stable
XXIII	silt	0.28	Ulva	instable	instable
XXIV	sand, shells	2.42	Ulva, Gracilaria	stable	rel. low, stable
XXV	sand, silt, shells	0.61	Ulva, Gracilaria, <i>Z. nana</i>	instable	instable
XXVI	sand, shells	0.46	<i>Z. nana</i> , Gracilaria, Ulva	instable	instable
XXVII	sand, shells (silt)	0.45	<i>Z. nana</i> , Ulva, Gracilaria	instable	instable
XXVIII	sand, shells (silt)	1.81	Ulva, Gracilaria, Chaetomorpha	stable	rel. low, stable
XXIX	silt	0.25	Ulva, Gracilaria	instable	rel. low, instable
XXX	silt, shells	2.39	Ulva, Gracilaria	stable	rel. low, stable
XXXI	silt, sand (stones)	0.25	<i>Z. nana</i> , Ulva	instable	rel. low, instable

Finally the stages of the eggs and the developmental time of the various stages were determined both in the field and in laboratory experiments. With the outcome of these experiments and the results obtained from the field the biomass production of the species can be calculated. A synthesis of these results and its consequences for our idea's about the population dynamics and eventual competition of the species is given in part III.

IV. SPECIES DISTRIBUTION OVER THE LAGOON DURING THE SAMPLING PERIOD

IV.1. Overall distribution

Throughout the sampling period the distribution of the 3 species shows an overall pattern as shown in Fig. 5a. *Idotea granulosa* is the dominant species in the southern Basin, from Port-la-Nouvelle to the line Ile de l'Aute-Ile des Oulous. In the Stations II, III, IV, VI, VIII and XI the share of this species is more than 75%. To the North the relative portion of *I. granulosa* gradually decreases (except in Sta-

tion XXV (see Discussion)) and it is hardly found along the western shores from the mouth of the river Berre to la Nautique in the North.

I. baltica occurs throughout the lagoon although in those parts where *I. granulosa* is dominant, its numbers are limited. It is highly represented at Stations X, XII, XIV, XV, XVI, XVIII, XXI, XXIV, XXVI and XXVIII. These are mainly Stations in deeper parts of Basin I and II, near the islands and near the northeastern shores of these Basins.

Sphaeroma hookeri occurs in masses all along the western shores of Basins I and II, from Station XIII in the South to Station XXXI in the North. Furthermore it is highly represented along the eastern shores of these Basins. It is as good as absent from the southern Basin except from Station I (Port-la-Nouvelle).

The size of the circles in Fig. 5 is an indication for the population density at a given Station. Of course these values only give a rough impression since the sampling length (and sampled surface) can only be estimated (see III.1.). From this figure it can be concluded that the Stations near the shores where *S. hookeri* is found always have a great population density; and that population densities are always

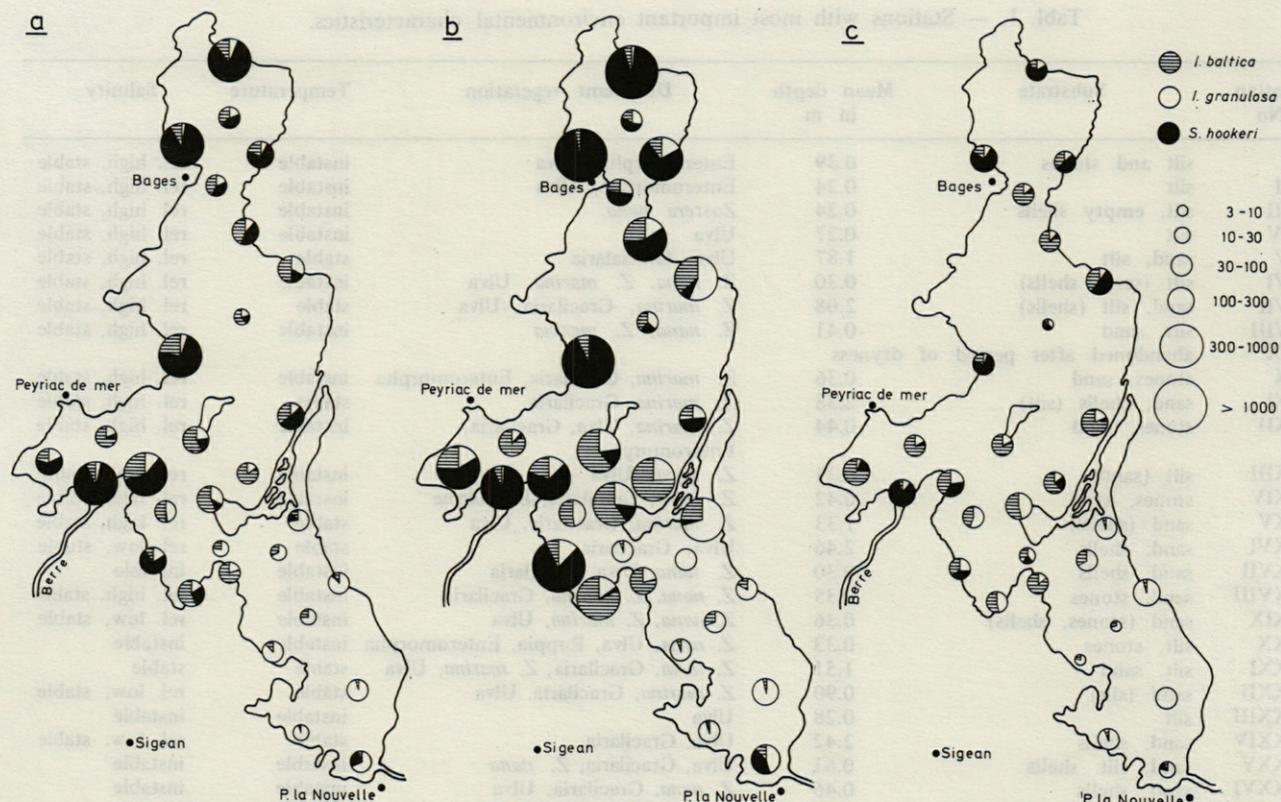


Fig. 5. — Species distribution and population size (in relative numbers). a) mean, from Febr. 1982 till April 1983. b) summer situation (July, Aug. 1982.) c) winter situation (Dec. 1982, Jan. 1983).

low in the deeper parts and in the southern Basin where *I. granulosa* is dominant.

When comparing Figs. 5b and c, it will be clear that population densities are much higher in the Summer than in the Winter. This is especially the case for *S. hookeri*.

IV.2. Changes in the distribution pattern

The species distribution and composition of the populations as described in IV.1. is not constant (during the year), but changes at every Station during the year (Fig. 6a-h). The changes observed are never identical at any of the Stations, but nevertheless some patterns can be observed at certain groups of Stations.

Stations (I), II, III, IV, VI, VIII (Fig. 6a)

All these Stations are shallow, characterized by a relatively high and stable salinity, and rapidly changing water temperatures and oxygen content; the substrate mainly consists of silt. Population densities (Fig. 5) are usually low, especially in the colder months of the year, and sometimes no iso-

pods are found at all (Fig. 6a). *I. granulosa* is dominant throughout the year, but other species appear at irregular intervals. Because of the low numbers, no conclusions can be drawn about eventual correlation with changing conditions.

Stations V, VII, XI (Fig. 6b)

All these Stations are relatively deep, characterized by relatively high and stable salinity and temperature conditions; the substrate mainly consists of sand. Population densities are usually very low especially during the summer months. *I. granulosa* is usually dominant but at irregular intervals, especially during the colder period. *I. baltica* can show up in some force.

Stations X, XII, XIV, XVIII (Fig. 6c)

These Stations are shallow with sandy and stony substrate; salinities are rather high and stable but temperatures can vary considerably. *I. baltica* dominates throughout most of the year, but in some months *Sphaeroma* and to a lesser extent. *I. granulosa* can build up dense populations.

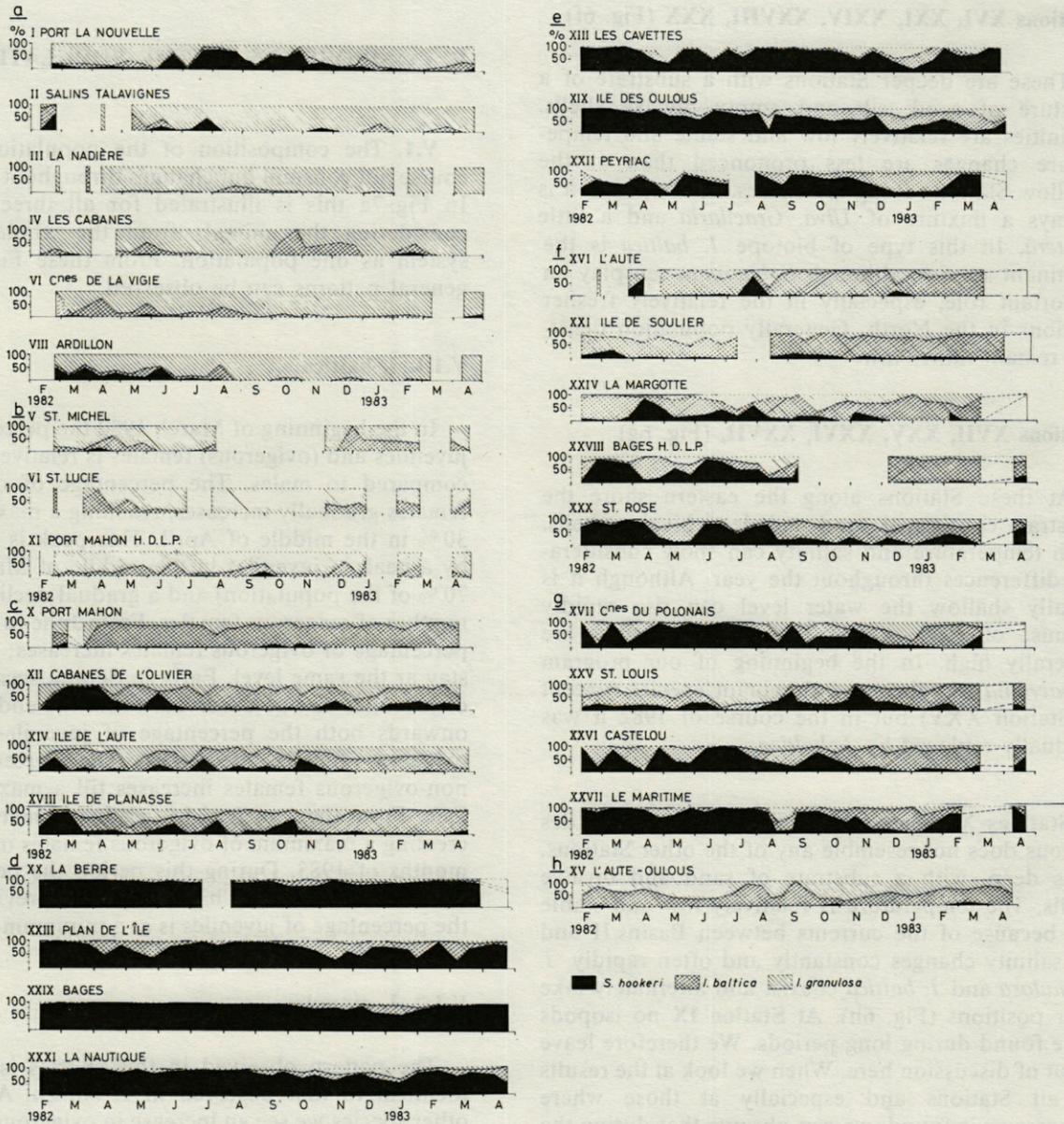


Fig. 6. — Composition of the isopod populations from Febr. 1982 till April 1983. a) at Stations I, II, III, IV, VI and VIII; b) at Stations V, VII and XI; c) at Stations X, XII, XIV and XVIII; d) at Stations XX, XXIII, XXIX, XXXI; e) at Stations XIII, XIX and XXII; f) at Stations XVI, XXI, XXIV, XXVIII and XXX; g) at Stations XVII, XXV, XXVI and XXVII; h) at Station XV.

Stations XX, XXIII, XXIX, XXXI (Fig. 6d)

These are shallow Stations with rapid changes in water depth (because of N.W. winds), water temperature, and salinity because of freshwater influx and evaporation. The substrate mainly consists of silt. Throughout the year *Sphaeroma* is by far the dominant isopod species. In the colder months the two *Idotea* spp. can build up rather high densities.

Stations XIII, XIX, XXII (Fig. 6e)

These Stations are also shallow, but the substrate is more sandy at Station XIX and XXII than elsewhere. Salinity is low but changes are less severe than in the previous group of Stations. Here *S. hookeri* is also dominant but only during the colder months, *Idotea* spp. can take over this position.

Stations XVI, XXI, XXIV, XXVIII, XXX (Fig. 6f)

These are deeper Stations with a substrate of a mixture of sand, silt and empty bivalve shells. Salinities are relatively low and stable and temperature changes are less pronounced than at the shallow Stations along the shores. The vegetation is always a mixture of *Ulva*, *Gracilaria* and a little *Zostera*. In this type of biotope *I. baltica* is the dominant species, although *Sphaeroma* can play an important role, especially in the relatively fresher Stations in the North. Generally population densities remain rather low.

Stations XVII, XXV, XXVI, XXVII, (Fig. 6g)

At these Stations along the eastern shore the substrate consists of sand and dead bivalve shells. Both temperature and salinity can show considerable differences throughout the year. Although it is usually shallow the water level can rise rapidly because of N.W. winds. Population densities are generally high. In the beginning of our program *Sphaeroma* was the most dominant species (except at Station XXV) but in the course of 1982 it was gradually replaced by *I. baltica*.

Stations XV, between Ile de l'Aute and Ile des Oulous does not resemble any of the other Stations. It is deep, with a substrate of sand and bivalve shells. The temperature is relatively low and stable but because of the currents between Basins II and III salinity changes constantly and often rapidly. *I. granulosa* and *I. baltica* coexist and alternately take over positions (Fig. 6h). At Station IX no isopods were found during long periods. We therefore leave it out of discussion here. When we look at the results of all Stations and especially at those where *Sphaeroma* is found, we can observe that during the sampling period the relative abundance of *Sphaeroma* has gradually decreased in favour of *I. baltica*.

IV.3. The physico-chemical data and those on distribution have been treated with the aid of a Multiple Regression Analysis from the SPSS handbook (Nie *et. al.*, 1975, 1979) in order to determine if certain correlations exist between the distribution observed and environmental factors. The following correlations have been found :

- The relative abundance of *I. baltica* increases with decreasing salinity.
- The relative abundance of *S. hookeri* increases with decreasing depth and salinity. (see also Part III, in prep.).

V. COMPOSITION OF THE POPULATIONS

V.1. The composition of the populations is of course not constant but changes throughout the year. In Fig. 7a this is illustrated for all three species, considering the animals from the whole lagoon system as one population. From these Figs. some general patterns can be observed.

V.1.1. *I. baltica*.

In the beginning of March 1982 the percentage of juveniles and (ovigerous) females is relatively low as compared to males. The percentage of ovigerous females gradually increases, reaching a maximum of 30% in the middle of April. This peak is followed by a peak in juveniles in the middle of May (up to 70% of the population) and a gradual decline in the number of ovigerous females. From June to Sept. the percentage of ovigerous females increases; juveniles stay at the same level. Early in Sept. a second peak of juveniles can be observed. From the end of Sept. onwards both the percentage of juveniles and of ovigerous females decreases. The percentage of non-ovigerous females increases till a maximum in Dec. From then on females gradually mature, thus creating a maximum of ovigerous females in the first months of 1983. During this period the percentage of males is constantly high. As in the previous year the percentage of juveniles is at a minimum in April.

V.1.2. *I. granulosa*

The pattern observed in this species is roughly identical to that observed in *I. baltica*. As in the other species we see an increase in ovigerous females in the middle of March, and increase in the percentage of non-ovigerous females in Sept., together with a decrease in ovigerous females near the end of Sept. followed by an increase at the end of the year.

Nevertheless some striking differences exist. In general the percentage of juveniles is lower than in *I. baltica* but the percentage of males is considerably higher. The peak of juveniles in May is less pronounced than in *baltica*. In Nov. a second peak of juveniles is found, followed by a more gradual decrease than in *baltica*. In contrast to this species the percentage of juveniles stays at a high level during the Winter months (except for a short period in March). As a whole, the reproductive cycle of *I. granulosa* seems less seasonal than that of *I. baltica*.

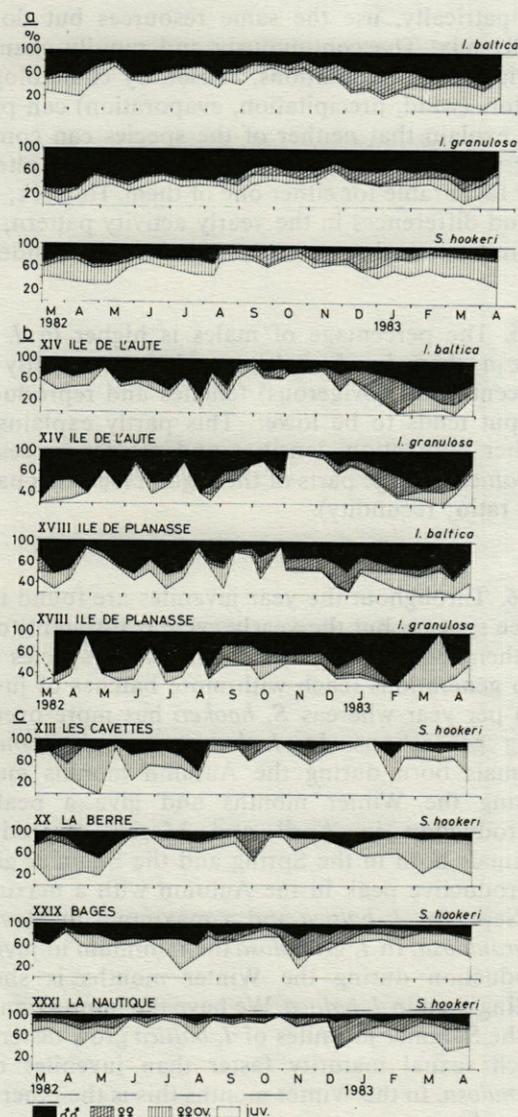


Fig. 7a. — a. Composition of the populations of *I. baltica*, *I. granulosa* and *S. hookeri* from March 1982 till April 1983 in the whole lagoon system. b. Composition of the populations of *I. baltica* and *I. granulosa* at two different Stations from March 1982 till April 1983. c. Composition of the populations of *S. hookeri* at 4 different Stations from March 1982 till April 1983.

V.1.2. *S. hookeri*.

Throughout the year the composition of the *S. hookeri* population in the lagoon is quite different from that of the two *Idotea* species. The low percentage of males during most of the year is striking. Juveniles are always found in large numbers with peaks in June and Aug./Sept. From then on the juveniles gradually mature which can be seen from the increasing number of females and (in Dec.) ovigerous females. From the high percentage of juveniles from Sept. to the middle of Dec. we must

assume that more overlapping peaks of juveniles are born in this period.

V.2. Composition of the population : differences between Stations.

V.2.1. The pattern described in the previous chapter was an overall pattern for the whole lagoon. When we look at the populations at every given Station the situation is a little more complicated as will be explained with a few examples : In Fig. 7b the composition of 2 *I. baltica* and 2 *I. granulosa* populations which occur sympatrically are illustrated. Both localities are situated on islands and have a gravel substrate. Station XIV Ile de l'Aute is sheltered, Station XVIII is exposed. The pattern is more complicated and more precarious than in Fig. 7a, but nevertheless the overall pattern exists. At both Stations we find the same peaks of juveniles (April and Sept. for *baltica* and March and Nov. for *granulosa*). Furthermore the increase in the percentage of females in the end of Aug./beginning of Sept., followed by an increase of ovigerous females in Jan./Febr. is evident.

V.2.2. In Fig. 7c detailed information is given of *S. hookeri* at 4 different Stations, which are more or less characteristic for this species. The general pattern from Fig. 7a can also be observed here, although it is less smooth. In all 4 Stations the percentage of juveniles constantly stays at a high level, whereas male are relatively scarce during most of the year. Three times a year the percentage of ovigerous females reaches a maximum, followed by a peak of juveniles and rapidly followed by a minimum of ovigerous females.

VI. CONCLUSIONS

VI.1. The fact that *I. granulosa* is predominantly found in Basin III is probably due to the relatively high salinity as compared to the rest of the lagoon. *I. granulosa* appears to be more tolerant for higher salinities than the other species. Hørlyck, 1973 found that in laboratory experiments *I. granulosa* is less tolerant for low salinities than *I. baltica* (min. threshold 9.3 ‰ for *I. granulosa* and 7 ‰ for *I. baltica* at 10 °C).

However, the population density of *I. granulosa* in the southern Basin is lower than that of the other two species in the other parts of the lagoon, which can be an indication of extreme conditions in which *I. granulosa* can just survive, while the other two cannot. In this context salinity, though important, does not seem the sole important factor.

Except for the southern Basin, *I. baltica* is found in large numbers all over the lagoon and seems to be more capable of competing with *S. hookeri* than *I. granulosa*. Population densities are always higher than in *I. granulosa* and it consequently seems more successful than the other species. In Stations where *S. hookeri* dominates *I. baltica* is always second in position.

S. hookeri thrives best on shallow, relatively less saline Stations with a silty substrate, often with dead wood and plenty of detritus. Under these conditions *S. hookeri* is by far the dominating species and often reaches high densities.

At deep Stations *S. hookeri* is hardly represented, except in Basin I. Both *Idotea* species seem to avoid silty substrates with detritus; they are mainly found on living vegetation and seem to prefer harder substrates (sand and gravel). These differences in habitat preference are an indication that *S. hookeri*, although it might occur sympatrically, does not really compete with the *Idotea* species.

V.1.2. All three species show lower densities in the Winter, but *I. granulosa* seems to be the most tolerant for long term declines in temperature; *S. hookeri* seems to be the least tolerant. In many Stations a sharp decline in the population density of *S. hookeri* could be observed in the Winter (temperatures around 0-5 °C). At Stations where *I. granulosa* coexists with other species we observed a relative lesser decrease of this species during the colder months. It is replaced by the other species as soon as conditions are less extreme. *I. baltica* seems to be the most constant of the species at all temperatures, probably due to its high densities.

VI.3. Juveniles of the two *Idotea* species are mainly found in the shallow parts of the lagoon. They seem to be absent from the deeper parts. On the other hand ovigerous females with fully developed embryos are rarely found in the shallow Stations as are females who have just emptied the broodpouch. This is an indication that juveniles are released in the deeper parts of the lagoon and swim actively to shallower parts to complete their first life stages (see also part II).

V.1.4. In the northern and middle Basins where salinities are relatively low, *I. granulosa* and *I. baltica* are often found sympatrically but severe competition cannot be easily demonstrated. They rather seem to avoid competition: the two species are almost never found together in equal numbers at the same moment; one of the two is always dominant but positions rapidly change during the whole sampling period (see Stations XV and XXV). Probably the species live in clusters which exist

sympatrically, use the same resources but do not really mix. The continuously and rapidly changing environmental conditions, caused by climatological factors (wind, precipitation, evaporation) can possibly explain that neither of the species can completely replace the other, since conditions are alternately favourable for either one of them. Hørlyck, 1973 found differences in the yearly activity pattern, also an indication that severe competition is avoided.

VI.5. The percentage of males is higher in *I. granulosa* than in *I. baltica* and consequently the percentage of (ovigerous) females and reproductive output tends to be lower. This partly explains the higher population densities and greater success of *I. baltica* in large parts of the lagoon (see also part II sex ratio; fecundity).

VI.6. Throughout the year juveniles are found in all three species, but the yearly cycle is different for all of them. Most probably the two *Idotea* species have two generations (each with more batches of juveniles) per year whereas *S. hookeri* has more overlapping generations. In *I. baltica* and *I. granulosa* animals born during the Autumn months mature during the Winter months and give a peak in reproduction in April and March respectively. Animals born in the Spring and the Summer give a reproductive peak in the Autumn with a maximum in Sept. for *I. baltica* and a maximum in Nov. for *I. granulosa*. In *I. granulosa* the minimum in juvenile production during the Winter months is shorter lasting than in *I. baltica*. We have the impression that in the Summer juveniles of *I. baltica* grow faster and reach sexual maturity faster than juveniles of *I. granulosa*. In the Winter months this is the other way around.

The high percentage of juvenile *S. hookeri* throughout the year and the constantly high percentage of ovigerous females suggest more generations per year. More details about number of eggs per female, the developmental time of the eggs, time to reach sexual maturity and the number of batches per year is given in Parts II and III.

VII. DISCUSSION

VII.1. Although we measured many physico-chemical factors at every sampling Station throughout the whole period of this study no other correlations have been found between the distribution pattern of the various species and environmental factors than those mentioned in IV.3. Undoubtedly salinity is the most important factor. Nevertheless we are convinced that other factors play an important roll as well. However, because of the structure of this shallow lagoon

and the important roll of the gales from the N.W. and S.E. navigating and sampling on the lagoon is impossible for more than 275 days per year. Consequently the physico-chemical data all have been collected during relatively calm days when conditions are more or less stable. During gales, when rapid changes occur, no observations could be made.

VII.2. *S. hookeri* is not found in the southernmost part of the lagoon, except at Station I, where the only connection with the Mediterranean is found. Nearby, the Canal de la Robine discharges into this « Grau ». Through a number of small streams and canals this canal is connected with Stations in the lagoon with high densities of *S. hookeri*. Sampling at irregular intervals in the Canal de la Robine revealed that *S. hookeri* is quite common in it. We therefore assume that *S. hookeri* enters the Grau de Port-la-Nouvelle through the canal and is blown into the lagoon with the S.S.E. winds. High salinities prevent it from further penetration in the lagoon.

VII.3. We left out the results from Station IX (Etang de la Sèche), because of extremely low numbers (if any) of isopods that have been found. Conditions at this Station vary so extremely that often no animal life is found at all.

VII.4. In all 3 species the peak in juveniles in the Spring and the subsequent decrease in ovigerous females is not followed by an increase of non ovigerous females. This means that many females, after releasing the juveniles disappear from the population, because of old age and subsequent death.

Possibly cannibalism during moult and predation also play a role (Naylor, 1955). A striking phenomenon is the sharp increase in percentage of non ovigerous females after the summer months, an indication that the sex-ratio changes in favour of the females when the temperature rises above a certain level (Kinne, 1952) after the colder months (April, May) (compare Janssen *et al.*, 1979; see also part II (in prep.).

VII.5. Population densities at certain Stations can change rapidly because of changing conditions, an indication that (parts of) the population can move en masse to places where at a given moment conditions are more favourable (e.g. protection during storms and severe t-changes, protection against desiccation when the original habitats dry out as often happens along the eastern shores). In all likelihood (sub)populations of the same species

overlap and individuals migrate from one place to another or stay according to the situation within certain boundaries. Horlyck, 1973 proved that Danish populations of *I. baltica* and *I. granulosa* also migrate, from shallow to deeper waters and vice versa, during their life cycles (see also VI.3).

VII.6. During warmer months the two *Idotea* species reach sexual maturity at a smaller length (4.5 mm and longer) than in the Winter (5 to 5.5 mm). This caused some problems in distinguishing juveniles and adults, especially in females. Naylor, 1955 found the same for *I. emarginata*. The same phenomenon was found in *S. hookeri* (in the Summer animals are adult at 2.7 to 2.8 mm, in the Winter at 3.2 to 3.5 mm), but this did not lead to any problems since males and ovigerous females can always easily be recognized, even when very small.

VII.7. 1982 and 1983 have been two exceptionally dry years for this part of the Corbières causing a very low discharges of the river Berre in the S.W. and often the freshwater influx was hardly perceptible. This caused an important drop in the general depth of the lagoon. So Boutière (1974) found maximum depths of 2.80 m to 3.40 m but during our sampling period, maximum depths never exceeded 2.50 to 2.80 m. Likewise the salinity gradient was less steep than in previous years.

ACKNOWLEDGEMENTS AND RESPONSABILITIES. The authors are greatly indebted to the Director and staff of the Laboratoire Arago at Banyuls-sur-Mer, France, for placing at their disposal the Field Station Bellevue at Sigean, as well as many other facilities so essential for carrying out this type of work. Many thanks are due to Dr. C. Razouls and Dr. H. Boutière for their personal interest and assistance in often difficult situations. Special thanks are due to M. Marcel Mourut, M. Christian Lancret and other friends from the village of Sigean without whose help the program would never have been completed. The project forms part of the Master Degree program of a number of B.Sc. students: Ad de Mooy, Leen Schoen, Leontien Stradmeijer, Jean-Pierre Sweerts, Rob Dorsman, Yo van Dijk, Eric Sijtsma en Koosje Lever, who all worked for a period of six months in the lagoon. Julia Kouwenberg took part in the field-work during ten months and adapted all the data from the various groups to a more or less consistent report. The project was supervised and coordinated by Dr. S. Pinkster. The final manuscript was prepared in close cooperation by the present authors.

RÉFÉRENCES

- BOUTIÈRE H., 1974. L'étang de Bages-Sigean. Modèle de lagune Méditerranéenne. *Vie Milieu*, **24** (2B) : 23-58.
- CAHET G., 1965. Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). III — Réduction des composés soufrés. *Vie Milieu*, **16** (2B) : 917-981.
- CAHET G., M. FIALA, J.PH. LABAT & G. JACQUES, 1974. Ecologie de deux étangs du littoral Languedoc-Roussillon, Bages-Sigean et Salses-Leucate. Rapport pour l'Electricité de France.
- HARVEY C.E., M.B. JONES & E. NAYLOR. Some factors affecting the distribution of estuarine Isopods (Crustacea). *Estuarine and Coastal Marine Science*, **1** : 113-124.
- HEALY B. & M. O'NEILL, 1984. The life cycle and population dynamics of *Idotea pelagica* and *I. granulosa* (Isopoda : Valvifera) in south-east Ireland. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **64** : 21-33.
- HØRLYCK V., 1973a. Seasonal and diel variation in the rhythmicity of *Idotea baltica* (Pallas) and *Idotea granulosa* (Rathke). *Ophelia*, **12** : 117-127.
- , 1973b. The osmoregulatory ability in three species of the genus *Idotea* (Isopoda, Crustacea). *Ophelia*, **12** : 129-140.
- JACQUES G., G. CAHET, M. FIALA, J. NEVEUX & M. PANOUSE, 1975. Caractéristiques du milieu pélagique des étangs de Bages-Sigean et de Salses-Leucate pendant l'été 1974. *Vie Milieu*, **25** (1A) : 1-18.
- JANSSEN H., M. SCHEEPMAKER, M. van COUWELAAR & S. PINKSTER, 1979. Biology and distribution of *Gammarus aequicauda* and *Gammarus inensibilis* (Crustacea, Amphipoda) in the lagoon system of Bages-Sigean (France). *Bijdr. Dierk.*, **49** (1) : 43-70.
- KINNE O., 1952. Zum Lebenszyklus von *Gammarus duebeni* Lilj. nebst einigen Bemerkungen zur Biologie von *Gammarus zaddachi* Sexton subsp. *zaddachi* Spooner. *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.*, **1** : 187-203.
- KOUWENBERG J. & S. PINKSTER (In press). Population dynamics of three brackish water isopod species (Crustacea) in the lagoon system of Bages-Sigean (France). II. Life cycles, sexual activity and fecundity. *Vie Milieu*, **35** (1) :
- LABAT J.Ph., 1977. Ecologie de *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) dans le complexe lagunaire de Bages-Sigean (Aude). Thèse 3^e cycle. Université de Paris VI.
- LAGARDE E. & G. CAHET, 1964. Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). I. Données climatiques. *Vie Milieu*, suppl. **17** : 35-40.
- NAYLOR E., 1955a. The diet and feeding mechanism of *Idotea*. *J. Mar. biol. Ass. U.K.*, **34** : 347-355.
- , 1955b. The life cycle of the Isopod *Idotea emarginata* (Fabricius). *J. anim. Ecol.*, **24** (2) : 270-281.
- , 1972. British Marine Isopods. Synopses British Fauna N.S. The Linnean Society, Academic Press, London, **3** : 1-86.
- NIE N.H., C. HADLAI HULL, J.G. JENKINS, K. STEINBRENNER & H.D. BENT, 1975-1979. SPSS, statistical package for the social sciences (2nd ed., 1975) : 1-XXIV, 1-675 (McGraw-Hill, New York etc.). SPSS-6000, update manual version 8.0 (1979) (= NUCC Docum., 457) : 1-67. Vogelback Computing Centre, Northwestern university, Evanston, Ill.).
- PETIT G. & R. MIZOULE, 1962. Contribution à l'étude écologique du complexe lagunaire de Bages-Sigean. *Vie Milieu*, **13** (2A) : 205-230.
- SALEMMA H., 1978. Geographical variability in the colour polymorphism of *Idotea baltica* (Isopoda) in the northern Baltic. *Hereditas*, **88** : 165-182.
- , 1979. Ecology of *Idotea* spp. (Isopoda) in the northern Baltic. *Ophelia*, **18** (1) : 133-150.
- TINTURIER-HAMELIN E., 1963. Polychromatisme et détermination génétique du sexe chez l'espèce polytypique *Idotea Balthica* (Isopode Valvifère). *Cah. Biol. Mar.*, **4** : 473-591.

Reçu le 17 mars 1984; received on March 17, 1984
 Accepté le 3 décembre 1984; accepted for printing
 on December 3, 1984.

ANALYSES D'OUVRAGES BOOK REVIEWS

NACHTIGALL W. et M.P. KLAGE (1980). « Faszination des lebendigen — Eine fotografische Entdeckungsreise durch den Mikrokosmos » (Fascination du monde vivant — Un voyage d'exploration à travers le microcosmos). Verlag Herder Freiburg, 224 p., 96 photos couleur pleine page.

Prix : 98,- DM

La tige d'une céréale atteint en hauteur environ 500 fois la largeur de sa base et dépasse de ce fait toutes les constructions de grande hauteur de l'architecture moderne — c'est un édifice absolument invraisemblable. A son bout, elle balance un épi qui, arrivé à maturité, est plus lourd que le système portant de la tige. Ce système résiste à de fortes rafales latérales et à des dizaines de milliers de flexions lorsque le vent fait onduler un champ de blé. Le monde qui nous entoure est plein de phénomènes fascinants, il suffit d'ouvrir les yeux et de regarder. L'homme qui cherche se posera toujours à nouveau la question de l'origine de ces merveilles dont l'existence même lui est difficile à comprendre.

L'auteur des images de ce livre, M.P. Klage, se sert des techniques photographiques les plus modernes pour rendre visibles des détails qui échappent à l'œil de l'homme « normal ». Les procédés photo-techniques, aussi intéressants pour les biologistes que pour les photographes, sont bien expliqués dans le texte. Un livre exceptionnel, hélas aussi en ce qui concerne son prix.

Armin HEYMER

TREUFELS C.A. (1979), Photographieren und Filmen von Wild und Vögeln. Verlag Paul Parey, Hambourg et Berlin, 138 pp. avec 82 fig. dont 25 en couleurs
Prix : DM 32,80

Un guide pratique, richement illustré, pour la photographie et la prise de vue cinématographique des animaux dans la nature, et qui en est à sa 3^e édition. Il enseigne au chasseur d'images non

seulement le maniement correct de son appareil, mais aussi un comportement discret dans la nature pour ne pas inquiéter les espèces particulièrement sensibles aux dérangements.

Armin HEYMER

RIEFENSTAHL Leni (1976). « Die Nuba von Kau ». Les Nouva de Kau, Paul List Verlag München, 224 p., 176 fig. couleurs
Prix : 78,- DM

Bien que les Nouba de Kau ne vivent qu'à une distance d'environ 200 km des Nouva pacifiques et doux de Masakin, ils ne se connaissent pas entre eux, parlent une autre langue, ont d'autres mœurs et coutumes et possèdent un caractère complètement opposé (cf. Riefenstahl (1973), Die Nuba — Menschen von einem anderen Stern). Leurs masques, leurs combats au couteau et leurs danses d'amour sont violents et passionnés; leurs maquillages extravagants les font ressembler à des « Picassos » vivants. Aucun peuple traditionnel de la terre ne connaît une telle multitude de formes et des couleurs. L'auteur a passé en 1975 16 semaines chez les Nouba de Kau; ses impressions photographiques, de qualité exceptionnelle, sont probablement les derniers documents d'un peuple gravement menacé par la civilisation industrielle et qui est appelé à disparaître lentement et sans répit dans la nuit de l'histoire.

Armin HEYMER

RIEFENSTAHL Leni (1973). « Die Nuba — Menschen von einem anderen Stern ». (les Nouva — Hommes d'une autre étoile). Paul List Verlag München, 208 p., 140 fig. dont 125 en couleurs
Prix : DM 65,-

Au Soudan central, dans la province de Kordofan, 8 000 à 10 000 Nouva (sur environ 500 000 au total) vivent encore à l'écart de tout contact avec la

civilisation. Entouré de colons arabes, le peuple des Nouba se divise en plusieurs groupes linguistiques. Il y a 8 à 10 générations, leurs ancêtres qui habitaient la savane, cherchaient refuge dans les montagnes difficilement accessibles face à des tribus nomades guerrières et des marchands d'esclaves arabes. Aujourd'hui, ils vivent en paix avec leurs voisins arabes.

Les ethnologues n'ont guère accordé d'intérêt aux tribus Nouba — négligence difficilement rattrapable de la science. Depuis que l'anthropologue autrichien S.F. Nadel a visité la région des Nouva dans les années 30, aucun chercheur n'a tenté d'étudier la vie, les rites et les coutumes de ces tribus. L'auteur illustre par de très belles images la vie des Nouva dans le village et dans les champs, la récolte du mil, les troupeaux de bœufs et les luttes pour lesquelles les Nouba sont particulièrement connus. Leni Riefenstahl atteint là une maîtrise photographique sans égal.

Armin HEYMER

SCHMEKEL et A. PORTMANN (1982). — *Opisthobranchia des Mittelmeeres*. Springer Berlin + New York, 410 p., 122 Fig. Prix DM 390.-

Les *Opisthobranchies* comportent 8 ordres en Méditerranée dont deux spécialisés vivent en association du phytal de la région côtière : les *Nudibranchies*

et les *Saccoglosses*, peu apparentés entre eux. La réduction de la coquille s'est faite chez les deux groupes d'une manière convergente comme, également, la concentration du système nerveux.

Depuis les travaux de Trinchesse (1877-81) et Vayssière (1885-1919), rien de global n'est paru sur ces groupes et le présent ouvrage constitue la première monographie sur les deux ordres. En introduction, une clef de détermination renseigne sur la Morphologie, l'Ontogenèse et la Phylogénie et s'avère d'une très grande utilité.

La deuxième partie est plus spécialisée et comprend une description détaillée des phénotypes d'après un matériel vivant et un grand nombre de renseignements originaux sur l'anatomie de 107 espèces de Nudibranches et 20 espèces de Saccoglosses; 8 espèces sont nouvelles pour la Méditerranée et 14 nouvelles pour la science. Pour la plupart des espèces, des données sur l'habitat, le développement et même l'élevage sont indiquées pour la première fois.

Cet ouvrage s'est donné pour but d'informer le plus complètement possible sur la systématique et l'anatomie de ces groupes, permettant une comparaison avec les faunes de l'Atlantique et du Pacifique, bien mieux travaillées que celles de la Méditerranée. Les auteurs ont fort bien réussi cette tâche et méritent des félicitations, en particulier pour les planches en couleur.

Armin HEYMER

VIE ET MILIEU : Volume 34

TABLE DES MATIÈRES — TABLE OF CONTENTS

Analyses d'ouvrages — <i>Books reviews</i>	65, 159
M. AMANIEU, <i>cf.</i> T. LAM HOAI.....	209
G. BATE, <i>cf.</i> A. McLACHLAN.....	67
T. BELSHER, <i>cf.</i> J. MARCOT-COQUEUGNIOT.....	127
J. BERG, <i>cf.</i> C.D. ZANDER.....	149
E.M.H. BEST and M.J. WELLS. The control of digestion in Octopus. II. The role of internal stimuli.....	1
S. von BOLETZKY. The embryonic development of the Octopus <i>Scaevargus unicirrhus</i> (Mollusca, Cephalopoda). Additional data and discussion.....	87
C.F. BOUDOURESQUE, <i>cf.</i> J. MARCOT-COQUEUGNIOT.....	127
C.F. BOUDOURESQUE, M. PERRET-BOUDOURESQUE et M. KNOEPFFLER-PÉGUY. Inventaire des Algues marines benthiques dans les Pyrénées-Orientales (Méditerranée, France). <i>A checklist of benthic marine algae from Pyrénées-Orientales (Mediterranean, France)</i>	41
J. BRUSLÉ, <i>cf.</i> R. LECOMTE.....	185
J. BRUSLÉ, <i>cf.</i> C. ROBLIN.....	195
R. BUSCAIL, <i>cf.</i> F. GADEL.....	161
M. CAMBRONY. Identification et périodicité du recrutement des juvéniles de Mugilidae dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon. <i>Identification and recruitment periodicity of Grey Mullet fry in the Mediterranean lagoons</i>	221
I. CANTRELLE. Les populations de Civelles d' <i>Anguilla anguilla</i> L. en migration dans l'estuaire de la Gironde (France). <i>Migrating glass-eel populations (Anguilla anguilla L.) in the Gironde estuary (France)</i>	109
Ph. DELAMARRE et M. TRUCHET. Comparative study of Mercury and Cadmium exposure in a freshwater fish (<i>Brachydiano rerio</i>); histological microanalysis of Cd-induced mineral concretions.....	79
J.L. D'HONDT. Bryozoaires épibiontes sur le Brachiopode articulé <i>Gryphus vitreus</i> (Born, 1778) en mer Méditerranée Occidentale (Corse) <i>Epibiontic Bryozoa on Gryphus vitreus (Born 1778), Brachiopoda Articulata, in West Mediterranean Sea (Corsica)</i>	27
R. RONS, <i>cf.</i> MAS-COMA.....	117
A.J. FRANCEZ. Composition et fluctuations des peuplements de Cladocères dans deux lacs-tourbières du Massif Central (France). <i>Composition and fluctuations of Cladoceran communities in two Peat-Bogs of the Massif Central (France)</i>	95
N. FRILIGOS and T. KOUSSOURIS. Preliminary observations on servage nutrient enrichment and Phytoplankton ecology in the Thermaikos Gulf, Thessaloniki, Greece.....	35
F. GADEL, R. BUSCAIL et A. MONACO. Sédimentologie et géochimie de quelques lagunes méditerranéennes. <i>Sedimentology and geochemistry of some mediterranean lagoons</i>	161
M.T. GALAN-PUCHADES, <i>cf.</i> S. MAS-COMA.....	117

J.C. GARCIA GOMEZ. A new species of <i>Flabellina</i> (Gastropoda, Nudibranchia) from the Gibraltar Strait (Southern Spain)	41
M. KNOEPFFLER-PEGUY, cf. C.F. BOUDOURESQUE	35
T. KOUSSOURIS, cf. N. FRILIGOS	229
J. KOUWENBERG and S. PINKSTER. Population dynamics of three brackish water Isopod species (Crustacea) in the lagoon system of Bages-Sigean (France) I. General aspects and distribution.....	9
J.Ph. LABAT. Cycle de vie de <i>Philocheras trispinosus</i> (Hailstone) (Crangonidae : Decapoda) dans la région de Banyuls-sur-Mer (Méditerranée Nord-Occidentale). <i>The life cycle of Philocheras trispinosus (Hailstone) (Crangonidae : Decapoda) in the region of Banyuls-sur-Mer (North Western Mediterranean Sea)</i>	209
T. LAM HOAI, M. AMANIEU et G. LASSERRE. Microfaune des eaux libres de la Sarrasine, écosystème lagunaire semi-contrôlé méditerranéen. <i>Mid-water microfauna communities of the Sarrazine, a Mediterranean semi-controlled lagoon ecosystem</i>	209
G. LASSERRE, cf. T. LAM HOAI	185
R. LECOMTE-FINIGER et J. BRUSLÉ. L'Anguille <i>Anguilla anguilla</i> des lagunes du Languedoc-Roussillon : Intérêt biologique et valeur halieutique. <i>The eel Anguilla anguilla from lagoons of Languedoc-Roussillon : Biological interest and economical value.</i>	21
G.A. LLORENTE, cf. X. RUIZ	105
J. LUCENA. Etude comparative entre les peuplements de Barbeaux des Barrages de Bermejales et Cubillas (Granada, Espagne). <i>Comparative study of the barbel stocks in the reservoirs of Bermejales and Cubillas (Granada, Spain)</i>	127
J. MARCOT-COQUEUGNIOT, C.F. BOUDOURESQUE et T. BELSHER. Le phytobenthos de la frange infralittorale dans le port de Port-Vendres (Pyrénées-Orientales, France). Deuxième partie. <i>The phytobenthos of the infralittoral fringe in the Port-Vendres harbour (Pyrénées-Orientales, France). Second part</i>	67
A. McLACHLAN and G. BATE. Carbon budget for a high energy surf zone	173
R. MAN WAI, cf. J.P. QUIGNARD	117
S. MAS-COMA, R. FONS, M.T. GALAN-PUCHADES et M.A. VALERO. <i>Hymenolepis claudevaucheri</i> n. sp. (Cestoda : Hymenolepididae), premier Helminthe connu chez le plus petit Mammifère vivant, <i>Suncus etruscus</i> (Savi, 1822) (Insectivora : Soricidae). Révision critique des Cyclophyllidae décrits chez <i>Suncus murinus</i> (Linnaeus, 1766). <i>Hymenolepis claudevaucheri, n. sp. (Cestoda : Hymenolepididae) first record of a helminth in the smallest known living mammal, Suncus etruscus (Savi, 1822) (Insectivora : Soricidae). Critical revision of the Cyclophyllidae described in Suncus murinus (Linnaeus, 1766)</i>	139
J. MATALLANAS. <i>Lionorus carapinus</i> (Goode et Bean, 1883) (Pisces, Macrouridae) et <i>Synaptura lusitanica</i> Capello, 1868 (Pisces, Soleidae) en Méditerranée. <i>Lionorus carapinus (Goode and Bean, 1883) (Pisces, Macrouridae) and Synaptura lusitanica Capello, 1868 (Pisces, Soleidae) in the Mediterranean Sea</i>	17
J.A. MATHER. Development of behaviour in <i>Octopus joubini</i> Robson 1929	161
A. MONACO, cf. F. GADEL.....	21
J. NADAL, cf. X. RUIZ	41
M. PERRET-BOUDOURESQUE, cf. C.F. BOUDOURESQUE.....	229
S. PINKSTER, cf. J. KOUWENBERG	173
J.P. QUIGNARD, R. MAN WAI et R. VIANET. Les Poissons de l'étang de Mauguio (Hérault, France). Inventaire, structure du peuplement, croissance et polymorphisme des tailles. <i>The fishes of Mauguio lagoon (Herault, France). Inventory, population structure, size polymorphism and growth</i>	195
C. ROBLIN et J. BRUSLÉ. Le régime alimentaire des alevins et juvéniles de Loup (<i>Dicentrarchus labrax</i> L.) des lagunes littorales du Golfe du Lion (Etangs Roussillonnais, France). <i>Food and feeding of fry and juveniles of Sea-Bass (Dicentrarchus labrax L.) from Mediterranean lagoons in the Gulf of Lion (France)</i>	

X. RUIZ, G.A. LLORENTE and J. NADAL. Distribution pattern of organochlorine compounds in five tissues of <i>Bubulcus ibis</i> Nestings (Aves, Ardeidae) from the Ebro Delta, Northeast Spain	21
L. TITO DE MORAIS. Rythmes et rations alimentaires des juvéniles de deux espèces de Pleuronectiformes de Méditerranée Occidentale. <i>Feeding periodicity and rations of the juveniles of two species of Western Mediterranean Pleuronectiforms</i>	141
M. TRUCHET, cf. Ph. DELAMARRE.....	79
M.A. VALERO, cf. S. MAS-COMA	117
R. VIANET, cf. J.P. QUIGNARD.....	173
M.J. WELLS, cf. E.M.H. BEST	1
Y. YONESHIGUE. Flore marine de la région de Cabo Frio (Brésil). 4. Sur une espèce nouvelle du genre <i>Peyssonnelia</i> (Cryptonémiales, Rhodophyta) <i>Marine flora of Cabo Frio (Brazil). 4. On a new species of Peyssonnelia (Cryptonemiales, Rodophyta).....</i>	133
C.D. ZANDER and J. BERG. Feeding ecology of littoral Gobiid and Blennioid fishes of the Banyuls area (Mediterranean Sea). II. Prey selection and size preference	149

X. RUIZ, G.A. LORENTE and J. NADAL. Distribution pattern of organochlorine compounds in five tissues of
 21 Babulosa (Aves, Ardeidae) from the Ebro Delta, Northeast Spain
 I. THO DT MOKAN. Rythmes et raisons alimentaires des juvéniles de deux espèces de Héronniettes de
 Méditerranée Occidentale
 141 Feeding periodicity and reasons of the juveniles of two species of Western Mediterranean Héronniettes
 M. TROCHET, G. PH. DEANAYRE
 117 M.A. VALERO, G.S. MASCOMA
 133 R. VIGANT, G. J.R. QUIGARDO
 1 M.J. WELLS, G. E.M.H. BEST
 Y. YOUNG. Flor marine de la région de Cabo Frio (Brasil). 4. Sur une espèce nouvelle du genre *Pezomachus*
 (Cypselididae, Rhodophyta)
 133 Mucus from of Cabo Frio (Brasil). 4. On a new species of *Pezomachus* (Cypselididae, Rhodophyta)
 C.D. ZANDER, and J. BARR. Feeding ecology of littoral Gobid and Blennioid fishes of the Betsels area
 143 (Mediterranean Sea). II. Prey selection and size preference

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^{er} 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.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés de se conformer aux indications suivantes :

TEXTE

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sur le recto seulement de 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 d'auteurs figurent en capitale ou soulignés d'un double trait, les noms scientifiques (genres, espèces, sous-espèces) 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'auteur; 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 soigneusement 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.

SOMMAIRE — SUMMARY

Aspects sédimentologiques et géochimiques de quelques lagunes du Languedoc-Roussillon (Golfe du Lion)	
<i>Sedimentological and geochemical aspects of some lagoons of the Languedoc-Roussillon (Golfe du Lion)</i>	F. GADEL, R. BUSCAIL et A. MONACO 161
Les Poissons de l'étang de Manguio (Hérault, France). Inventaire, structure du peuplement, croissance et polymorphisme des tailles	
<i>The fishes of Manguio lagoon (Hérault, France). Inventory, population structure, size polymorphism and growth</i>	J.P. QUIGNARD, R. MAN WAI et R. VIANET 173
L'Anguille <i>Anguilla anguilla</i> des lagunes du Languedoc-Roussillon : Intérêt biologique et valeur halieutique	
<i>The eel Anguilla anguilla from lagoons of Languedoc-Roussillon : Biological interest and economical value</i>	R. LECOMTE-FINIGER et J. BRUSLÉ 185
Le régime alimentaire des alevins et juvéniles de Loup (<i>Dicentrarchus labrax</i> L.) des lagunes littorales du Golfe du Lion (Etangs Roussillonnais, France)	
<i>Food and feeding of fry and juveniles of Sea-Bass (Dicentrarchus labrax L.) from Mediterranean lagoons in the Gulf of Lion (France)</i>	C. ROBLIN et J. BRUSLÉ 195
Microfaune des eaux libres de la Sarrasine, écosystème lagunaire semi-contrôlé Méditerranéen	
<i>Mid-water microfauna communities of the Sarrazine, a Mediterranean semi-controlled lagoon ecosystem</i>	T. LAM HOAI, M. AMANIEU et G. LASSERRE 209
Identification et périodicité du recrutement des juvéniles de Mugilidae dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon	
<i>Identification and recruitment periodicity of Grey Mullet fry in the Mediterranean lagoons</i>	Michel CAMBRONY 221
Population dynamics of three brackish water Isopod species (Crustacea) in the lagoon system of Bages-Sigean (France). I. General aspects and distribution	
	J. KOUWENBERG and S. PINKSTER 229
Analyses d'ouvrages / <i>Book reviews</i>	241
Table des matières du tome 34 / <i>Table contents of number 34</i>	243