

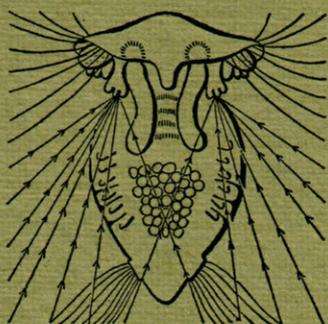
# VIE ET MILIEU

Bulletin du Laboratoire Arago

Université de Paris - Biologie Marine - Banyuls-sur-Mer

Série B : Océanographie

Tome XVIII - 1967 - Fasc. 2 - B



MASSON & C<sup>ie</sup>

120, Bd St-Germain, Paris VI<sup>e</sup>

# VIE ET MILIEU

## BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITE DE PARIS - BIOLOGIE MARINE

*Vie et Milieu* paraît par fascicules séparés tous les deux mois. Chaque volume annuel, comprenant six fascicules, contient environ 1 200 pages. Les travaux publiés sont répartis en trois séries :

Série A : Biologie marine; Série B : Océanographie; Série C : Biologie terrestre.

Pour chaque toison, deux fascicules sont en principe réservés à chacune des trois séries. La succession des trois séries au cours de l'année peut être sujette à variations d'un tome au suivant. La Rédaction se réserve de modifier la répartition en trois sections suivant l'abondance relative des manuscrits acceptés pour chaque série.

Les manuscrits sont reçus par le Professeur P. DRACH, Directeur de la Publication, ou M. L. LAUBIER, Secrétaire de Rédaction (Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer, 66, France). Ils ne seront acceptés définitivement qu'après avoir été soumis au Comité de Rédaction spécialisé.

### Membres des Comités de Rédaction

#### Série A : Biologie marine

B. BATTAGLIA (Padoue, Italie), C. BOCQUET (Paris, France), J. FELDMANN (Paris, France), J. FOREST (Paris, France), P. LUBET (Caen, France), J. MAETZ (C.E.A., Villefranche-sur-Mer, France), M. PAVANS DE CECCATTY (Lyon, France), G. PETIT (Paris, France), G. TEISSIER (Paris, France), O. TUZET (Montpellier, France).

#### Série B : Océanographie

M. BACESCO (Bucarest, R.P. Roumanie), M. BLANC (Paris, France), P. BOUGIS (Paris, France), J. BROUARDEL (Monaco), P. DRACH (Paris, France), C. DUBOUL-RAZAVET (Perpignan, France), A. IVANOFF (Paris, France), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), J.M. PÈRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France).

#### Série C : Biologie terrestre

E. ANGELIER (Toulouse, France), C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (Paris, France), W. KÜHNELT (Vienne, Autriche), M. KUNST (Prague, Tchécoslovaquie), M. LAMOTTE (Paris, France), B. POSSOMPES (Paris, France), P. REY (Toulouse, France), H. SAINT-GIRONS (Paris, France), C. SAUVAGE (Montpellier, France), M. VACHON (Paris, France).

L'abonnement part du n° 1 de chaque année (6 fascicules par an).

Les abonnements sont reçus par la Librairie MASSON & Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris VI<sup>e</sup>.

France et zone franc (Pays acceptant le tarif d'affranchissement intérieur français pour les périodiques) ..... 80 FF

Règlement par chèque bancaire ou chèque postal (C.C.P. 599, Paris) ou mandat.

Belgique et Luxembourg ..... 911 FB

Autres pays ..... 85 FF

Prix payables dans les autres monnaies au cours des règlements commerciaux du jour du paiement, par l'une des voies suivantes : chèque sur Paris d'une banque étrangère; virement par banque sur compte étranger; mandat international.

Prix du fascicule séparé ..... 18 FF

Changement d'adresse ..... 0,50 FF

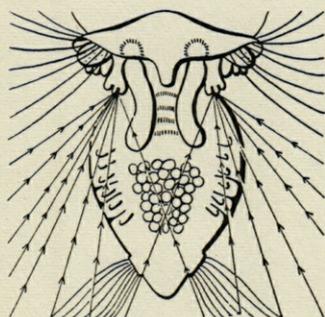
# VIE ET MILIEU

Bulletin du Laboratoire Arago

Université de Paris - Biologie Marine - Banyuls-sur-Mer

Série B : Océanographie

Tome XVIII - 1967 - Fasc. 2 - B



MASSON & C<sup>ie</sup>

120, Bd St-Germain, Paris VI<sup>e</sup>



## SOMMAIRE

M. FIALA. — Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). IV. - Recherches sur les processus de nitrification (étude préliminaire) . . . . .	227
G. JACQUES. — Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). I. - Pigments et populations phytoplanctoniques dans le Golfe du Lion en mars 1966 . . . . .	239
Michel BHAUD. — Contribution à l'écologie des larves pélagiques d'Annélides Polychètes à Banyuls-sur-Mer. Comparaison avec les régions septentrionales . . . . .	273
G. CHERBONNIER et A. GUILLE. — Complément à la faune des Echinodermes de la mer de Banyuls . . . . .	317
Catherine THIRIOT-QUIÉVREUX. — Variations saisonnières qualitatives des Gastéropodes dans le plancton de la région de Banyuls-sur-Mer (novembre 1965 - novembre 1966) . . . . .	331
Suzanne RAVERA. — Evolution quantitative des Cladocères dans la rade de Villefranche-sur-Mer de mars 1963 à mars 1964 . . . . .	343
Françoise JACQUES et Alain THIRIOT. — Larves de Stomatopodes du plancton de la région de Banyuls-sur-Mer . . . . .	367
Michel AMANIEU. — Introduction à l'étude écologique des réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon . . . . .	381
E. LAGARDE. — Technique simple pour le microdosage de l'oxygène dissous dans les eaux saumâtres . . . . .	447
E. SENTZ-BRACONNOT. — Sur un filet permettant la récolte des animaux semi-planctoniques des herbiers de Posidonies . . . . .	453
<i>Table des matières</i> (sér. B, Océanographie) . . . . .	457



**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES EAUX  
ET DES SÉDIMENTS  
DE L'ÉTANG DE BAGES-SIGEAN (AUDE)**

**IV. — RECHERCHES SUR LES PROCESSUS  
DE NITRIFICATION (étude préliminaire)**

par M. FIALA

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

**SOMMAIRE**

L'auteur décrit une méthode d'estimation du pouvoir nitrifiant des microflores des sédiments d'un étang roussillonnais, l'étang de Bages-Sigean. La méthode a été appliquée à l'étude de plusieurs stations, et permet de mettre en évidence les variations d'activité des populations auto et hétérotrophes.

**INTRODUCTION**

Depuis quelques années, des investigations sur les microflores bactériennes peuplant l'eau et les sédiments de l'étang de Bages-Sigean sont poursuivies : étude de la pollution bactérienne (LAGARDE et CASTELLVI, 1964), recherches sur les bactéries responsables de la réduction des composés soufrés (CAHET, 1965) et sur les microorganismes dénitrifiants (LAGARDE, 1964).

Le présent travail complète ces résultats : il est consacré à l'étude d'une étape importante du cycle de l'azote : la nitrification. Nous ne traiterons ici que de la répartition et des activités globales des populations bactériennes qui participent à ce processus.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I. — LE COMPLEXE LAGUNAIRE BAGES-SIGEAN

Ses caractéristiques topographiques, hydrologiques, sédimentologiques et climatiques ont déjà fait l'objet de plusieurs travaux (PETIT et MIZOULE, 1962), (LAGARDE, CAHET et MOURRUT, 1964). Ce vaste ensemble lagunaire s'étend sur 14 km de longueur de Port-la-Nouvelle au Sud, à la Nautique au Nord, et sur 2,5 km de largeur. Soumis à des influences variées, il est constitué par la juxtaposition de biotopes très différents. Il communique avec la mer par le canal de Port-la-Nouvelle. De nombreux ruisseaux à débit variable, mais peu important (à l'exception du canal de la Robine et la rivière la Berre) l'alimentent en eau douce. Il en résulte une variation de salinité qui détermine une grande diversification de la végétation, composée en majeure partie de Phanérogames : *Zostera*, *Ruppia*, *Potamogeton*. Par ailleurs, du fait de sa faible profondeur (2,80 m au maximum) cet étang est soumis à l'action directe des vents (dominance N-NW).

### II. — STATIONS DE PRÉLÈVEMENT

Nous avons choisi 6 stations les plus représentatives possible. Dans ce but, plusieurs facteurs ont été envisagés : salinité, profondeur, végétation et granulométrie (Fig. 1).

Deux stations se situent dans le bassin sud (Etang de l'Aute - Sigean - la Nadière) :

— La station A accessible par tous les temps; sa salinité variant de 9,2 ‰ l'hiver à 28,9 ‰ l'été, permet le développement de *Zostera nana* vivant à faible profondeur (0,10 m à 0,30 m).

— La station B, située dans le chenal de la Nadière, diffère de la précédente par sa salinité plus élevée (19,7 ‰ l'hiver, 35,1 ‰ l'été) et par sa végétation (*Zostera nana* fait place à *Zostera marina*). La profondeur y est également plus importante : 1 m en moyenne.

Trois autres stations ont été suivies dans le bassin central (Etang de Bages) caractérisé par une salinité homogène (19,4 ‰ l'été, 6,8 ‰ l'hiver) :

— La station C, proche de la côte, de profondeur moyenne, 1 m, dont la végétation est composée de *Ruppia* et de *Potamogeton*.

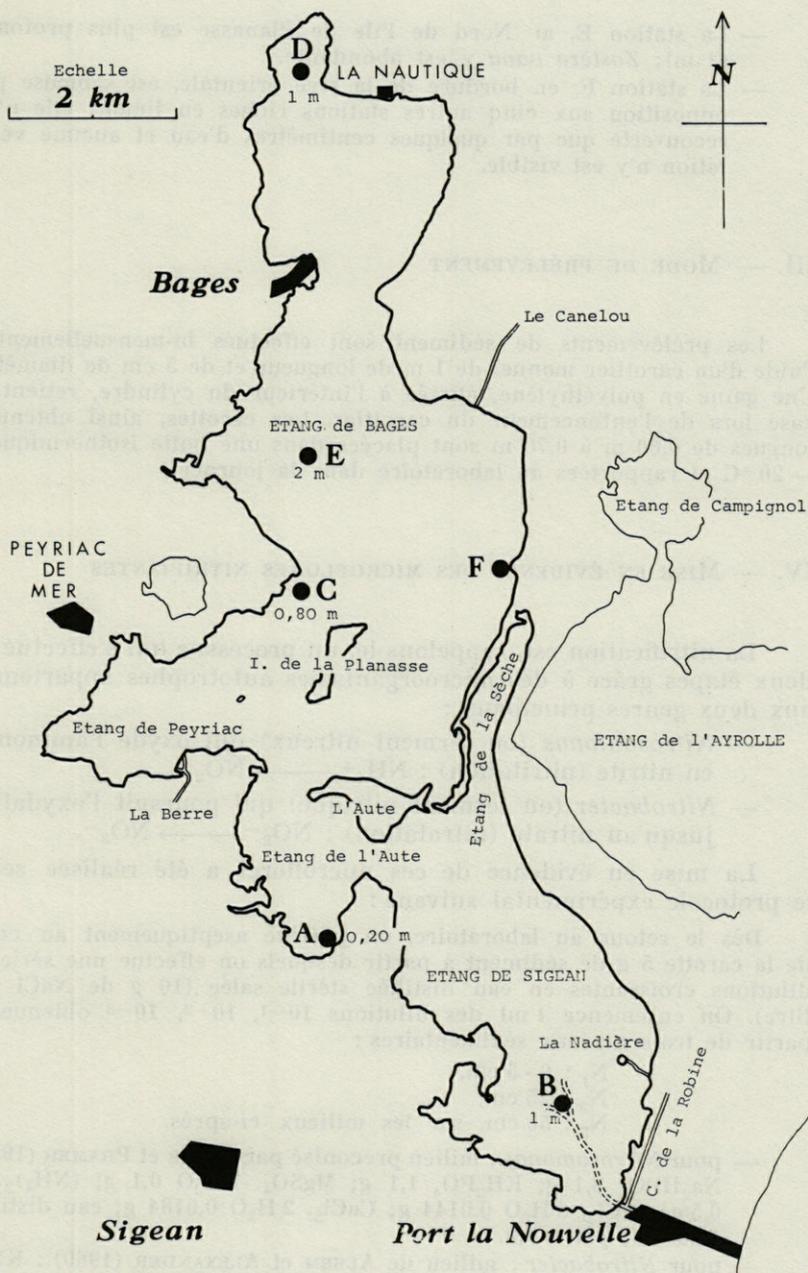


FIG. 1. — Le complexe lagunaire Bages-Sigean. Répartition générale des stations avec mention de leur profondeur.

- La station E, au Nord de l'île de Planasse est plus profonde (2 m); *Zostera nana* y est abondante.
- La station F, en bordure de la rive orientale, est sableuse par opposition aux cinq autres stations riches en limon; elle n'est recouverte que par quelques centimètres d'eau et aucune végétation n'y est visible.

### III. — MODE DE PRÉLÈVEMENT

Les prélèvements de sédiment sont effectués bi-mensuellement à l'aide d'un carottier manuel de 1 m de longueur et de 5 cm de diamètre. Une gaine en polyéthylène, glissée à l'intérieur du cylindre, retient la vase lors de l'enfoncement du carottier. Les carottes, ainsi obtenues, longues de 0,60 m à 0,70 m sont placées dans une boîte isothermique à  $-20^{\circ}\text{C}$  et rapportées au laboratoire dans la journée.

### IV. — MISE EN ÉVIDENCE DES MICROFLORES NITRIFIANTES

La nitrification est, rappelons-le, un processus qui s'effectue en deux étapes grâce à des microorganismes autotrophes appartenant aux deux genres principaux :

- *Nitrosomonas* (ou ferment nitreux) qui oxyde l'ammoniac en nitrite (nitritation) :  $\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^-$ .
- *Nitrobacter* (ou ferment nitrique) qui poursuit l'oxydation jusqu'au nitrate (nitratation) :  $\text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^-$ .

La mise en évidence de ces microflores a été réalisée selon le protocole expérimental suivant :

Dès le retour au laboratoire, on prélève aseptiquement au cœur de la carotte 5 g de sédiment à partir desquels on effectue une série de dilutions croissantes en eau distillée stérile salée (10 g de NaCl par litre). On ensemence 1 ml des dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  obtenues à partir de trois niveaux sédimentaires :

$N_1$  : 0 - 5 cm,

$N_2$  : 25 cm,

$N_3$  : 50 cm, sur les milieux ci-après.

- pour *Nitrosomonas* : milieu préconisé par LEWIS et PRAMER (1958).  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  3,1 g;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1,1 g;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,1 g;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0,5 g;  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,0144 g;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,0184 g; eau distillée 1 000 cc; pH = 7,2.
- pour *Nitrobacter* : milieu de ALEEM et ALEXANDER (1960) :  $\text{KNO}_3$  0,3 g;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,175 g;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,175 g;  $\text{KHCO}_3$  1,5 g;  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  35  $\mu\text{g}$ ; pH = 8.

On ajoute à chaque milieu 10 g de NaCl.

Parallèlement aux autotrophes classiques, *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* des microorganismes hétérotrophes participant à cette oxydation, ont été mis en évidence. Le problème de la nitrification hétérotrophe n'a cependant fait l'objet que de quelques travaux parmi lesquels ceux de KALINENKO (1948), T. et E. FISCHER et APPLEMAN (1952), ALEXANDER, MARSHALL et HIRSCH (1960), BRISOU et VARGUES (1962). Nous avons tenté de mettre en évidence et de tester l'activité de ces bactéries. 0,5 g de Bacto-peptone DIFCO et 0,2 g de Yeast extract DIFCO ont été ajoutés à chacun des deux milieux. Chaque milieu est ensuite réparti à raison de 10 ml par tube à essais et stérilisé à 115 °C pendant 20 minutes. Les tubesensemencés sont incubés à l'obscurité à la température du laboratoire (18 - 20 °C).

Les nitrites et nitrates sont testés trois mois plus tard à l'aide des réactifs suivants :

- pour les nitrites : Réactif de GRIESS,
- pour les nitrates : Diphénylamine sulfurique après destruction préalable des nitrites par l'urée et l'acide sulfurique (POCHON, 1954).

## RÉSULTATS

### 1°) LE POUVOIR NITRIFIANT

L'activité nitrosante est proportionnelle à la quantité de nitrite produite dans le milieu de culture par les germes nitreux. Nous avons établi une codification apte à en rendre compte, en déterminant préalablement par dosage (méthode de RIDER et MELLON, 1946), les quantités de nitrites correspondant aux colorations obtenues par le réactif de GRIESS.

- une teneur de N-NO<sub>2</sub> comprise entre 10 et 100 γ/litre se traduisant par une teinte rose pâle est affectée du coefficient arbitraire 1.
- une teneur de N-NO<sub>2</sub> comprise entre 100 et 500 γ/litre se traduisant par une couleur rose franc est affectée du coefficient 2.
- une teneur de N-NO<sub>2</sub> comprise entre 500 et 4 000 γ/litre se traduisant par une couleur rouge carmin est affectée du coefficient 3.
- une teneur de N-NO<sub>2</sub> supérieure à 4 000 γ/litre se tradui-

sant par une couleur rouge brique foncé est affectée du coefficient 4.

On attribue les valeurs 5, 10, 15, 20, respectivement aux dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ .

Pour chaque dilution on fait le produit du coefficient nitrite par le coefficient dilution et la constante K. Le pouvoir nitreux du niveau sédimentaire envisagé est alors donné par la somme des valeurs ainsi calculées.

$$\text{Pne} = \Sigma (\text{coefficient.nitrite}) \times (\text{coefficient.dilution}) \times K$$

K étant égal à 1/2

*Exemple :*

Supposons qu'au niveau  $N_1$  les tubes aient donné les résultats ci-après :

solution	$10^{-1}$	$\text{NO}_2 = 20$
»	» $10^{-2}$	$\text{NO}_2 = 15$
»	» $10^{-3}$	$\text{NO}_2 = 5$
»	» $10^{-4}$	$\text{NO}_2 = 0$

Le pouvoir nitreux du niveau sédimentaire  $N_1$  sera :

$$\text{Pne} = (20 \times 1) + (15 \times 2) + (5 \times 3) \cdot 1/2 = 32,5.$$

K a été choisi empiriquement égal à 1/2 de façon que, dans le cas où tous les tubes présentent la teneur la plus élevée en nitrite (coefficient 20), Pne ait une valeur égale à 100, qui correspond à l'activité maximale de la microflore nitreuse.

Le réactif à la diphenylamine sulfurique donne, selon la teneur en nitrate, une coloration bleue plus ou moins intense. Pour la représentation graphique des résultats nous avons adopté des conventions similaires à celles appliquées aux nitrites : la couleur bleue diffuse au fond du tube correspond au coefficient 5 et l'anneau bleu au coefficient 20.

Des essais quantitatifs étant en cours, nous nous contenterons lors de ce premier exposé d'appréciations approximatives des teneurs en nitrate.

## 2°) RÉSULTATS

Les résultats obtenus pour la station de référence A durant la période s'étendant de février à octobre 1966 sont représentés par

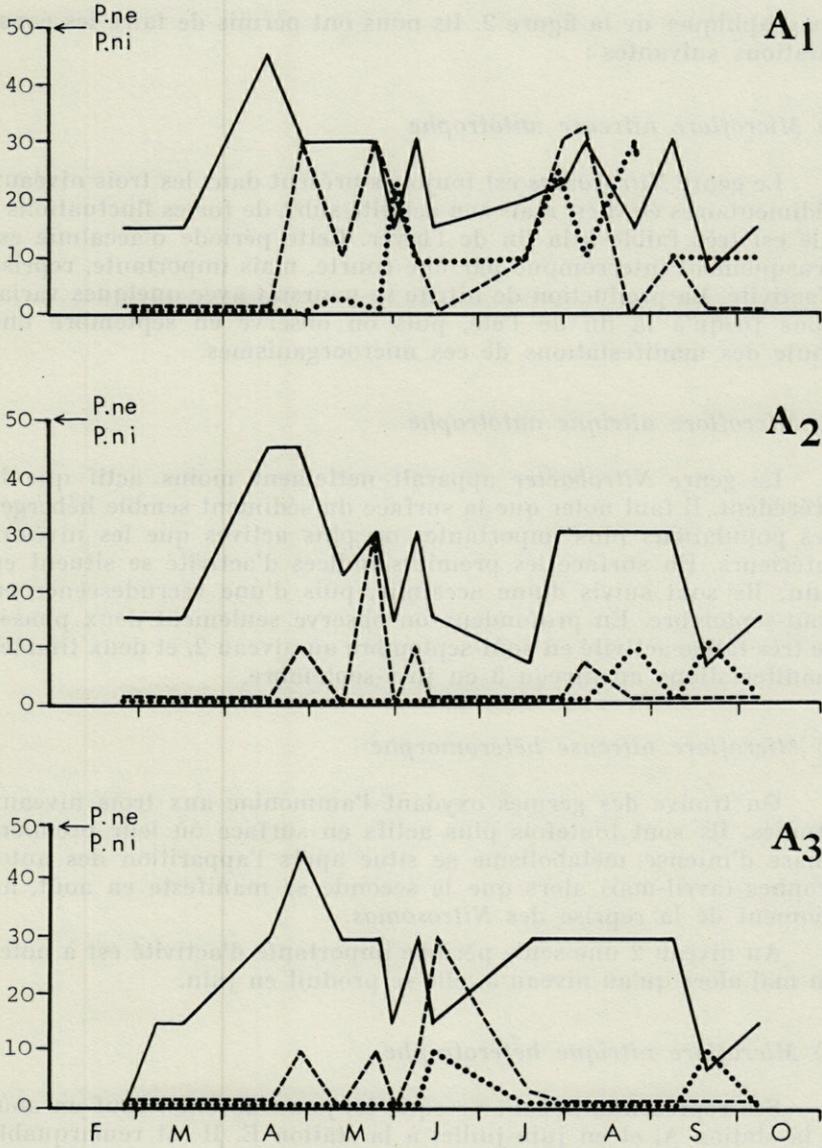


FIG. 2. — Activité nitrifiante de la station A aux trois niveaux sédimentaires.

A<sub>1</sub> : 0-5 cm, A<sub>2</sub> : 25 cm, A<sub>3</sub> : 50 cm.

P.ne : Pouvoir nitreux

P.ni : Pouvoir nitritique

— autotrophie  
- - - hétérotrophie  
..... autotrophie.

les graphiques de la figure 2. Ils nous ont permis de faire les constatations suivantes :

a) *Microflore nitreuse autotrophe*

Le genre *Nitrosomas* est toujours présent dans les trois niveaux sédimentaires étudiés, mais son activité subit de fortes fluctuations : elle est très faible à la fin de l'hiver. Cette période d'accalmie est brusquement interrompue par une courte, mais importante, reprise d'activité. La production de nitrite se poursuit avec quelques variations jusqu'à la fin de l'été, puis on observe en septembre une chute des manifestations de ces microorganismes.

b) *Microflore nitrique autotrophe*

Le genre *Nitrobacter* apparaît nettement moins actif que le précédent. Il faut noter que la surface du sédiment semble héberger des populations plus importantes ou plus actives que les niveaux inférieurs. En surface les premiers indices d'activité se situent en juin; ils sont suivis d'une accalmie, puis d'une recrudescence en août-septembre. En profondeur on observe seulement deux phases de très faible activité en août-septembre au niveau 2, et deux timides manifestations au niveau 3 en juin-septembre.

c) *Microflore nitreuse hétéromorphe*

On trouve des germes oxydant l'ammoniac aux trois niveaux étudiés. Ils sont toutefois plus actifs en surface où leur première phase d'intense métabolisme se situe après l'apparition des autotrophes (avril-mai) alors que la seconde se manifeste en août, au moment de la reprise des *Nitrosomas*.

Au niveau 2 une seule période importante d'activité est à noter en mai alors qu'au niveau 3, elle se produit en juin.

d) *Microflore nitrique hétérotrophe*

Ses représentants sont presque toujours absents, sauf en août à la station A, et en juin-juillet à la station E. Il est remarquable qu'ils se localisent dans les deux cas au niveau le plus inférieur; aucune activité n'est décelable en surface.

Les résultats obtenus aux autres points de prélèvement étant à quelques nuances près, similaires, nous ne représentons que leurs valeurs moyennes (Fig. 3).

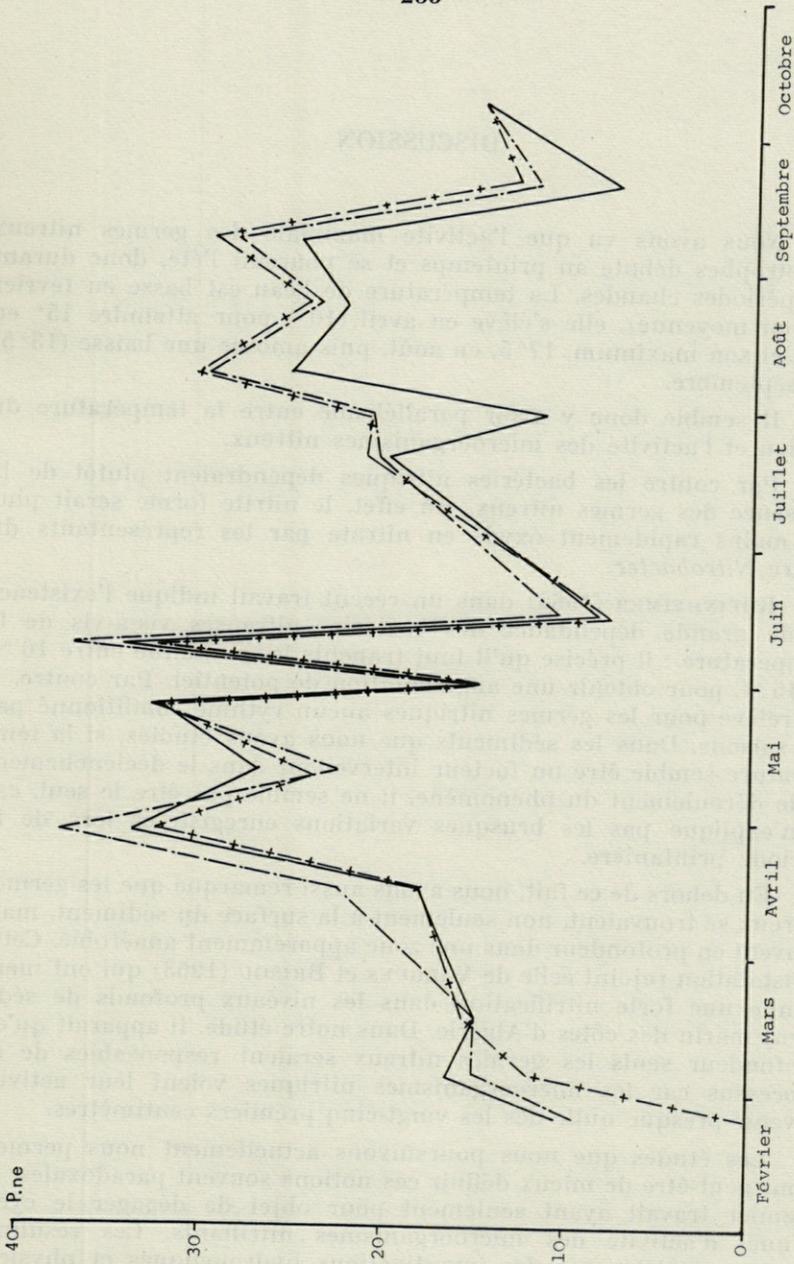


FIG. 3. — Pouvoir nitreux autotrophe. Moyenne de l'ensemble des stations aux trois niveaux sédimentaires.

— niveau 1  
- - - - - niveau 2  
+ + + + + niveau 3

## DISCUSSION

Nous avons vu que l'activité maximale des germes nitreux autotrophes débute au printemps et se poursuit l'été, donc durant les périodes chaudes. La température de l'eau est basse en février (8° en moyenne), elle s'élève en avril (10°) pour atteindre 15° en mai et son maximum, 17° 5, en août, puis amorce une baisse (13° 5) en septembre.

Il semble donc y avoir parallélisme entre la température du milieu et l'activité des microorganismes nitreux.

Par contre les bactéries nitriques dépendraient plutôt de la présence des germes nitreux. En effet, le nitrite formé serait plus ou moins rapidement oxydé en nitrate par les représentants du genre *Nitrobacter*.

RHEINHEIMER (1965) dans un récent travail indique l'existence d'une grande dépendance des bactéries nitreuses vis-à-vis de la température : il précise qu'il faut franchir le seuil situé entre 10 °C et 15 °C pour obtenir une augmentation de potentiel. Par contre, il ne relève pour les germes nitriques aucun rythme conditionné par les saisons. Dans les sédiments que nous avons étudiés, si la température semble être un facteur intervenant dans le déclenchement et le déroulement du phénomène, il ne semble pas être le seul, car il n'explique pas les brusques variations enregistrées lors de la période printanière.

En dehors de ce fait, nous avons aussi remarqué que les germes nitreux se trouvaient, non seulement à la surface du sédiment, mais souvent en profondeur dans une zone apparemment anaérobie. Cette constatation rejoint celle de VARGUES et BRISOU (1963) qui ont mentionné une forte nitrification dans les niveaux profonds de sédiment marin des côtes d'Algérie. Dans notre étude, il apparaît qu'en profondeur seuls les germes nitreux seraient responsables de ce processus car les microorganismes nitriques voient leur activité devenir presque nulle dès les vingt-cinq premiers centimètres.

Les études que nous poursuivons actuellement nous permettront peut-être de mieux définir ces notions souvent paradoxales, ce premier travail ayant seulement pour objet de dégager le cycle annuel d'activité des microorganismes nitrifiants. Ces résultats seront complétés par des investigations hydrologiques et physico-chimiques, ainsi que par des recherches, actuellement en cours sur la fixation de l'azote.

## RÉSUMÉ

Cette note préliminaire est consacrée à la méthodologie et à la mise en évidence de l'activité des microflore nitrifiantes des sédiments du complexe lagunaire Bages - Sigean (Aude). Six stations ont été régulièrement suivies durant 8 mois (février - septembre 1966). Une méthode d'estimation du pouvoir nitrifiant a été mise au point. Elle a permis de noter des variations dans les activités des populations nitrifiantes autotrophes et hétérotrophes. Une étude plus détaillée, alliée à une appréciation de facteurs écologiques compléteront ultérieurement ces recherches.

## SUMMARY

This preliminary paper is devoted to the methodology and evidencing of nitrogenous abilities of the sediment's microflora in the lagoon complex Bages - Sigean (Aude). Six stations have been regularly investigated during 8 months (February - September 1966). A method of evaluation the nitrifying capacities has been developed. It enables to trace out the variations of activity in the population of both autotrophic and heterotrophic microorganisms. A more detailed study concerning with the ecological factors will follow later on.

## ZUSAMMENFASSUNG

In dieser vorläufigen Mitteilung wird die Methodologie beschrieben und die Aktivität der nitratbildenden Mikroflora der Ablagerungen des Lagunenkomplexes Bages - Sigean (Aude) gezeigt. Während 8 Monaten (Februar - September 1966) wurden regelmässig 6 Stationen untersucht. Wir konnten eine Methode zur Schätzung der Wirksamkeit der nitratbildenden Mikroflora ausarbeiten. Es konnten Unterschiede in der Aktivität der autotrophen und der heterotrophen Populationen festgestellt werden. Eine grössere Arbeit, in welche auch die oekologischen Faktoren mit einbezogen werden, wird diesen ersten Untersuchungen folgen.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDER, M., K.C. MARSHALL et P. HIRSCH, 1960. Autotrophy and heterotrophy in nitrification. Trans. 7th internation. Congr. Soil. Sci. III. Soil Biol. Madison : 586-591.
- ALEEM, M.I.H. et M. ALEXANDER, 1960. Nutrition and physiology of *Nitrobacter agilis*. *Appl. Micr.*, 8 (2) : 80-84.
- BRISOU, J. et H. VARGUES, 1962. Relations entre groupes physiologiques microbiens hétérotrophes et processus de nitrosation. *C.R. Soc. Biol. Fr.*, 156 (8-9) : 1487-1489.
- CAHET, G., 1965. Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean. III. Réduction des composés soufrés. *Vie Milieu*, XVI (2B) : 917-981.
- FISHER, T., E. FISHER et M.D. APPLEMAN, 1952. Nitrification by certain heterotrophic bacteria present in soil. *J. Bact.*, 64 : 596.
- KALINENKO, V.O., 1948. Heterotrophic bacteria as nitrifiers. *Pedology* : 357-363.
- LAGARDE, E., 1964. Méthode d'estimation du pouvoir dénitrifiant des eaux et des sédiments marins. *Vie Milieu*, 15 (1) : 213-217.
- LAGARDE, E., G. CAHET et M. MOURRUT, 1964. Contribution à l'étude des eaux et sédiments de l'étang de Bages-Sigean. I. Données climatiques. *Vie Milieu*, Suppl. n° 17 : 35-40.
- LAGARDE, E., et G. CAHET, 1964. Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean. II. Recherches physico-chimiques et microbiologiques. *Vie Milieu*, Suppl. n° 17 : 41-60.
- LAGARDE, E. et J. CASTELLVI, 1964. Quelques aspects de la pollution bactérienne d'un milieu saumâtre du littoral méditerranéen. *Comm. int. Explor. sci. Mer, Medit., Symp. Pollut. mar. Microorgan. Prod. petrol.*, 43-54.
- LEWIS, R.F. et D. PRAMER, 1958. Isolation of *Nitrosomonas* in pure culture. *Jour. Bact.*, 76 (5) : 524-528.
- PETIT, G. et R. MIZOULE, 1962. Contribution à l'étude du complexe lagunaire Bages-Sigean. *Vie Milieu*, 12 (2) : 205-230.
- POCHON, J., 1954. Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. Paris, Masson et Cie.
- RHEINHEIMER, G., 1965. Mikrobiologische Untersuchungen in der Elbe zwischen Schnackenburg und Cuxhaven. *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. 29 (2), 3-4 : 182-251.
- RIDER, B.F. et M.G. MELLON, 1946. Colorimetric determination of nitrites. *Ind. Eng. Chem.*, 18 : 96.

Reçu le 13 février 1967

# ASPECTS QUANTITATIFS DU PHYTOPLANCTON DE BANYULS-SUR-MER (GOLFE DU LION)

## I . PIGMENTS ET POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES DANS LE GOLFE DU LION EN MARS 1966

par G. JACQUES  
*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

### SOMMAIRE

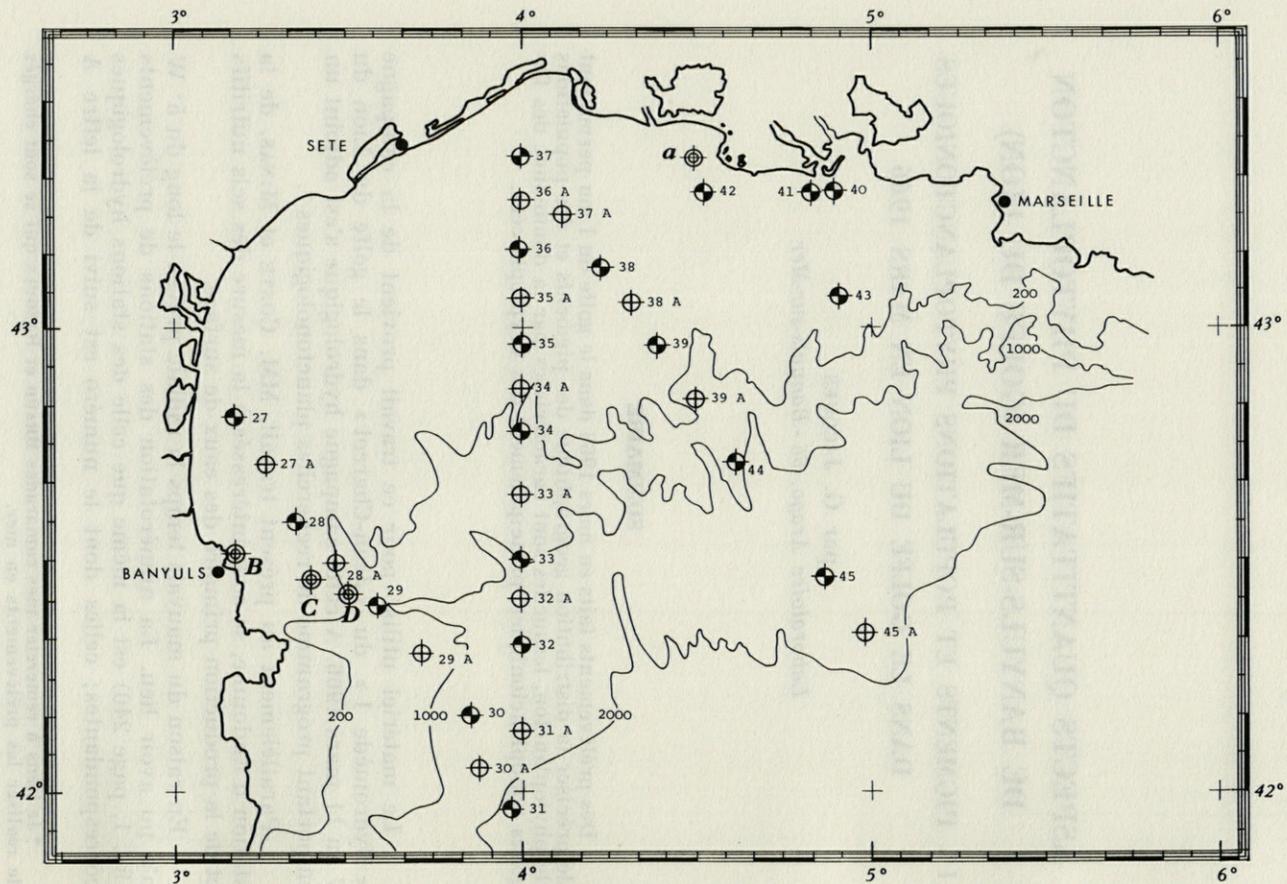
Des prélèvements faits en mars 1966 dans le golfe du Lion permettent de préciser la distribution géographique des pigments et des populations de phytoplancton, lesquelles sont caractérisées par la dominance des flagellés nanoplanctoniques, principalement des Cryptophycées.

Le matériel utilisé pour ce travail provient de la campagne « Hydromède 1 » du « Jean-Charcot » dans le golfe du Lion du 7 au 11 mars 1966. A cette campagne hydrologique s'est adjoint un important programme de recherches planctonologiques\*.

Parallèlement au présent travail, MM. COSTE et MINAS, de la station d'Endoume, se sont intéressés à la mesure des sels nutritifs et de la production primaire des eaux de surface.

En raison du mauvais temps la radiale prévue le long du 5° W n'a pu avoir lieu. La numérotation des stations de prélèvements (fig. 1, page 240) est la même que celle des stations hydrologiques correspondantes; celles dont le numéro est suivi de la lettre A

\* Je tiens à remercier mes camarades BHAUD et RAZOULS qui se sont chargés de réaliser les prélèvements en mer.



F.G. 1. — Stations de prélèvements.

correspondent à des prises d'eau de surface faites à mi-distance entre deux stations hydrologiques, prises qui n'ont servi qu'à l'analyse des sels nutritifs et du phytoplancton.

## I. — MÉTHODES DE TRAVAIL

### PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS

L'eau nécessaire au dosage des chlorophylles a été prélevée à l'aide d'une bouteille en matière plastique de 8 l, de type Van Dorn, aux niveaux 0,20 et 50 m. Une double palanquée à chaque station a permis la filtration d'un volume d'eau variant entre 9 et 11 litres.

Les caractéristiques principales de la méthode d'estimation des pigments utilisée peuvent être résumées ainsi (cf. JACQUES, 1967b) :

- filtration immédiate de l'eau au travers d'un filtre en papier de verre Whatman GF/C;
- conservation des filtres à l'obscurité, à 0 °C sur silicagel;
- extraction, après broyage, en présence d'acétone à 90 %, puis centrifugation à 4 000 tours/minute pendant 10 minutes;
- lecture de la densité optique des extraits à 750 (correction de turbidité), 663, 645, 630 et 430 m $\mu$  sur un spectrophotomètre de marque « Lèrès ».

L'estimation des pigments est limitée à celle des chlorophylles *a*, *b*, *c*, comme le recommande le groupe de travail du SCOR-UNESCO (1964) dont j'ai utilisé les équations. L'emploi de celles de PARSONS et STRICKLAND (1963) conduit à des valeurs similaires alors que celui des formules de RICHARDS et THOMPSON, qui devrait être abandonné, mène à une surestimation des chlorophylles comme le montrent ces quelques exemples :

TABLEAU 1  
*Comparaison des équations SCOR-UNESCO et RICHARDS et THOMPSON (chl. a en  $\mu$ g/l).*

St. / Auteur	27	28	29	30	31
Unesco	0,30	0,30	0,07	0,25	0,19
R. et T.	0,40	0,40	0,10	0,33	0,21

Si l'extraction par l'acétone à 90 % et le broyage des filtres se prêtent peu à la critique, il n'en est pas de même de l'utilisation des filtres en fibre de verre Whatman et de la conservation des filtres avant l'extraction.

Il est difficile de comparer le pouvoir de rétention des filtres GF/C à celui des Millipore AA plus couramment employés, les opinions de plusieurs auteurs étant divergentes. Certains préfèrent les filtres en fibre de verre (CORCORAN *et col.*, 1964) (SPENCER, 1963). Mais pour HUMPHREY et WOOTTON (1966), dans leur travail très précis sur la comparaison des techniques de détermination des pigments, ces filtres peuvent laisser passer, dans les cas extrêmes, jusqu'à 50 % du matériel sestonique. Ces comparaisons sont généralement faites à partir de cultures d'algues et il serait intéressant de comparer ces deux types de filtres sur du matériel naturel.

Quoi qu'il en soit, en raison du rapport matériel détritique / matériel vivant particulièrement élevé en Méditerranée, la grande rapidité de filtration permise par les Whatman est un argument décisif en leur faveur.

Quelques données fournies par le même travail montrent que, si l'extraction immédiate avec des filtres humides est préférable, la conservation et le dessèchement sur silicagel, pourvu qu'ils aient lieu à 0 °C, diminuent peu la teneur en chlorophylles : pour 15 jours de conservation, la diminution est voisine de 10 %.

## NUMÉRATIONS PHYTOPLANCTONIQUES

Les échantillons d'eau, prélevés à 0, 10, 20, 50 et 100 m aux stations hydrologiques et à 0 m aux stations intermédiaires, ont été fixés immédiatement au réactif iodo-ioduré. L'analyse, par la méthode de sédimentation d'Utermöhl, a été menée dans un délai maximum de quatre mois.

Pour chaque prélèvement, les organismes sont dénombrés dans deux sous-échantillons : l'un de 5 cc pour la numération des petits flagellés autotrophes et des Diatomées les plus abondantes, l'autre de 50 cc pour les individus de grande taille, peu représentés. L'emploi, seul, de cuves de 50 cc aurait conduit à une sous-estimation de la population, en raison, principalement, de l'abondance du matériel détritique (JACQUES, 1967a).

## II. — POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES DE LA COUCHE SUPERFICIELLE

Dans tous les tableaux, figures et discussions qui suivent, j'ai constamment séparé le « phytoplancton » du « nanoplancton », sans donner à ce terme sa signification dimensionnelle habituelle, à savoir :

— nanoplancton : 10 à 50  $\mu$ .

Etymologiquement ces deux termes ne sont pas homogènes et il serait plus correct de parler de microphytoplancton et de nanophytoplancton. Ce n'est que pour une raison de commodité de langage que j'indique par « phytoplancton » l'ensemble Diatomées + Dinoflagellés et par « nano-

plancton » l'ensemble Coccolithophoridés + Cryptophycées + autres flagellés pigmentés. Très criticable sur le plan terminologie cette distinction, d'un emploi pratique, permet de séparer deux groupes d'organismes dont l'écologie est très différente, comme le souligneront les résultats de cette campagne.

### INVENTAIRE FLORISTIQUE

La répartition, station par station, est donnée dans les tableaux annexes, pour les espèces dominantes seulement. Aussi, l'inventaire qui suit et qui se rapporte à 52 espèces de Diatomées et 42 de Dinoflagellés, comporte-t-il, devant chaque espèce, une indication qui tient compte à la fois de sa fréquence et de son abondance, avec le code suivant :

- ooo espèce dominante
- oo » importante
- o » rare
- » exceptionnelle.

#### INVENTAIRE DES DIATOMÉES ET DES DINOFLAGELLÉS

<i>Diatomées :</i>	.....	<i>pseudocurvisetus</i>
.....		..... <i>socialis</i>
..... <i>Asterionella formosa</i>		<i>Corethron hystrix</i>
oo ..... <i>japonica</i>		..... <i>pelagicum</i>
..... <i>mediterranea</i>		<i>Coscinodiscus concinnus</i>
ooo <i>Bacteriastrum delicatulum</i>		..... <i>perforatus</i>
oo <i>Biddulphia mobiliensis</i>		..... var. <i>pavillardii</i>
<i>Cerataulina bergonii</i>		..... <i>radiatus</i>
oo <i>Chaetoceros affinis</i>		<i>Eucampia zodiacus</i>
..... <i>atlanticus</i>		o <i>Guinardia flaccida</i>
..... var. <i>neapolitana</i>		oo <i>Lauderia borealis</i>
..... <i>borealis</i>		o <i>Leptocylindrus danicus</i>
o ..... <i>brevis</i>		<i>Lithodesmium undulatum</i>
o ..... <i>compressus</i>		oo <i>Nitzschia closterium</i>
oo ..... <i>curvisetus</i>		ooo ..... <i>delicatissima</i>
oo ..... <i>danicus</i>		ooo ..... <i>seriata</i>
oo ..... <i>decipiens</i>		o <i>Rhizosolenia alata</i>
oo ..... <i>densus</i>		..... form <i>gracillima</i>
..... <i>didymus</i>		..... <i>calcaravis</i>
oo ..... <i>diversus</i>		..... <i>castracanei</i>
o ..... <i>filiiformis</i>		..... <i>fragilissima</i>
..... <i>lorenzianus</i>		o ..... <i>imbricata</i>
oo ..... <i>pelagicus</i>		..... var. <i>shrubsolei</i>
..... <i>pendulus</i>		..... <i>robusta</i>
o ..... <i>perpusillus</i>		
o ..... <i>peruvianus</i>		

..... setigera	..... tripos
oo ..... stolterfothii	var. atlanticum
ooo <i>Skeletonema costatum</i>	var. tripodoides
<i>Schröderella delicatula</i>	<i>Ceratocorys horrida</i>
o <i>Thalassiosira decipiens</i>	o <i>Dinophysis lenticula</i>
oo <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	..... sacculus
..... longissima	..... schroederi
oo ..... nitzschioides	..... sphaerica
<i>Dinoflagellés :</i>	<i>Goniaulax diacantha</i>
<i>Exuviella marina</i>	..... polygramma
<i>Porella perforata</i>	<i>Goniodoma polyedricum</i>
o <i>Prorocentrum micans</i>	<i>Oxytoxum longiceps</i>
<i>Ceratium arietinum</i>	..... scolopax
..... candelabrum	<i>Peridinium brochii</i>
..... declinatum	..... depressum
..... extensum	o ..... diabolus
..... falcatifforme	..... granii
..... falcatum	oo ..... minusculum
o ..... furca	oo ..... nudum
..... fusus	oo ..... ovatum
..... gibberum	..... pellucidum
..... gibberum	..... subinerne
..... form subaequale	<i>Phalacroma ovatum</i>
o ..... horridum	..... rotundatum
o ..... pentagonum	<i>Podolampas bipes</i>
o ..... symetricum	<i>Pseudophalacroma nasutum</i>
	<i>Pyrocystis elegans</i>

La seule remarque d'ordre systématique concerne le *Chaetoceros pelagicus*; d'autres travaux méditerranéens (MARGALEF, 1963; TAVERS A., 1965) ont mentionné le *Chaetoceros lacinosus* que certains auteurs, tels GRAN et LEBOUR ne séparent pas du précédent. Pour CUPP (1943) la seule différence entre les deux espèces porte sur le nombre de chromatophores : un chez la première espèce et deux chez la seconde. Tous les individus observés à Banyuls correspondent au *Chaetoceros pelagicus*.

#### CARACTÉRISTIQUES DE LA COMPOSITION DU PHYTOPLANCTON

Les éléments de comparaison sont les autres recherches faites sur le phytoplancton de Méditerranée occidentale : celles, déjà citées de MARGALEF et de A. TRAVERS, auxquelles il faut ajouter l'étude écologique du phytoplancton du golfe de Marseille (A. TRAVERS et M. TRAVERS, 1962) et les travaux plus anciens de PAVILLARD (1916) et DANGEARD (1932). Dans son ensemble, la composition des populations phytoplanctoniques présentes peut être considérée comme normale à cette période de l'année.

Les espèces les plus importantes, *Asterionella japonica*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*, *Lauderia borealis*, *Nitzschia closterium*, *Nitzschia delicatissima*, *Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiothrix frauenfeldii* et *Thalassiothrix nitzschiioides*, participent toujours, dans des proportions variables, à la « poussée printanière » des zones néritiques de Méditerranée.

L'espèce *Asterionella formosa*, abondante à la station de l'embouchure du Rhône, constitue un cas particulier; c'est une espèce d'eau douce déjà signalée en Méditerranée, à l'embouchure de l'Èbre (MARGALEF et HERRERA, 1964).

La diversité des Dinoflagellés dans les échantillons d'eau est forte (42 espèces contre 52 pour les Diatomées), compte tenu de la méthode de sédimentation qui ne permet le recensement que sur de petits volumes d'eau. Quantitativement les seuls Dinoflagellés importants sont des espèces de petite taille du genre *Peridinium* : *Peridinium minusculum* et *Peridinium nudum* dont les maximums sont respectivement de 400 et de 900 cellules par litre.

#### DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DE QUELQUES DIATOMÉES

##### *Skeletonema costatum* (Fig. 2A, page 246)

Cette espèce néritique, caractéristique des phases de multiplication intense du phytoplancton, n'est bien représentée que dans la zone côtière roussillonnaise et, secondairement, aux stations qui bordent le plateau continental au sud, près du 42° N - 4° W. Elle est peu abondante dans le reste du golfe. Les quantités maximales se situent toujours en profondeur.

##### *Nitzschia closterium* (Fig. 2B, page 246)

Espèce importante dans la zone côtière qui longe le Roussillon. Elle est présente à toutes les autres stations avec un maximum secondaire dans la partie nord du golfe.

##### *Nitzschia delicatissima* (Fig. 2C, page 246)

Présente à la plupart des stations, cette espèce montre une distribution très différente des deux précédentes qui dominaient dans la partie peu profonde du golfe. C'est, au contraire, dans la partie sud, aux stations localisées sur des fonds supérieurs à

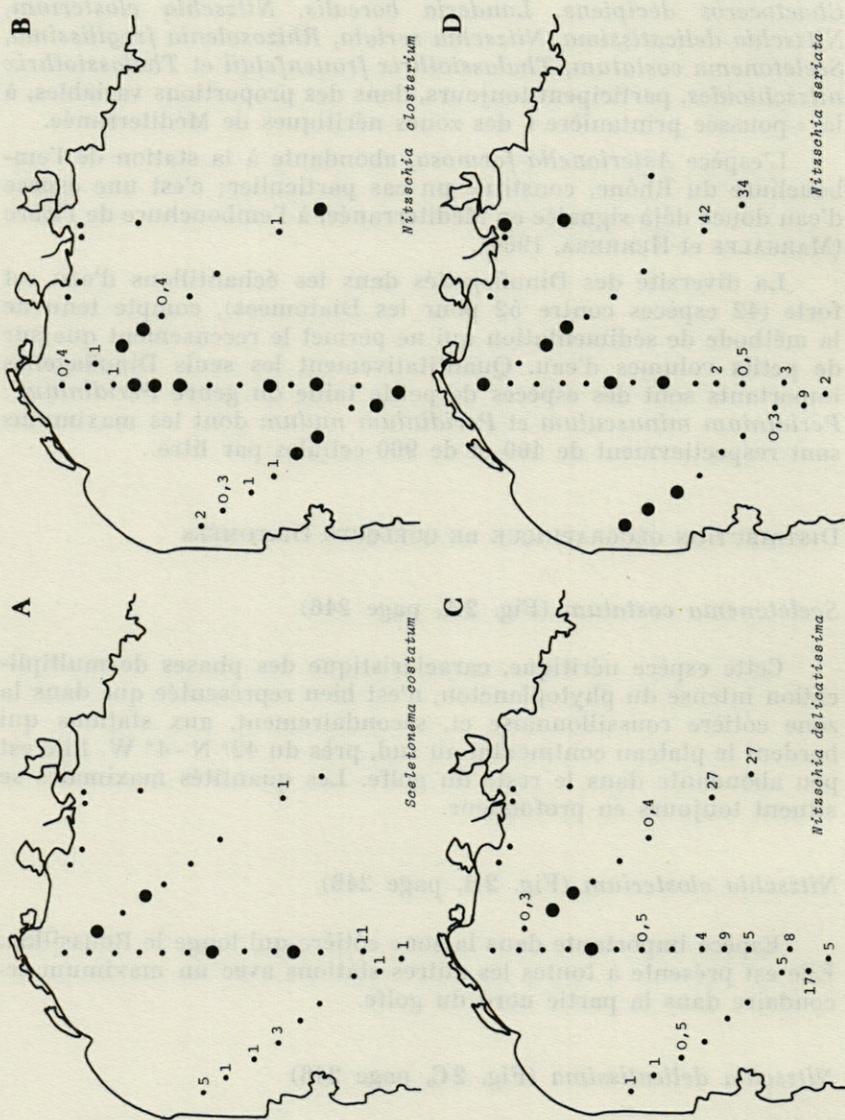


FIG. 2. — Distribution de quelques Diatomées dans la couche superficielle : abondance en milliers de c/l; la présence d'une espèce à moins de 300 c/l est indiquée par un gros point).

1 000 m, que cette espèce trouve son développement maximum : 27 000 c/l aux stations 45 et 45 A et 17 000 à 1a 30 A.

*Nitzschia seriata* (Fig. 2D, page 246)

Sa distribution est semblable à celle de *Nitzschia delicatissima* avec un maximum aux stations 45 et 45 A, en surface, de 42 000 et 34 000 c/l respectivement. Elle est ailleurs moins bien représentée qu'elle.

*Bacteriastrium delicatulum*

Peu importante dans la partie néritique, l'espèce *Bacteriastrium delicatulum* est abondante dans sa partie océanique : 20 000 et 17 000 c/l aux stations 45 et 45 A.

La distribution des trois espèces *Nitzschia delicatissima*, *Nitzschia seriata* et *Bacteriastrium delicatulum* permet d'individualiser la région située au sud du plateau du golfe : tout particulièrement les stations 45 et 45 A d'une richesse en Diatomées très marquée.

Les autres espèces de Diatomées ne sont pas assez abondantes pour que l'on puisse en étudier la distribution géographique. Ces raisons sont encore plus valables pour les Dinoflagellés. Dans ses grandes lignes le schéma de répartition de ces autres espèces confirme la pauvreté de la zone néritique (hormis la bande côtière du Roussillon) et la richesse de la partie océanique.

## LE NANOPLANCTON

En raison de la fixation préalable qu'elle nécessite, la méthode de sédimentation n'est pas appropriée à la détermination des phytoflagellés de structure délicate. L'identification au niveau du genre étant, le plus souvent, impossible, j'ai groupé ces flagellés dans trois ensembles : les Cryptophycées, les Coccolithophoridés et les « autres flagellés ».

### *Coccolithophoridés*

Quelques espèces de grande taille sont facilement identifiables : *Acanthoica quattrosipina*, *Rhabdosphaera stylifer*, *Scyphosphaera apsteinii* et *Syracosphaera pulchra*. Ces quatre espèces, fréquemment rencontrées, ne dépassent jamais le nombre de 1 000 c/l. L'essentiel de la population de Coccolithophoridés est formé par les individus appartenant à une espèce de petite taille (7  $\mu$  de diamètre)

du genre *Coccolithus*; son identification exacte n'a pas été possible, mais il est vraisemblable qu'il corresponde soit au *Cyclococcolithus fragilis* (BERNARD, 1948) soit au *Coccolithus huxleyi* qui est le Coccolithophoridé prédominant en Méditerranée, d'après MARGALEF (1963).

### *Cryptophycées*

De nombreuses espèces, colorées en brun foncé par le fixateur iodo-ioduré (réserves d'amidon ?), sont faciles à recenser. Quoique leur morphologie ne semble pas altérée par la fixation, la détermination précise me paraît aventureuse. La grande majorité des individus est semblable à l'espèce que MARGALEF (1964) représente et identifie comme un *Rhodomonas baltica*. D'autres formes, plus petites et peu colorées, peuvent être rapprochées de l'espèce *Chilomonas marina*.

### *Autres flagellés*

Si les Coccolithophoridés et les Cryptophycées sont identifiables en tant que tels, les autres microflagellés, très altérés par la fixation, ne peuvent même pas être rangés dans une classe précise, Chlorophycées, Chrysophycées ou autre, sauf quelques rares Euglénophycées du genre *Eutreptia*.

## III. — DISTRIBUTION DES CHLOROPHYLLES ET DE LA DENSITÉ DES POPULATIONS DANS LA COUCHE SUPERFICIELLE

### CHLOROPHYLLES

#### *Chlorophylle a*

Les teneurs en chlorophylle *a* (fig. 3, page 249) sont fortes pour la Méditerranée, avec des valeurs extrêmes de 0,07 et de 0,65  $\mu\text{g/l}$ , la valeur moyenne étant de 0,24.

Si la teneur en chlorophylle *a* est supérieure à cette moyenne dans la zone côtière du Roussillon, la station 29, localisée sur le rech Lacaze-Duthiers, est très pauvre en pigments : 0,07  $\mu\text{g/l}$  en surface. La pauvreté de cette zone a très souvent été notée, lors de

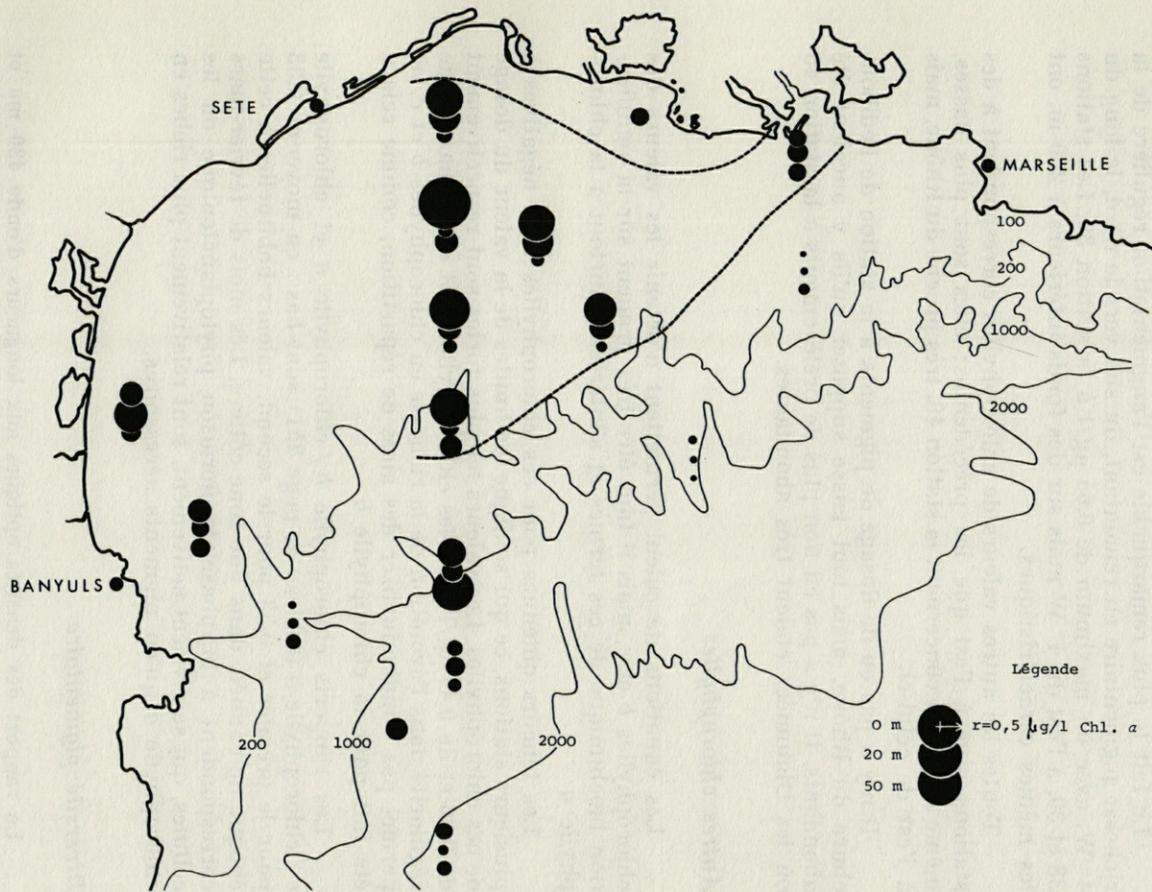


FIG. 3. — Chlorophylle *a* à 0,20 et 50 mètres (les valeurs isolées correspondent à des prélèvements de surface).

prélèvements mensuels faits à partir du Laboratoire Arago de Banyuls.

Le fait le plus remarquable est l'augmentation régulière de la richesse pigmentaire en remontant, du sud vers le nord, le long du 4° W, avec un maximum de 0,65  $\mu\text{g}/\text{l}$  à la station 36. Les stations 38 et 39, à l'est du 4° W mais sur des fonds inférieurs à 200 m, ont les mêmes caractéristiques.

Toutes les autres valeurs de chlorophylles correspondent à des stations plus à l'est que les précédentes; elles sont plus basses, même celles qui concernent la station 40, très proche du Rhône, mais à l'est de celui-ci.

Il n'y a pas eu de dosage de pigments à la station de l'embouchure du Rhône, mais tout laisse supposer qu'ils y auraient été abondants. Il n'y a pas eu non plus de prélèvements à la station 45 où les Diatomées étaient très abondantes.

#### *Autres chlorophylles*

Les équations de calcul permettent d'obtenir les valeurs des chlorophylles *b* et *c*, mais il faut être très prudent sur la signification biochimique de ces termes et s'intéresser surtout à la chlorophylle *a*.

Les teneurs obtenues pour ces chlorophylles sont négatives à plusieurs stations, ce qui souligne les limites de la valeur du dosage de ces chlorophylles. Les valeurs les plus fortes sont respectivement de 0,26 et de 0,47  $\mu\text{g}/\text{l}$  pour les chlorophylles *b* et *c*. Le manque de régularité dans l'évolution de la richesse en chlorophylles *b* et *c*, ne permet pas d'individualiser des aires de répartition, comme cela a été fait pour la chlorophylle *a*.

Les rapports chlorophylle *b* / chlorophylle *a* et chlorophylle *c* / chlorophylle *a* (tableau 2, page 251) sont bas : en moyenne 0,33 pour le premier et 0,53 pour le second, valeurs habituelles à cette époque de l'année, dans une zone côtière. Les mois de février-mars correspondent à la phase de floraison phytoplanctonique où les cellules, qui se divisent activement, sont relativement plus riches en chlorophylle *a* qu'en pigments accessoires.

#### *Diversité pigmentaire*

Le rapport des densités optiques aux longueurs d'onde 430  $\text{m}\mu$  et 665  $\text{m}\mu$  est un bon indicateur de la maturité du système planctonique; un rapport bas est l'indication d'une population active, riche en chlorophylle *a* et qui est le siège d'une photosynthèse intense. Le rapport

TABLEAU 2  
*Rapports interpigmentaires :*  
 chl. b/chl. a et chl. c/chl. a (en italiques).

St. \ Pr.	27	28	29	31	32	33	34	35
0	0,17 <i>0,43</i>	0,33 <i>1,52</i>	0,57 <i>0,85</i>	0,36 <i>0,52</i>	0,13 <i>0,20</i>	0,80 <i>0,45</i>	0,34 <i>0,39</i>	0,23 .
20	0,17 <i>0,26</i>	. .	0,33 <i>1,12</i>	. .	0,21 <i>0,43</i>	0,13 .	. .	. .
50	. .	0,14 <i>0,43</i>	. .	0,42 <i>1,00</i>	0,25 .	0,53 <i>0,53</i>	0,25 <i>0,58</i>	0,41 <i>1,11</i>

St. \ Pr.	36	37	38	39	40	44	Moyenne
0	0,20 <i>0,40</i>	0,43 .	0,32 <i>0,48</i>	0,34 .	. .	0,25 .	0,34 <i>0,50</i>
20	. .	0,65 <i>0,27</i>	0,59 .	0,31 <i>0,53</i>	0,29 <i>0,62</i>	0,43 .	0,34 <i>0,53</i>
50	0,38 <i>0,58</i>	0,35 <i>0,21</i>	0,30 <i>0,53</i>	. .	0,19 <i>0,19</i>	. .	0,32 <i>0,57</i>

D.O. 430 / D.O. 663 que j'utilise peut être considéré comme équivalent au précédent.

Les valeurs du rapport 430/663 sont, en moyenne, de 3,4 à 0 m, de 3,8 à 20 m et de 4,1 à 50 m. Cette diversité basse est le signe d'une population à faible maturité. La photosynthèse est plus active dans la couche superficielle, où l'éclairement est plus favorable; ceci explique l'augmentation régulière, quoique faible, de la diversité avec la profondeur.

Aux stations 44 et 45, caractérisées par une population plus diversifiée, le rapport 430/663 atteint les valeurs de 5,8 et de 4,9.

#### POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES

Si les teneurs en chlorophylles sont assez fortes, il n'en est pas de même des concentrations en Diatomées. La logique aurait été de leur attribuer, a priori, une part prépondérante dans la participation à la richesse pigmentaire. Bien que la composition qualitative soit celle d'un plancton de « poussée printanière », les quantités observées sont très basses, avec une concentration inférieure à 10 000 c/l à 23 stations sur 33.

#### *Répartition du phytoplancton*

La distribution des Diatomées permet de délimiter 5 zones dans cette campagne (fig. 4, page 253).

1 — de la station 27 à la 28 A inclus, près des côtes catalanes, une région néritique moyennement riche : 10 000 c/l.

2 — une zone limitée aux stations 29 et 29 A, aux abords du rech Lacaze-Duthiers, avec une population extrêmement pauvre de 500 c/l.

3 — la bordure sud-est du golfe du Lion, sur des fonds supérieurs à 1 000 m. Elle correspond aux stations 30 à 32 A d'une part et 45, 45 A d'autre part. L'abondance moyenne y est de 46 000 c/l avec les maximums de 120 000 aux stations 45 et 45 A.

4 — au nord des stations précédentes s'individualise une petite zone (stations 32, 32 A, 33) dont le phytoplancton se rapproche, qualitativement, de la précédente mais en est, quantitativement, très différent : moins de 10 000 c/l.

5 — toutes les autres stations situées sur le plateau continental, ont une caractéristique commune remarquable, celle d'une pauvreté surprenante en Diatomées à cette époque de l'année : entre

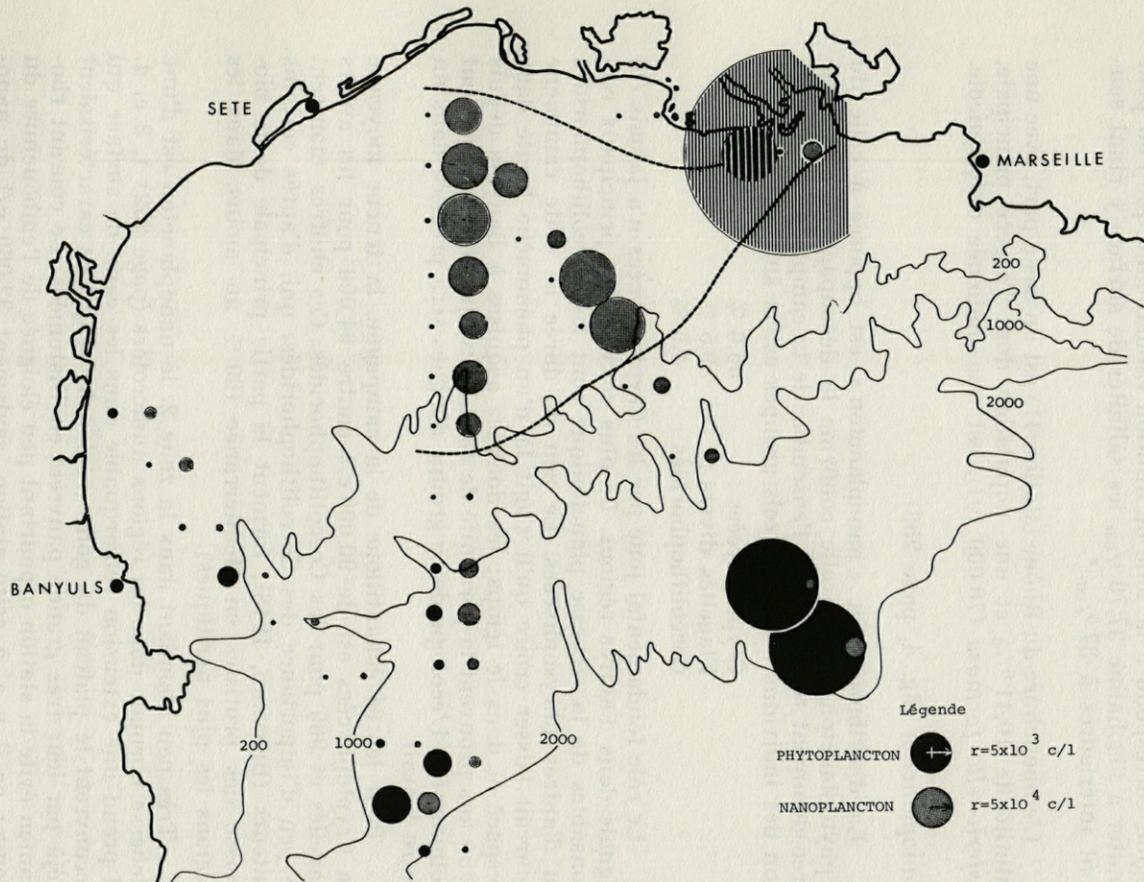


FIG. 4. — Phytoplancton et nanoplancton de la couche superficielle (la zone limitée par des tirets correspond à l'aire de dilution rhodanienne; le figuré à hachures verticales correspond à la station située à l'embouchure du Rhône).

300 et 1 700 c/l. Ces valeurs sont du même ordre que celles observées, en Méditerranée, lors du minimum estival. L'ensemble de cette région correspond à la zone de dilution rhodanienne que l'on peut limiter à l'isohaline 37,70 ‰, les salinités de surface y étant souvent inférieures à 37 ‰.\*

L'embouchure du Rhône (station 41) est un cas à part, avec une salinité de 10,41 ‰ et une population dont l'espèce principale, *Asterionella formosa* (70 000 c/l), est une diatomée dulçaquicole.

*Nanoplancton* (fig. 4, page 253)

La distribution du « nanoplancton » est opposée à celle du « phytoplancton », mais elle confirme le découpage géographique précédemment réalisé. Pour l'ensemble de la campagne, la répartition des individus entre les trois groupes est la suivante :

Cryptophycées :	55,6 %
Flagellés divers :	39,5 %
Coccolithophoridés :	4,9 %.

Le rôle fondamental joué par les Cryptophycées n'a jamais été signalé dans d'autres régions. Le plus souvent, les principaux responsables de la richesse planctonique sont les Coccolithophoridés ou d'autres Chrysophycées. Le peu de durée de cette campagne pourrait laisser croire qu'il s'agit là d'un phénomène limité dans l'espace et dans le temps; les données acquises à Banyuls depuis deux ans prouvent la pérennité de ces algues, qui sont très souvent dominantes. L'écologie de ce groupe d'algues sera précisée dans un autre travail.

Pour les 94 échantillons de la campagne, la teneur moyenne en Cryptophycées est de 90 000 c/l contre 64 000 pour les autres flagellés et 900 pour les Coccolithophoridés. Ces chiffres montrent le peu d'importance des Coccolithophoridés, qui, d'après certains auteurs (BERNARD, 1948), forment la partie principale de la biomasse des protistes en Méditerranée (60 % au moins, dans les régions les plus néritiques).

Très peu abondant dans la zone 2, le nanoplancton est d'une richesse normale dans les régions numérotées (page 252) 1, 3 et 4. Il prend une extension remarquable dans les eaux de surface qui recouvrent le plateau du golfe (région 5) et qui se caractérisaient déjà par leur très grande pauvreté en Diatomées. Le courant rhodanien évite la station *a* pourtant peu éloignée de l'embouchure du fleuve; or il y a, à cette station, seulement 32 000 c/l de nano-

\* Les données hydrologiques nous ont été très aimablement communiquées par M. TCHERNIA, chef de mission.

plancton contre 460 000 en moyenne pour la zone 5. Cette liaison apport d'eau douce - nanoplancton est presque toujours vérifiée à Banyuls.

#### RELATIONS CHLOROPHYLLE $\alpha$ - NOMBRE DE CELLULES

La comparaison nombre de cellules - quantité de pigments est un problème complexe, surtout lorsque l'on s'adresse à une population naturelle qui est toujours hétérogène. Les volumes respectifs d'une Diatomée telle que le *Rhizosolenia calcaravis* et d'un *Coccolitophoridé* sont de 260 000  $\mu^3$  et de 60  $\mu^3$ .

Pour pallier cette difficulté de nombreux auteurs transforment les données numériques en volumes cellulaires (CUSHING, 1955), en volume plasmatique (LOHMANN, 1908), ou, mieux, en surface cellulaire (SMAYDA, 1965). Le calcul de la surface cellulaire est particulièrement intéressant, car de cette surface dépend directement la quantité de matériel photosynthétiquement actif (PAASCHE, 1960). Ainsi mesurée, la participation des grandes algues aux pigments et à la production est, en général, bien plus petite que la participation correspondante au volume cellulaire.

Quoi qu'il en soit, les Diatomées les plus abondantes, lors de cette campagne, sont de petite taille. Les mesures nécessaires au calcul des surfaces et des volumes n'ont pas été faites, mais les quelques données suivantes, extraites du travail de SMAYDA, permettent d'en avoir un ordre de grandeur :

	Volume ( $\mu^3$ )	Surface ( $\mu^2$ )
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> .....	800	550
flagellé moyen .....	65	78
<i>Nitzschia closterium</i> .....	120	215
<i>Nitzschia delicatissima</i> .....	130	273
<i>Nitzschia seriata</i> .....	760	840
<i>Thalassiothrix nitzschioides</i> .....	460	460

Le volume moyen de ces Diatomées dominantes est de 400  $\mu^3$ . Le rapport cellule de nanoplancton - cellule de phytoplancton est de 1/6 pour le volume et 1/5 pour la surface. La différence d'abondance entre ces deux catégories est telle (à l'exception de la partie profonde du golfe) qu'il est normal de penser qu'une part prépondérante des pigments provient du nanoplancton.

La confrontation des figures relatives aux pigments et aux populations planctoniques (fig. 3 et 4) confirme cette hypothèse. La zone 1, où s'équilibrent un phytoplancton et un nanoplancton d'abondance moyenne a une teneur en chlorophylle normale et la zone 2, très pauvre en nombre de cellules, l'est aussi en pigments. La partie riche en pigments correspond à la zone d'influence rhodanienne, où le nanoplancton domine totalement le phytoplancton. Le parallélisme chlorophylle  $\alpha$  - nanoplancton y est excellent.

## IMPORTANCE DES DÉTRITUS

Il est toujours difficile d'affirmer que la totalité des pigments mesurés ne provient que de cellules actives. La méthode de filtration conduit, en fait, à une mesure des pigments de l'ensemble du seston, formé de trois systèmes :

- matière vivante végétale et animale,
- matière minérale en suspension,
- matière organique dégradée, d'origine animale ou végétale à laquelle on devrait réserver le nom de détritus (STRICKLAND, 1960).

Ces détritus peuvent contenir des produits de dégradation pigmentaire, dont l'absorption interfère avec celle des pigments actifs. A la limite, on peut obtenir, par la méthode classique, de fortes valeurs de chlorophylle dans des sédiments où il n'y en a plus du tout, comme le prouve l'étude chromatographique (BALLESTER, 1966).

Les apports terrigènes importants et l'agitation par le vent font que les eaux du golfe du Lion comportent, en suspension, un seston important. L'observation, au microscope inversé, de ce seston est révélatrice de quatre régions différentes : la bordure catalane, la zone de dilution du Rhône, l'embouchure du Rhône et la bordure sud-est du golfe; cette dernière zone, de caractère plus océanique, est la seule où le rapport matériel vivant / matériel détritique soit assez élevé.

Il est raisonnable de penser que ce matériel en suspension augmente notablement les valeurs des pigments.

## IV. — RÉPARTITION VERTICALE

### PIGMENTS

La répartition verticale des pigments ne peut être envisagée que dans la zone de dilution du Rhône où les valeurs sont suffisamment élevées.

Pour l'ensemble de la zone 5, la plus grande richesse est toujours en surface; viennent ensuite les niveaux 20 puis 50 m. Les valeurs moyennes sont respectivement de 0,45  $\mu\text{g/l}$  à 0 m, de 0,29 à 20 m et de 0,16 à 50 m.

### POPULATIONS

Pour le « phytoplancton » le maximum, peu marqué, se situe le plus souvent à 20 ou à 50 m, rarement en surface. A la seule station où les Diatomées soient très abondantes (45), le plancton

s'appauvrit régulièrement avec la profondeur, passant de 120 000 c/l en surface à 16 000 à 100 m.

La répartition verticale du nanoplancton varie d'une zone à l'autre : maximum marqué à 5 m à la station 45, répartition homogène dans la région 1.

Dans la zone de dilution rhodanienne, le nanoplancton présente un développement maximum en surface ou à 10 m. A 20 m la réduction est très importante. Les quelques prélèvements faits au-delà de 50 m, et à proximité du fond, indiquent une augmentation inattendue (enrichissement en sels nutritifs à partir du fond ?). L'appauvrissement en pigments avec la profondeur est plus atténué (tableau 3) sans que la raison en apparaisse clairement : peut-être est-ce dû à un apport équivalent de pigments détritiques à chaque profondeur.

TABLEAU 3  
*Répartition verticale du nanoplancton et de la salinité dans la zone de dilution rhodanienne.*

Prof.	Chl <i>a</i>	Nb c/l	Pourc.	S ‰
0	0,45	430 000	51 %	36,85
10	-	336 000	40 %	37,04
20	0,29	70 000	8 %	37,46
50	0,16	6400	1 %	37,98

Si cette diminution du phytoplancton avec la profondeur rappelle celle de l'éclairement, elle peut aussi être rapprochée de la distribution des salinités. Si l'augmentation de salinité entre 0 m et 10 m n'est que de 0,10 ‰, elle est de 0,42 ‰ entre 10 m et 20 m, profondeur à laquelle le nanoplancton présente une diminution accusée. Ces apports d'eau douce doivent fertiliser les couches supérieures et permettre ainsi la multiplication du nanoplancton (particulièrement des Cryptomonadines).

## V. — DISCUSSION

L'analyse qualitative des populations et le dosage des pigments, menés en parallèle permettent un découpage géographique précis qu'il sera intéressant de comparer à la structure hydrologique. Les

TABLEAU 4  
 Caractéristiques du phytoplancton des différentes zones :

0 : peu abondant,  
 00 : moyennement abondant,  
 000 : très abondant,  
 0000 : exceptionnellement abondant.

	Chl <i>a</i>	Phyto	Nano	Seston	Diatomées dominantes
ZONE 1 (27 à 28 A)	00	00	00	00	<i>Scel. cost.</i> , <i>Nitz. clos.</i> <i>Nitz. del.</i>
ZONE 2 (29, 29 A)	0	0	0	00	-
ZONE 3 (30-31 A, 45, 45 A)	00	000	0	0	<i>Nitz. del.</i> , <i>Bact. del.</i> , <i>Nitz. clos.</i>
ZONE 4 (32-33 A, 43, 44)	00	00	00	00	<i>Nitz. del.</i> , <i>Bact. del.</i> , <i>Nitz. ser.</i>
ZONE 5 (34 à 40)	000	0	000	000	<i>Diat. benth.</i> , <i>Nitz. clos.</i> <i>Thal. frauen.</i> , <i>Thal. nitz.</i>
Embouchure du Rhône	-	000	000	0000	<i>Asterionella formosa</i>

variations du rapport phytoplancton-nanoplancton s'avèrent particulièrement intéressantes pour la séparation de masses d'eau aux caractéristiques planctoniques différentes (tableau 4, page 258).

Comme le phytoplancton réagit rapidement aux changements de conditions du milieu, il est intéressant de confronter le découpage qui découle de l'analyse phytoplanctologique avec celui qui provient des données hydrologiques. La distribution des facteurs hydrobiologiques de surface a permis à d'autres auteurs (COSTE et MINAS, 1967) de mettre en évidence plusieurs régions hydrologiquement différentes, lors de cette campagne.

Il n'y a que la zone 2 de notre travail qui ne corresponde pas à une masse d'eau particulière. Elle doit être rattachée à la zone 1, les deux étant recouvertes par de l'eau côtière hétérogène dont les salinités extrêmes sont de 37,20 et 38,00 ‰.

Toutes les autres régions correspondent à des eaux d'origine différente :

zone 1 = eau côtière hétérogène,

» 3 = zone de divergence,

» 4 = eau superficielle identique à celle du courant liguro-provençal,

» 5 = zone de dilution rhodanienne,

station 41 = courant d'entrée du Rhône.

La correspondance phytoplancton-hydrologie est donc très satisfaisante. Dans certains cas, les données planctoniques permettent même, non seulement d'individualiser les masses d'eau, mais encore d'en déterminer l'origine et les caractéristiques.

La présence de l'espèce *Asterionella formosa*, à la station 41, est le signe de la proximité d'un fleuve. L'abondance des Cryptophycées et du matériel détritique, dans la zone 5, fait penser qu'il s'agit là, d'une aire de dilution. Enfin, le développement massif des Diatomées, l'aspect « océanique » de la population à une grande distance des côtes (zone 3) ne peut venir que d'un enrichissement superficiel en matériel nutritif, à la suite d'une remontée d'eau profonde.

Le jour même où le « Charcot » effectuait les stations de la région catalane, j'ai eu l'occasion de faire 3 stations sur une radiale qui va du Laboratoire de Banyuls à un point qui correspond à la station 29 (ces stations, B, C, D sont portées sur la figure 1, p. 240). Les valeurs de salinités et du phytoplancton, portées sur le tableau mettent en lumière deux faits (tableau 5, p. 260).

1°) la grande pauvreté enregistrée à la station 29 caractérise une zone très restreinte, puisque la chlorophylle *a* est abondante à la station D qui n'en est distante que de 5 milles.

TABLEAU 5

*Phytoplancton et salinité le long de la radiale Banyuls - Rech Lacaze (station 29)*

	B	C	D	E= 29
S ‰	37,01	37,16	-	37,98
Chl $\alpha$	0,63	0,40	0,44	0,07
430/663	2,9	2,7	2,4	3,5
Diat.	76000	75000	-	680
Nan.	486000	340000	-	77000

2°) la richesse, en pigments et en Diatomées, de la bande côtière de Banyuls, comparée aux stations faites plus au Nord sur des fonds équivalents. Cette forte production doit être attribuée à un enrichissement des eaux par les apports des rivières dont le flot, dévié vers la droite, suit de près le littoral.

Le point le plus intéressant de cette campagne consiste certainement en la prédominance du nanoplancton (Cryptophycées) sur les Diatomées, à une période où celles-ci sont normalement en pleine extension.

L'explication des variations du plancton a été facilitée par la connaissance des structures hydrologiques et des données hydrobiologiques (phosphates, nitrates, etc.).

Enfin l'étude détaillée du phytoplancton montre que celui-ci peut être, dans certains cas, un indicateur assez précis de l'origine des masses d'eau.

## RÉSUMÉ

Lors de la mission du « Jean-Charcot » dans le golfe du Lion (Méditerranée occidentale) en mars 1966, la distribution géographique des pigments et des populations phytoplanctoniques a été étudiée, ce qui a permis de délimiter cinq zones principales dans ce golfe.

Les deux régions les plus importantes sont, au Sud une zone de divergence, en bordure du golfe, caractérisée par un plancton riche en Diatomées (*Bacteriastrium delicatulum*, *Nitzschia delicatissima* et *Nitzschia seriata*) et au Nord la zone de dilution rhodanienne qui recouvre l'ensemble du plateau, à l'Ouest du fleuve; sa richesse pigmentaire (0,65  $\mu\text{g}/\text{l}$ , pour la chlorophylle  $a$ ) provient de

flagellés nanoplanktoniques, surtout des Cryptophycées (maximum : 514 000 c/l), alors que les Diatomées sont très peu représentées, souvent moins de 1 000 c/l. Le maximum d'abondance est toujours dans la couche superficielle.

Le phytoplancton s'est avéré être un bon indicateur écologique; les zones qu'il a permis de délimiter correspondent, en effet, à des masses d'eau aux caractéristiques hydrologiques différentes.

### ZUSAMMENFASSUNG

An Hand der Verteilung der Populationen und der Pigmente des Phytoplanktons, welche während der Mission des « Jean-Charcot » im Golfe du Lion (März 1966) untersucht worden ist, konnten 5 charakteristische Zonen begrenzt werden.

Die interessantesten Regionen sind : im Süden eine Divergenzzone, durch ein diatomeenreiches Plankton (*Bacteriastrium delicatulum*, *Nitzschia delicatissima*, *Nitzschia seriata*) gekennzeichnet, im Norden die Verdünnungszone des Rhonewassers mit starken Pigmentkonzentrationen (0,65 µg/Chl. a/l), welche in erster Linie von Flagellaten des Nanoplanktons, hauptsächlich von Cryptophyceen (500 000 c/l) stammen. Die höchsten Konzentrationen findet man in den Oberflächengewässern.

Die Verteilung des Phytoplanktons stimmt mit den hydrologischen Befunden überein.

### SUMMARY

The distribution of phytoplanktonic pigments and populations, studied during the cruise of the oceanographic vessel « Jean-Charcot » in the « Golfe du Lion » (march 1966) enables to distinguish five characteristic areas :

The most interesting regions are, in the south, a divergence zone characterized by a rich diatom plankton (*Bacteriastrium delicatulum*, *Nitzschia delicatissima* and *Nitzschia seriata*) and, in the northern part, the dilution zone of Rhone with high pigments concentration (0,65 µg Chl. a/liter) due to nanoplanktonic flagellates, principally Cryptophyceae (500 000 cells/liter). Maximum concentrations are localized in surface waters.

Phytoplankton measurements agree well with hydrological data.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALLESTER, A., 1966. Critica de los métodos espectrofotométrica y cromatografica en el estudio de los pigmentos del plancton. *Investigacion pesq.*, 30 : 613-630.
- BERNARD, F., 1948. Recherches sur le cycle de *Coccolithus fragilis* Lohm., flagellé dominant des mers chaudes. *J. Cons. int. explor. Mer*, 15 : 177-188.
- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (Point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1-B) : 137-151.
- BOUGIS, P., M. GINAT et M. RUIVO, 1956. Recherches hydrologiques sur le golfe du Lion. *Vie Milieu*, 7 (1) : 1-18.
- CORCORAN, E.F., J.F. KIMBALL et J.E. ALEXANDER, 1964. An improved method of filtration for chlorophyll analyses. *Bull. mar. Sci. Gulf. Caribb.*, 14 (4) : 545-548.
- COSTE, B. et H.J. MINAS, 1967. Premières observations sur la distribution des taux de productivité et des concentrations en sels nutritifs des eaux de surface du golfe du Lion. *Cah. Océanogr.*, 19 (5) : 417-429.
- CUPP, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps. Instn. Oceanogr.*, 5 (1) : 1-238.
- CUSHING, D.H., 1955. Production and a pelagic fishery. *Fishery Invest. Lond.*, sér. 2, 18 (7) : 1-104.
- DANGEARD, P., 1932. Phytoplankton recueilli à Banyuls-sur-Mer. *Arch. Zool. exp. gén.*, 74 (18) : 317-355.
- HUMPHREY, G.F. et M. WOOTON, 1966. Comparison of the techniques used in the determination of phytoplankton pigments. Dans "Determination of photosynthetic pigments in sea-water", UNESCO, Paris : 37-63.
- JACQUES, G., 1967a. Influence du volume de sédimentation sur la précision de la méthode d'Utermöhl. *Rapp. P.V. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditer.* : sous presse.
- JACQUES, G., 1967b. Variations saisonnières des pigments chlorophylliens de la couche superficielle (Point côtier, Banyuls). *Rapp. P.V. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditer.* : sous presse.
- LOHMANN, H., 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresuntersuch. abt. Kiel, N.F.*, 10 : 131-370.
- MARGALEF, R., 1961. Corrélations entre certains caractères synthétiques des populations du phytoplankton. *Hydrobiologia*, 18 : 155-164.
- MARGALEF, R., 1963. El ecosistema pelagico de un area costera del Mediterraneo occidental. *Mem. R. Acad. Cien. Artes*, 35 (1) : 1-48.
- MARGALEF, R. et A. BALLESTER, 1967. Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de junio de 1965 a junio de 1966. *Investigacion pesq.*, 31 (1) : 165-182.
- MARGALEF, R. et J. HERRERA, 1964. Hidrografia y fitoplancton de la costa comprendida entre Castellon y la desembocadura del Ebro, de julio de 1961 a julio de 1962. *Investigacion pesq.*, 26 : 49-90.

- PAASCHE, E., 1960. On the relationship between primary production and standing stock of phytoplankton. *J. Cons. int. explor. Mer*, 26 (1) : 33-48.
- PARSONS, T.R. et J.D.H. STRICKLAND, 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Mar. res.*, 21 : 155-163.
- PAVILLARD, J., 1916. Recherches sur les Diatomées pélagiques du golfe du Lion. *Trav. Inst. Bot. Univ. Montpellier*, 5 : 7-62.
- ROHDE, W., R.A. VOLLENWEIDER et A. NAUWERCK, 1958. The primary production and standing crop of phytoplankton. Dans A.A. BUZZATI-TRAVERSO (ed.), Perspectives in marine biology. Univ. Calif. Press, Los Angeles : 299-322.
- RICHARDS, F.A. et T.G. THOMPSON, 1952. The estimation and characterization of plankton population by pigments analyses. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. *J. Mar. res.*, 11 : 156-172.
- SCOR-UNESCO. Report of SCOR-UNESCO working group 17 on "Determination of photosynthetic pigments" June 1964, UNESCO, Paris.
- SMAYDA, T.J., 1965. A quantitative analysis of the phytoplankton of the gulf of Panama. II. On the relationship between C<sup>14</sup> assimilation and the Diatom standing crop. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 9 (7) : 467-531.
- SPENCER, C.P., 1964. The estimation of phytoplankton pigments. *J. Cons. int. explor. Mer*, 28 (3) : 327-334.
- STRICKLAND, J.D.H., 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. *Fish. res. Bd, Canada*, 122 : 172 p.
- TCHERNIA, P., 1960. Hydrologie d'hiver en Méditerranée occidentale. *Cah. océanogr.*, 12 (3) : 184-198.
- TRAVERS, A. et M. TRAVERS, 1962. Recherches sur le phytoplankton du golfe de Marseille. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 41 : 7-139.
- TRAVERS, A., 1965. Microplancton récolté en un point fixe de la mer Ligure (Bouée-laboratoire du Comexo) pendant l'année 1964. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 55 : 11-50.

Reçu le 18 juillet 1967

TABLEAU ANNEXE I  
Concentrations en pigments et en cellules.

PIGMENTS ( $\mu\text{g/litre}$ )					POPULATIONS PHYTOPLANTONIQUES (Nbre de cellules/100cc)						
Prof	Chl a	Chl b	Chl c	$\frac{430}{663}$	Diat	Din	Total Phyto	Cocc	Crypt	Autres Flagel	Total Nano
Station 27 : 7-3-1966, 10h30 GMT											
0	0,30	0,05	0,13	3,6	1084	24	1108	0	7200	5400	12600
10	-	-	-	-	2370	38	2408	670	10280	6730	17010
20	0,46	0,08	0,12	2,8	2260	20	2280	1970	10280	4500	16700
50	0,23	0	0	3,5	3690	6	3696	1260	3210	5130	9600
O Station 27 A					372	158	530	1290	12200	3860	17350
Station 28 : 7-3-1966, 14h00 GMT											
0	0,30	0,10	0,47	2,2	590	12	602	640	5140	2570	8350
10	-	-	-	-	2556	8	2564	0	7710	4500	12210
20	0,20	0,10	0	3,7	1358	66	1424	0	10280	2570	12850
50	0,21	0,03	0,09	3,4	3604	12	3616	0	10900	3200	14100
100	-	-	-	-	2996	4	3000	0	5780	3200	8980
O Station 28 A					2360	44	2404	1300	640	1300	3240
Station 29 : 7-3-1966, 16h30 GMT											
0	0,07	0,04	0,06	3,5	62	6	68	0	3860	3860	7720
10	-	-	-	-	134	8	142	640	7710	3210	11500
20	0,09	0,03	0,10	5,3	84	2	86	640	3210	3210	7060
50	0,15	0,01	0,01	4,1	40	0	40	1930	2570	3210	7710
100	-	-	-	-	54	0	54	640	1290	2570	4500
O Station 29 A					48	0	48	640	640	2570	3650
Station 30 : 8-3-1966, 0h00 GMT											
0	0,25	0,01	0,26	3,3	684	6	690	1290	640	3210	5140
10	-	-	-	-	522	4	526	640	1930	3860	6430
20	-	-	-	-	648	2	650	1930	9640	7710	19280
50	-	-	-	-	114	12	126	450	0	1290	1740
100	-	-	-	-	26	0	26	0	0	0	0
O Station 30 A					4880	12	4892	6450	10900	10300	27700
Station 31 : 8-3-1966, 3h15 GMT											
0	0,19	0,07	0,10	3,1	1184	2	1186	1290	640	2570	4500
10	-	-	-	-	1856	0	1856	640	1930	3210	5790
20	0,12	0	0	4,0	1592	0	1592	640	2570	5140	8350
50	0,14	0,06	0,14	3,2	1236	6	1242	1290	640	3860	5790
100	-	-	-	-	486	2	488	640	1290	3860	5790
O Station 31 A					3030	8	3038	1290	5800	5800	12900
Station 32 : 8-3-1966, 12h00 GMT											
0	0,15	0,02	0,03	3,7	832	2	834	3860	4500	4500	12860
10	-	-	-	-	340	8	348	640	3860	6450	10950
20	0,23	0,05	0,12	3,4	556	0	556	0	3860	3210	7070
50	0,16	0,04	0	3,7	660	4	664	1290	3210	5140	9640
100	-	-	-	-	1372	2	1374	0	640	640	1280
O Station 32 A					1580	20	1600	5140	16700	9000	30840

P I G M E N T S (µg/litre)					P O P U L A T I O N S P H Y T O P L A N T O N I Q U E S (Nbre de cellules/100cc)						
Prof	Chl a	Chl b	Chl c	$\frac{430}{663}$	Diat	Din	Total Phyto	Cocc	Crypt	Autres Flagel	Total Nano
Station 33 : 8-3-1966, 16h00 GMT											
0	0,35	0,26	0,16	3,4	842	18	860	1930	16450	3210	21590
10	-	-	-	-	1340	16	1356	1930	16700	5790	24400
20	0,24	0,03	0	3,3	1900	20	1920	1300	25700	8350	35350
50	0,49	0,26	0,26	3,3	5400	6	5406	1930	3860	7100	12890
0 Station 33 A					126	10	136	640	4500	1930	7070
Station 34 : 8-3-1966, 23h00 GMT											
0	0,46	0,16	0,18	3,2	172	0	172	1290	10285	19930	31305
10	-	-	-	-	60	6	66	1300	12900	8350	22550
20	0,21	0	0	3,5	30	2	32	0	1900	2570	4470
50	0,24	0,06	0,14	3,1	17	1	18	0	0	0	0
0 Station 34 A					90	18	108	0	30200	10900	41100
Station 35 : 9-3-1966, 3h00 GMT											
0	0,48	0,11	0,02	3,1	72	8	80	640	25100	7100	32800
10	-	-	-	-	66	8	74	0	29800	12200	42000
20	0,24	0	0	3,7	34	4	38	1290	1930	4500	7720
50	0,12	0,05	0,13	3,6	58	6	64	0	0	640	640
80	-	-	-	-	76	4	80	640	29800	12200	42640
0 Station 35 A					92	8	100	0	41350	9600	50950
Station 36 : 9-3-1966, 6h30 GMT											
0	0,65	0,13	0,26	3,0	166	4	170	640	38600	30800	70700
10	-	-	-	-	60	12	72	0	15500	17400	32900
20	0,24	0	0	2,5	40	4	44	1300	1300	4500	7100
50	0,12	0,04	0,07	3,9	26	0	26	0	0	1300	1300
75	-	-	-	-	20	0	20	900	9000	10800	20700
0 Station 36 A					60	12	72	640	39900	20600	61140
Station 37 : 9-3-1966, 10h00 GMT											
0	0,46	0,20	0	3,3	110	34	144	0	21200	26400	47600
10	-	-	-	-	68	66	134	0	16100	11600	27700
20	0,40	0,26	0,11	3,2	196	12	208	1300	3200	5800	10300
50	0,14	0,05	0,03	4,1	44	0	44	640	0	0	640
0 Station 37 A					220	14	234	640	30200	16700	47500
Station 38 : 9-3-1966, 13h00 GMT											
0	0,44	0,14	0,21	2,9	136	20	156	0	12300	11500	23800
10	-	-	-	-	24	10	34	0	15300	13500	28800
20	0,39	0,23	0	3,5	78	6	84	640	1900	3900	6440
50	0,13	0,04	0,07	4,6	14	0	14	640	640	640	1920
0 Station 38 A					44	6	50	640	51400	24400	76440

P I G M E N T S ( $\mu$ g/litre)					P O P U L A T I O N S P H Y T O P L A N T O N I Q U E S (Nbre de cellules/100 cc)						
Prof	Chl a	Chl b	Chl c	$\frac{430}{663}$	Diat	Din	Total Phyto	Cocc	Crypt	Autres Flagel	Total Nano
Station 39 : 9-3-1966, 16h30 GMT											
0	0,41	0,14	0,02	3,0	70	0	70	640	48200	24400	73240
10	-	-	-	-	72	8	80	0	37800	34200	72000
20	0,32	0,10	0,17	3,2	54	2	56	640	1900	6450	8990
50	0,10	0	0	6,0	48	0	48	0	0	0	0
90	-	-	-	-	40	0	40	0	0	0	0
0 Station 39 A					98	8	106	0	15200	5140	20340
Station 40 : 10-3-1966, 17h15 GMT											
0	0,19	0	0	3,5	36	12	48	640	12900	8360	21900
10	-	-	-	-	20	2	22	900	3600	4500	9000
20	0,24	0,07	0,15	3,2	12	2	14	0	1950	1950	3900
50	0,21	0,04	0,04	4,2	8	0	8	0	0	0	0
Station 41 : 10-3-1966, 20h30 GMT (embouchure du Rhône)											
0	-	-	-	-	6900	0	6900	4500	9000	260000	273500
Station 43 : 11-3-1966, 8h00 GMT											
0	0,07	0	0	5,0	12	2	14	640	1290	5140	7070
10	-	-	-	-	10	0	10	0	0	0	0
20	0,08	0	0	5,9	8	0	8	0	0	0	0
50	0,14	0,08	0,09	3,9	22	0	22	0	0	640	640
100	-	-	-	-	12	2	14	0	1300	1300	2600
Station 44 : 11-3-1966, 13h00 GMT											
0	0,08	0,02	0	4,7	80	2	82	0	0	1900	1900
10	-	-	-	-	12	0	12	0	640	1900	2540
20	0,07	0,03	0	5,1	54	0	54	0	0	1900	1900
50	0,05	0	0	7,7	50	2	52	0	0	0	0
100	-	-	-	-	52	0	52	0	0	0	0
Station 45 : 11-3-1966, 17h30 GMT											
0	-	-	-	-	12060	8	12068	0	4500	3860	8360
10	-	-	-	-	7850	0	7850	650	1950	3900	6500
20	-	-	-	-	4400	4	4404	0	0	1900	1900
50	-	-	-	-	2340	2	2342	0	640	3200	3840
100	-	-	-	-	1596	4	1600	0	0	1950	1950
0 Station 45 A					12600	34	12634	5800	10300	10300	26400
Station a : 10-3-1966, 13h30 GMT											
0	0,21	0,03	0,05	3,3	126	42	168	0	640	2570	3210

TABLEAU ANNEXE II  
Densité des principales espèces de Diatomées et de Dinoflagellés.

N° Station	27				27A	28					28A	29					29 A
	0	10	20	50	0	0	10	20	50	100	0	0	10	20	50	100	0
<i>Asterionella japonica</i> .....	.	20	22	16	.	70	6	12	50	70	.	10	10	.	.	.	.
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	4	.	4	.
<i>Biddulphia mobiliensis</i> .....	6	20	12	4	16	4	8	4	.	8	2	2	6	.	.	4	.
<i>Chaetoceros affinis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>curvisetus</i> .....	.	.	14	10	6	.	12	.	.	.	.	.	20	4	.	4	4
<i>danicus</i> .....	34	50	48	38	16	50	30	20	4	8	10	.	.	2	6	4	.
<i>decipiens</i> .....	6	.	.	.	12	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>densus</i> .....	10	20	.	.	.	.	.	.	.	26	6	.	.	.	.	.	.
<i>diversus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>pelagicus</i> .....	14	.	6	8	.	.	8	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>peruvianus</i> .....	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lauderia borealis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nitzschia closterium</i> .....	180	170	350	1050	30	140	120	150	80	4	90	10	20	12	4	4	16
<i>delicatissima</i> .....	120	110	100	240	80	60	70	50	28	110	40	.	20	20	12	2	.
<i>seriata</i> .....	30	.	.	.	14	30	8	4	10	4	.	.	.	2	2	.	2
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> .....	4	4	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>shrubsolei</i> .....	2	2	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	4	.	2	.	.
<i>stolterfothii</i> .....	2	14	4	4	.	.	.	8	10	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sceletonema costatum</i> .....	540	1570	1520	2110	120	110	2130	1840	3300	2630	330	.	30	12	.	16	.
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> .....	30	34	18	6	8	40	18	14	8	4	10	8	8	10	10	4	4
<i>nitzschioïdes</i> .....	40	98	48	76	4	60	50	60	20	90	60	.	.	4	2	4	.
Diatomées pennées diverses.....	24	70	60	112	38	60	90	190	70	50	.	20	20	10	4	6	10
<i>Peridinium minusculum</i> .....	10	20	12	4	40	8	4	30	.	2	20	.	4	.	.	.	.
<i>nudum</i> .....	10	10	4	2	90	.	.	20	.	.	20	4	.	2	.	.	.
<i>ovatum</i> .....	.	4	.	.	2	.	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.

N° Station	30					30A	31					31A	32					32A
	0	10	20	50	100		0	10	20	50	100		0	10	20	50	100	
<i>Asterionella japonica</i> .....	56	30	52	.	.	20	2	10	2	12	2	16	2	.	.	4	4	2
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> .....	.	.	.	.	.	.	160	190	62	80	30	140	104	60	130	140	140	250
<i>Biddulphia mobiliensis</i> .....	.	.	.	2	.	.	.	4	.	.	.	.	2	2	.	.	.	4
<i>Chaetoceros affinis</i> .....	4	.	.	.	.	30	.	.	4	6	14	4	28	.	18	6	.	.
<i>curvisetus</i> .....	18	12	8	.	.	100	12	38	46	52	2	20	48	18	4	32	4	16
<i>danicus</i> .....	.	2	.	.	.	10	6	20	18	18	2	28	6	.	4	4	6	4
<i>decipiens</i> .....	.	.	10	.	.	10	14	16	16	2	.	48	.	.	.	2	.	4
<i>densus</i> .....	.	.	.	.	.	40	.	12	8	12	.	2	.	.	.	.	14	28
<i>diversus</i> .....	.	.	10	.	.	120	.	24	6	18	.	.	.	.	6	.	.	4
<i>pelagicus</i> .....	.	.	4	.	.	.	.	6	.	.	.	44	18	.	14	14	.	38
<i>peruvianus</i> .....	.	.	4	.	.	.	4	.	4	6	2	8	.	.	2	.	.	.
<i>Lauderia borealis</i> .....	.	.	.	.	.	100	.	6	28	26	.	70	6	.	4	6	4	18
<i>Nitzschia closterium</i> .....	2	8	4	1	.	20	4	30	4	6	.	14	16	14	8	6	6	6
<i>delicatissima</i> .....	500	310	330	16	.	1700	480	680	420	420	210	810	460	120	180	310	900	870
<i>seriata</i> .....	50	68	110	48	.	870	180	72	70	104	4	310	50	50	54	46	200	182
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> .....	10	14	.	.	.	210	40	60	16	40	.	150	.	.	4	10	6	30
<i>shrubslei</i> .....	.	4	.	2	.	.	.	2	4	2	.	12	.	2	.	2	.	.
<i>stolterfothii</i> .....	8	4	20	6	.	100	56	26	72	24	.	170	8	.	6	8	26	10
<i>Skeletonema costatum</i> .....	.	.	.	.	.	130	120	620	740	330	200	1070	.	.	14	6	.	10
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> .....	12	28	14	8	14	70	22	14	10	10	8	24	28	26	30	16	32	28
<i>nitzschioïdes</i> .....	.	10	4	2	10	120	40	8	.	2	.	10	8	12	2	12	6	4
Diatomées pennées diverses.....	6	6	4	10	2	210	10	2	6	6	2	8	10	16	6	2	2	12
<i>Peridinium minusculum</i> .....	.	.	.	.	.	.	2	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	6
<i>nudum</i> .....	4	2	.	2	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	2
<i>ovatum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	2	.	6

N° Station	33					33A	34					34A	35					35A		
	Profondeur						0	0	10	20	50		100	0	0	10	20		50	100
<i>Asterionella japonica</i> .....	2	.	4	30	4	.	4	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> .....	80	270	410	1030	220	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Biddulphia mobiliensis</i> .....	2	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	2
<i>Chaetoceros affinis</i> .....	.	10	20	132	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>curvisetus</i> .....	20	28	54	160	180	12	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.
<i>danicus</i> .....	2	6	10	52	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>decipiens</i> .....	4	16	2	8	10	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
<i>densus</i> .....	36	12	14	22	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>diversus</i> .....	14	.	20	30	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>pelagicus</i> .....	6	24	28	220	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>peruvianus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lauderia borealis</i> .....	12	8	14	24	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nitzschia closterium</i> .....	2	2	.	40	4	.	20	.	.	.	2	10	8	.	12	4	4	4	4	4
<i>delicatissima</i> .....	440	610	740	2650	1150	1	50	8	.	4	.	14	14	.	8	.	.	.	.	.
<i>seriata</i> .....	120	270	310	1510	480	.	2	2	.	.	.	2	2	.	.	.	.	2	.	.
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> .....	6	4	4	70	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>shrubsolei</i> .....	.	4	.	.	10	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
<i>stolterfothii</i> .....	14	18	90	40	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Skeletonema costatum</i> .....	.	.	10	20	.	.	4	12	.	.	.	.	.	.	.	26	.	.	.	.
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> .....	26	36	24	96	4	46	42	4	8	1	2	40	26	36	2	14	14	14	34	34
<i>nitzschioïdes</i> .....	4	6	2	16	8	8	2	10	.	.	.	18	8	.	.	22	14	14	14	14
Diatomées pennées diverses.....	8	2	12	12	6	1	40	20	2	16	2	30	2	4	18	26	16	16	18	18
<i>Peridinium minusculum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>nudum</i> .....	8	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.
<i>ovatum</i> .....	.	4	2	.	.	.	.	2	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.

N° Station	36				36A	37				37A	38				38A	39					39A	
Profondeur	0	10	20	50	0	0	10	20	50	0	0	10	20	50	0	0	10	20	50	100	0	
<i>Asterionella japonica</i> .....	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	4
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Biddulphia mobiliensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chaetoceros affinis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>curvisetus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>danicus</i> .....	.	.	.	.	.	.	24	.	4	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>decipiens</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>densus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>diversus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>pelagicus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>peruvianus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lauderia borealis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nitzschia closterium</i> .....	90	6	6	12	.	36	12	18	24	120	14	.	42	.	2	40	30	18	12	6	4	
<i>delicatissima</i> .....	.	6	.	4	.	.	.	6	.	30	14	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	
<i>seriata</i> .....	.	.	4	8	.	4	8	.	.	.	4	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> .....	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>shrubslei</i> .....	.	.	.	4	.	2	.	.	.	.	.	2	.	.	4	.	.	.	2	4	.	
<i>stolterfothii</i> .....	.	8	24	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Skeletonema costatum</i> .....	40	.	.	.	.	10	.	.	.	16	.	.	.	.	14	.	12	.	.	.	.	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> ...	16	12	2	.	14	16	2	10	2	14	4	4	4	.	2	.	18	12	6	.	12	
<i>nitzschioïdes</i> ...	20	24	.	.	6	16	8	24	.	.	.	6	.	.	4	.	.	18	12	8	.	
Diatomées pennées diverses.....	4	8	26	6	10	28	32	54	16	36	90	12	30	8	12	24	12	6	18	12	70	
<i>Peridinium minusculum</i> .....	.	.	.	.	4	16	.	.	.	2	8	4	.	.	4	.	.	.	.	.	4	
<i>nudum</i> .....	.	.	.	.	.	16	.	6	.	2	8	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>ovatum</i> .....	.	.	.	.	2	2	32	6	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

N° Station	40				a	43					44					45					45A	
Profondeur	0	10	20	50	0	0	10	20	50	100	0	10	20	50	100	0	10	20	50	100	0	
<i>Asterionella japonica</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	24	8	8	4	70
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> .....	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2080	420	64	150	56	1660	
<i>Biddulphia mobilensis</i> .....	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Chaetoceros affinis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	12	.	48	12	374	
<i>curvisetus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	340	200	54	18	.	800	
<i>danicus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	130	12	24	36	6	98	
<i>decepiens</i> .....	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	140	12	48	24	.	66	
<i>densus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>diversus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70	.	.	.	.	50	
<i>pelagicus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	240	.	.	.	.	650	
<i>peruvianus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	.	.	8	.	10	
<i>Lauderia borealis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	410	.	.	.	.	530	
<i>Nitzschia closterium</i> .....	2	.	2	.	30	.	.	2	6	.	.	.	6	.	4	130	.	16	4	.	4	
<i>delicatissima</i> .....	.	6	.	2	20	.	.	6	.	40	.	12	6	4	.	2700	2400	1230	740	488	2650	
<i>seriata</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4210	3700	2540	1160	880	3400	
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	410	260	150	24	4	600	
<i>shrubsolei</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	48	24	4	.	.	
<i>stolterfothii</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	260	200	136	80	42	380	
<i>Skeletonema costatum</i> .....	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	140	.	.	.	.	.	
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> ....	6	6	4	4	.	2	2	8	4	16	6	30	30	24	.	270	110	30	16	36	243	
<i>nitzschioïdes</i> ...	.	.	.	.	4	2	.	.	.	.	6	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	
Diatomées pennées diverses.....	4	6	8	8	68	6	4	6	2	2	20	2	6	2	12	40	6	.	2	4	6	
<i>Peridinium minusculum</i> .....	2	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	
<i>nudum</i> .....	2	.	.	.	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	2	.	.	4	
<i>ovatum</i> .....	.	.	.	.	8	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	4	



**CONTRIBUTION A L'ÉCOLOGIE  
DES LARVES PÉLAGIQUES  
D'ANNÉLIDES POLYCHÈTES  
À BANYULS-SUR-MER  
COMPARAISON  
AVEC LES RÉGIONS SEPTENTRIONALES <sup>(1)</sup>**

par Michel BHAUD

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

L'auteur établit d'abord le cycle annuel des larves d'Annélides benthiques : il s'agit de fixer à quelle époque de l'année se situent la reproduction et le développement larvaire. Les résultats acquis à Banyuls sont ensuite comparés à ceux obtenus dans d'autres régions en particulier le Sund et le Gullmar Fjord.

La comparaison des cycles annuels dans des régions fortement éloignées en latitude permet de préciser l'influence de la température sur la reproduction des Annélides.

Enfin, l'étude de la répartition des larves dans l'espace donne des indications importantes sur leur comportement vis-à-vis des courants.

(1) Cette note constitue une partie de la thèse de 3<sup>e</sup> cycle qui a été présentée à la Faculté des Sciences de Paris le 25 octobre 1966 pour l'obtention du titre de Docteur en Océanographie biologique. Mes remerciements vont aux différentes personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Monsieur le Professeur G. PETIT, qui m'a accueilli au Laboratoire Arago, a toujours fait preuve de bienveillance et s'est montré vivement intéressé par les résultats qui lui étaient donnés. De plus, il m'a fait l'honneur de juger ce travail. Je me permets de lui témoigner l'assurance de ma gratitude.

Monsieur le Professeur P. DRACH, Directeur du Laboratoire m'a confié le sujet de cette étude et donné les moyens de l'accomplir. Il m'a toujours prodigué de précieux conseils et fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury. Qu'il veuille bien recevoir ici le témoignage de ma respectueuse gratitude.

Monsieur L. LAUBIER, dès l'origine de mon travail, s'y est très fortement intéressé. Il a bien voulu me faire profiter de ses connaissances relatives à un groupe zoologique bien connu de lui. Ses remarques et critiques toujours rigoureuses concernant aussi bien le fond que la forme de ce travail, ont été très utiles lors des dernières étapes de la rédaction.

SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	275
CHAPITRE PREMIER. — RECHERCHES ANTÉRIEURES SUR LES CYCLES SAISONNIERS .....	275
1. Méditerranée .....	275
2. Manche et Atlantique .....	276
3. Régions septentrionales .....	276
CHAPITRE II. — CYCLE ANNUEL DES LARVES D'ANNÉLIDES A BANYULS .....	277
1. Cycle quantitatif .....	277
2. Fluctuation annuelle du nombre de larves - Interprétations .....	280
3. Cycle qualitatif .....	283
4. Mise en évidence de deux groupes d'espèces en Méditerranée .....	285
CHAPITRE III. — BIOLOGIE DES ANNÉLIDES POLYCHÈTES DANS LES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE LEUR AIRE DE RÉPARTITION .....	286
1. Préliminaires .....	286
2. Comparaison des époques de reproduction dans différentes régions .....	287
3. Les différents contingents en présence dans l'aire géographique considérée .....	289
4. Comportement d'un même groupe d'espèces d'un point à l'autre de son aire de répartition .....	293
5. Etude de groupes d'espèces éloignées latitudinalement .....	299
CHAPITRE IV. — RÉPARTITION SPATIALE DES LARVES D'ANNÉLIDES .....	302
1. Distribution verticale .....	302
— Etude quantitative .....	303
— Etude qualitative .....	306
2. Distribution horizontale .....	308
CONCLUSION .....	309
RÉSUMÉS .....	310
BIBLIOGRAPHIE .....	312

## INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, l'intérêt pour l'étude des stades larvaires des invertébrés marins a fortement augmenté, notamment l'aspect écologique de la reproduction et du développement. Cependant, les recherches déjà effectuées sont, le plus souvent, relatives à un large groupe zoologique et perdent ainsi en précision systématique.

Aussi, pour le groupe limité des Annélides Polychètes, j'ai tenté d'établir le calendrier des époques de reproduction. Les résultats acquis en Méditerranée sont ensuite comparés à ceux établis avec la même précision systématique et sur le même ensemble zoologique, dans les régions septentrionales. Cette comparaison a permis d'étendre aux Annélides Polychètes plusieurs caractères biologiques déjà connus chez d'autres animaux et de montrer l'étroite correspondance entre leur chorologie et les différentes époques de reproduction mises en évidence.

## CHAPITRE PREMIER

### RECHERCHES ANTÉRIEURES SUR LES CYCLES SAISONNIERS

Je ne retiendrai des travaux déjà effectués sur le cycle saisonnier des larves d'Annélides que les renseignements suivants : la position géographique des régions étudiées, l'époque d'abondance des larves et, éventuellement, les données sur le cycle thermique local.

#### 1. Méditerranée

ROSE (1927), à Alger, observe une forte abondance de larves entre le mois d'octobre et le mois de mars.

BRIAN (1949), à Gênes, note seulement que les larves d'Annélides sont très communes en septembre.

CASANOVA (1953), dans le golfe de Marseille, récolte des larves tout au long de l'année, mais particulièrement en automne et hiver.

F. BERNARD (1955), à Alger, signale pour les larves d'Annélides un maximum hivernal assez long puisqu'il se prolonge jusqu'en avril.

Le cycle global à Villefranche (SENTZ-BRACONNOT, 1964) montre que les larves sont présentes toute l'année avec un maximum d'octobre à février-mars, très marqué en octobre et novembre. Le minimum du printemps et de l'été correspond au maximum de température.

VIVES (1966), à Castellon, note pour les larves d'Annélides l'époque d'abondance de janvier à mai, et de pauvreté entre juillet et septembre.

### 1. Manche et Atlantique

HARVEY, COOPER, LEBOUR, RUSSEL (1935) à Plymouth, mettent en évidence une grande abondance de larves en février et mars, correspondant au minimum de température. De même MARE (1940) rencontre les larves d'Annélides de mars à juillet avec un maximum d'abondance en avril.

Les travaux détaillés de LEBOUR (1917) à Plymouth montrent de novembre à mars, la présence des larves des *Spionidae*, *Magelonidae*, *Poecilochaetidae*, *Aphroditidae*, *Terebellidae*, *Pectinariidae*. De juin à août se rencontrent seulement les trois premières familles.

FRANC (1951), à Dinard, étudie principalement les populations d'été. Les jeunes stades de Polychètes sont relativement peu abondants; en juillet et août il ne recueille que fort peu de métatrochophores. Une augmentation s'observe en septembre.

POUR LAFON, DURCHON, SAUDRAY (1955), en baie de Seine, après un premier maximum du nombre de larves en hiver, un second se produit en été, qui suit la poussée de phytoplancton. Ces auteurs récoltent une majorité de larves de *Spionidae* en hiver et quelques larves de *Terebellidae* en été. Les larves hivernales de *Spionidae*, abondantes en janvier 1951 et 1952, n'ont apparu que tardivement (au mois de mars) et en faible nombre, en 1953.

BODO (1965), à Roscoff, a mis en évidence entre janvier et avril un pic très prononcé dans le cycle des larves d'Annélides.

LUBET (1953), à Arcachon, pêche fréquemment les larves d'Annélides du printemps à l'automne. En mars et avril, il récolte des larves d'*Aphroditidae* et de *Spionidae*. En avril, mai, juin, il rencontre en grande abondance les larves de *Nereis diversicolor*, *Nephtys*, *Glycera*, *Sabellaria* et *Pectinaria*. Le nombre de larves de Polychètes passe par un maximum en juin et juillet (température moyenne de l'eau de 21 et 21,5°). LUBET note que le refroidissement des eaux en automne est « caractérisé par un cycle pélagique très discret ».

Cependant, CAZAUX (1964) signale que les larves de *Sabellaria* se récoltent dans le plancton d'Arcachon entre septembre et janvier. Les larves de *Chaetopterus* sont présentes entre octobre et décembre ainsi qu'en mars. (CAZAUX, 1965).

### 3. Régions septentrionales

THORSON (1946) montre que dans le Sund, l'époque d'abondance est peu prononcée et mal délimitée. Cependant les diagrammes mettent en évidence qu'à partir d'un maximum hivernal et printanier le nombre

de larves décroît considérablement en juin. Puis, en juillet les larves d'été peu nombreuses apparaissent et diminuent en automne; aucun type larvaire n'apparaît jusqu'à décembre et janvier.

HANNERZ (1955) décrit dans le Gullmar Fjord un cycle qui comprend deux maximums et deux minimums. Le premier maximum, très bref, a lieu en mars, et le second, qui est plus prononcé, a lieu de juillet à octobre.

Ces différents travaux, et en particulier ceux de THORSON et HANNERZ, seront étudiés plus précisément dans un chapitre ultérieur. Ils serviront à établir une comparaison entre deux régions très éloignées en latitude.

## CHAPITRE II

### CYCLE ANNUEL DES LARVES D'ANNÉLIDES A BANYULS

#### 1. CYCLE QUANTITATIF

Représenté Figure 1, il correspond au nombre de larves récoltées à la station du Cap Béar (point B) à 50 mètres de profondeur.

Le point le plus bas du cycle se situe en août avec quelques dizaines de larves seulement, et l'époque d'abondance entre janvier et avril, avec un nombre proche de 400 larves. Sur la moyenne mensuelle, l'écart entre les deux points extrêmes du cycle est donc prononcé. Il existe environ 10 fois plus de larves en hiver qu'en été. Cependant, cet écart est plus faible qu'à Roscoff (BODO, 1965) où le rapport est de 56, avec un nombre d'individus variant, pour les 10 minutes de trait, de 2800 à 50. On peut donc dire que le cycle à Banyuls est relativement plus régulier qu'à Roscoff avec un nombre d'individus plus faible (Fig. 2).

Ce cycle se partage en deux grandes parties, chacune caractérisée par une abondance de larves bien particulière. Les mois de décembre à avril, correspondent au maximum du cycle avec des variations plus ou moins importantes. Entre mai et novembre, au contraire, le nombre global de larves est très faible. Cette époque estivale correspond au minimum du cycle annuel. Cependant, à partir de septembre, le nombre de larves augmente irrégulièrement, mais il n'y a pas, comme à Roscoff de second maximum bien caractérisé en automne; la première baisse de température en septembre coïncide avec l'augmentation du nombre de larves, très nette à partir de décembre.

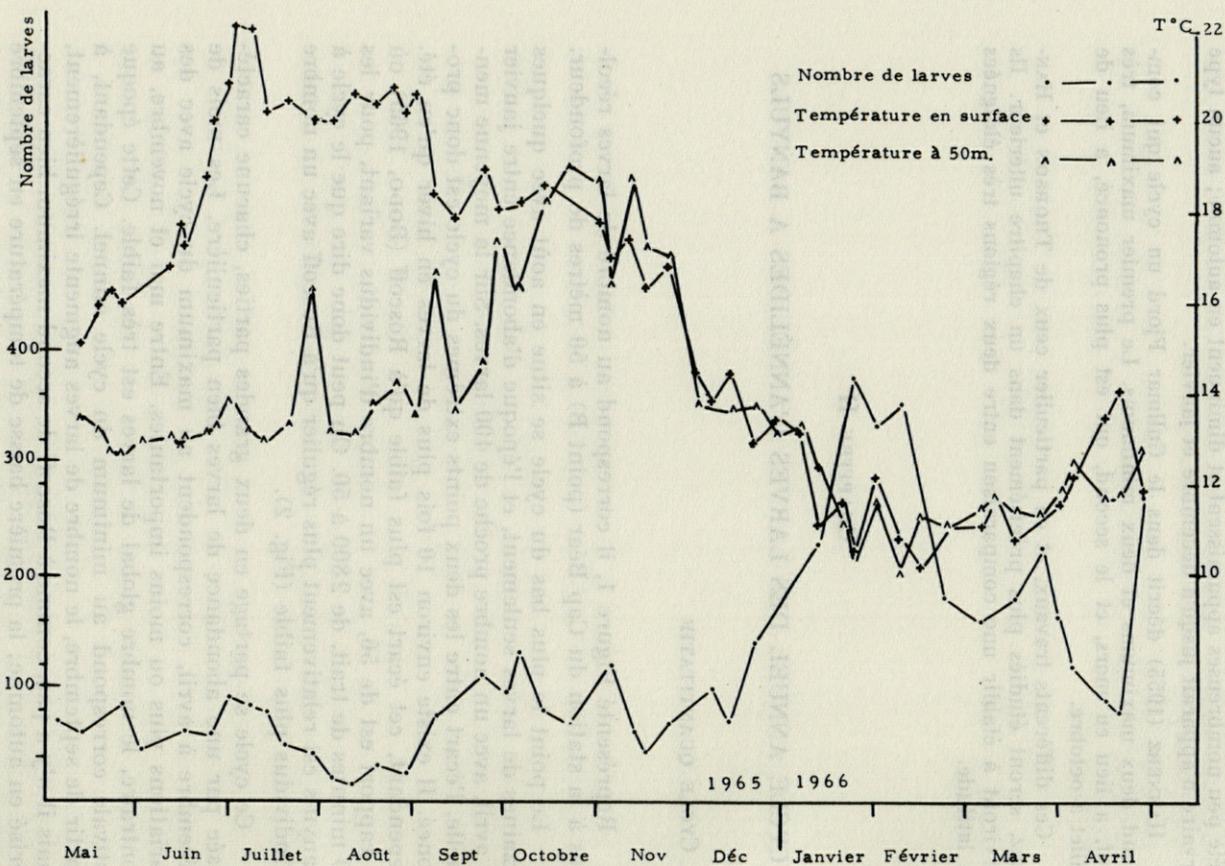


FIG. 1. — Cycle quantitatif du nombre de larves à 50 mètres de profondeur, à la station du Cap Béar et courbes de température en surface et à 50 mètres de profondeur, à la même station.

A Banyuls, le nombre d'espèces dont les larves ont été récoltées et identifiées au cours d'un seul cycle annuel, est d'environ 50. Il faut en plus tenir compte d'une dizaine d'espèces récoltées très rarement, non identifiées au niveau spécifique qui ne rentrent pas en ligne de compte ici.

THORSON (1946), après plusieurs années de récolte, a rencontré seulement 41 espèces. Cette différence du nombre de larves confirme

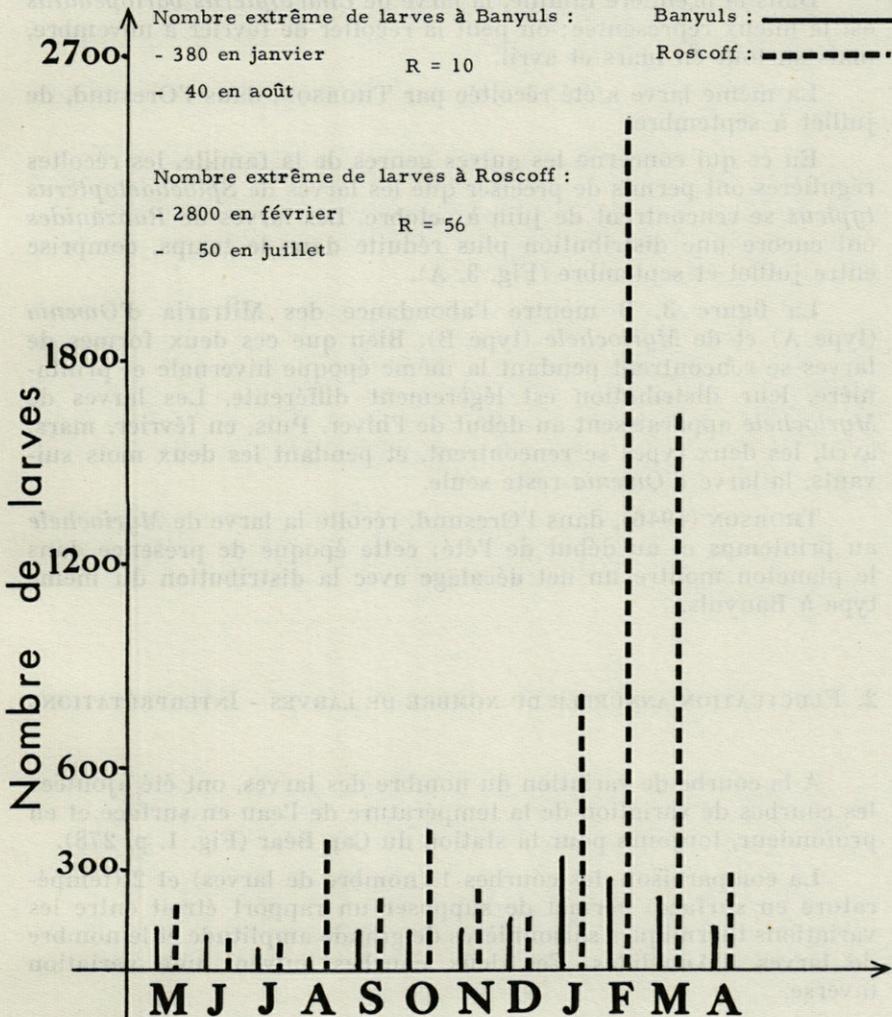


FIG. 2. — Moyenne mensuelle du nombre de larves à Banyuls et à Roscoff, pour une durée des prises de 10 minutes.

que dans les mers tempérées chaudes ou subtropicales, le nombre d'animaux benthiques à larves pélagiques est plus élevé que dans les régions de haute latitude.

Après la répartition quantitative globale des larves au cours de l'année, on peut établir la distribution saisonnière des larves les mieux représentées. Les familles des *Chaetopteridae* et des *Oweniidae* seront prises en exemple.

Dans la première famille, la larve de *Chaetopterus variopedatus* est la mieux représentée; on peut la récolter de février à novembre, mais surtout en mars et avril.

La même larve a été récoltée par THORSON, dans l'Oresund, de juillet à septembre.

En ce qui concerne les autres genres de la famille, les récoltes régulières ont permis de préciser que les larves de *Spiochaetopterus typicus* se rencontrent de juin à octobre. Les larves de *Ranzanides* ont encore une distribution plus réduite dans le temps, comprise entre juillet et septembre (Fig. 3, A).

La figure 3, B montre l'abondance des *Mitraria* d'*Owenia* (type A) et de *Myriochele* (type B). Bien que ces deux formes de larves se rencontrent pendant la même époque hivernale et printanière, leur distribution est légèrement différente. Les larves de *Myriochele* apparaissent au début de l'hiver. Puis, en février, mars, avril, les deux types se rencontrent, et pendant les deux mois suivants, la larve d'*Owenia* reste seule.

THORSON (1946), dans l'Oresund, récolte la larve de *Myriochele* au printemps et au début de l'été; cette époque de présence dans le plancton montre un net décalage avec la distribution du même type à Banyuls.

## 2. FLUCTUATION ANNUELLE DU NOMBRE DE LARVES - INTERPRÉTATIONS

A la courbe de variation du nombre des larves, ont été ajoutées les courbes de variation de la température de l'eau en surface et en profondeur, toujours pour la station du Cap Béar (Fig. 1, p. 278).

La comparaison des courbes 1 (nombre de larves) et 2 (température en surface) permet de supposer un rapport étroit entre les variations thermiques saisonnières de grande amplitude et le nombre de larves d'Annélides. Ces deux courbes suivent une variation inverse.

Sur une période d'une année, le maximum de la température correspond au minimum d'abondance et réciproquement.

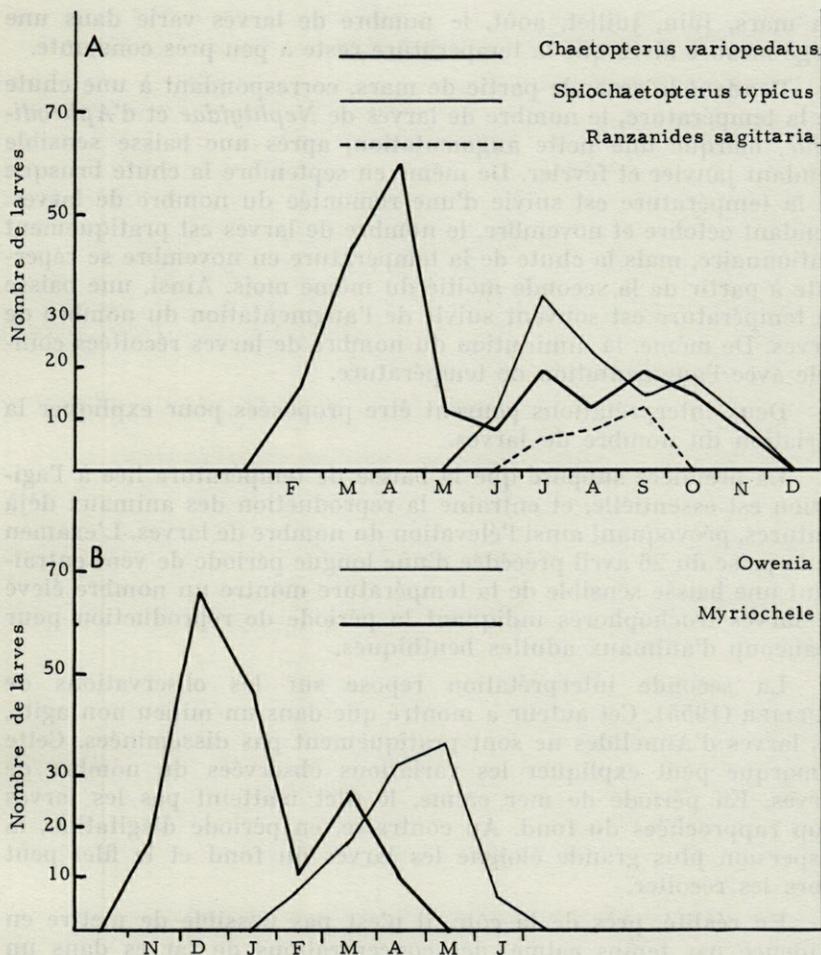


FIG. 3. — Distribution saisonnière des Chaetopteridae : A et des Oweniidae : B.

Le nombre de larves est calculé à partir de 4 prises mensuelles à la station du Cap Béar et à 50 mètres de profondeur.

La variation régulière du nombre de larves avec la température est confirmée par l'étude des fluctuations rapides de courte durée. La symétrie des deux courbes 1 et 2 est bien caractéristique en novembre, décembre, janvier, pendant une partie de février et reprend en avril. Les rapports entre la variation de la température et la variation du nombre de larves sont beaucoup moins caractéristiques quand la température est stable durant une longue période.

En mars, juin, juillet, août, le nombre de larves varie dans une large mesure alors que la température reste à peu près constante.

Pendant la seconde partie de mars, correspondant à une chute de la température, le nombre de larves de *Nephtyidae* et d'*Aphroditidae*, marque une nette augmentation, après une baisse sensible pendant janvier et février. De même en septembre la chute brusque de la température est suivie d'une remontée du nombre de larves. Pendant octobre et novembre, le nombre de larves est pratiquement stationnaire, mais la chute de la température en novembre se répercute à partir de la seconde moitié du même mois. Ainsi, une baisse de température est souvent suivie de l'augmentation du nombre de larves. De même, la diminution du nombre de larves récoltées coïncide avec l'augmentation de température.

Deux interprétations peuvent être proposées pour expliquer la variation du nombre de larves.

La première suppose que la baisse de température liée à l'agitation est essentielle, et entraîne la reproduction des animaux déjà matures, provoquant ainsi l'élévation du nombre de larves. L'examen de la prise du 26 avril précédée d'une longue période de vent entraînant une baisse sensible de la température montre un nombre élevé de larves trochophores indiquant la période de reproduction pour beaucoup d'animaux adultes benthiques.

La seconde interprétation repose sur les observations de RULLIER (1955). Cet auteur a montré que dans un milieu non agité, les larves d'Annélides ne sont pratiquement pas disséminées. Cette remarque peut expliquer les variations observées du nombre de larves. En période de mer calme, le filet n'atteint pas les larves trop rapprochées du fond. Au contraire, en période d'agitation, la dispersion plus grande éloigne les larves du fond et le filet peut alors les récolter.

En réalité, près de la côte, il n'est pas possible de mettre en évidence par temps calme, des concentrations de larves dans un espace limité. La variation du nombre de larves n'est pas d'ordre technique, mais provient de la reproduction des adultes, influencée par les variations de température ou d'agitation. D'après les études faites sur la moule, LUBET (1963) admet que « lorsque la maturité des gamètes est atteinte, l'animal réagit à tout changement brusque des facteurs externes par une émission. La nature du stimulus appliqué semble être indifférente. Les résultats expérimentaux sont très voisins, que l'on fasse agir des stimuli mécaniques, thermiques ou chimiques ».

Il est cependant assez difficile de séparer l'action de la température et de l'agitation durant la phase maximale de présence des larves dans le plancton. Pendant cette période, entre octobre et

avril, une forte agitation provoque des conditions homogènes sur toute la colonne d'eau (BHAUD, JACQUES, RAZOULS, 1966). Ainsi, en hiver, les baisses de température près du fond dépendent avant tout de l'agitation provoquée soit par le vent, soit par les courants de densité. Au contraire, durant l'été, lorsque l'agitation de la colonne d'eau se produit, la température près du fond s'élève, mais il n'y a aucune influence appréciable sur le nombre de larves des espèces récoltées quelques mois auparavant.

L'agitation n'a donc pas d'effet direct. La température au niveau du fond constitue le facteur principal contrôlant la présence des larves; elle est partiellement soumise aux conditions d'agitation.

La comparaison des conditions hydrologiques à Banyuls et dans l'Oresund permet aussi de supprimer le rôle de l'agitation sur la ponte. Dans ces deux régions il existe une forte stratification thermique en été, puis pendant le reste de l'année la colonne d'eau a une température peu différente de la surface au fond. Cette homothermie provient de l'agitation; dans un cas (Banyuls), elle correspond au début de la présence des larves, dans l'autre (Oresund), à la fin. Il n'existe donc pas de corrélation entre la période de récolte des larves et l'agitation.

### 3. CYCLE QUALITATIF

La courbe de variation précédente montre que les larves d'Annélides sont présentes toute l'année, mais qu'il existe une époque importante de reproduction, entre décembre et avril. Il n'existe pas de second maximum apparent durant la période estivale ou automnale, ce qui ne veut pas dire que les larves récoltées en été et en automne représentent un reliquat de la population hivernale. Au contraire les larves d'été, bien que peu nombreuses, se rapportent à des espèces particulières qui ne se rencontrent qu'à cette époque. A cause de leur faible nombre, ces larves ne peuvent apparaître dans la courbe de variation quantitative. Par contre, le diagramme du nombre d'espèces rencontrées chaque mois, montre deux époques particulièrement riches en larves d'Annélides : les mois de février et mars d'une part, et les mois d'août, septembre, octobre d'autre part (Fig. 4). La diversité la plus grande s'observe donc pendant ces deux époques de l'année.

La succession grossière des familles au cours de l'année s'établit de la façon suivante :

La majorité des larves d'*Aphroditidae*, *Spionidae*, *Sabellariidae*, *Oweniidae*, *Nephtyidae*, *Glyceridae*, se récoltent en hiver. Les *Amphictenidae*, *Phyllodocidae*, *Poecilochaetidae*, *Hesionidae*, commencent à apparaître au printemps mais se rencontrent aussi en été.

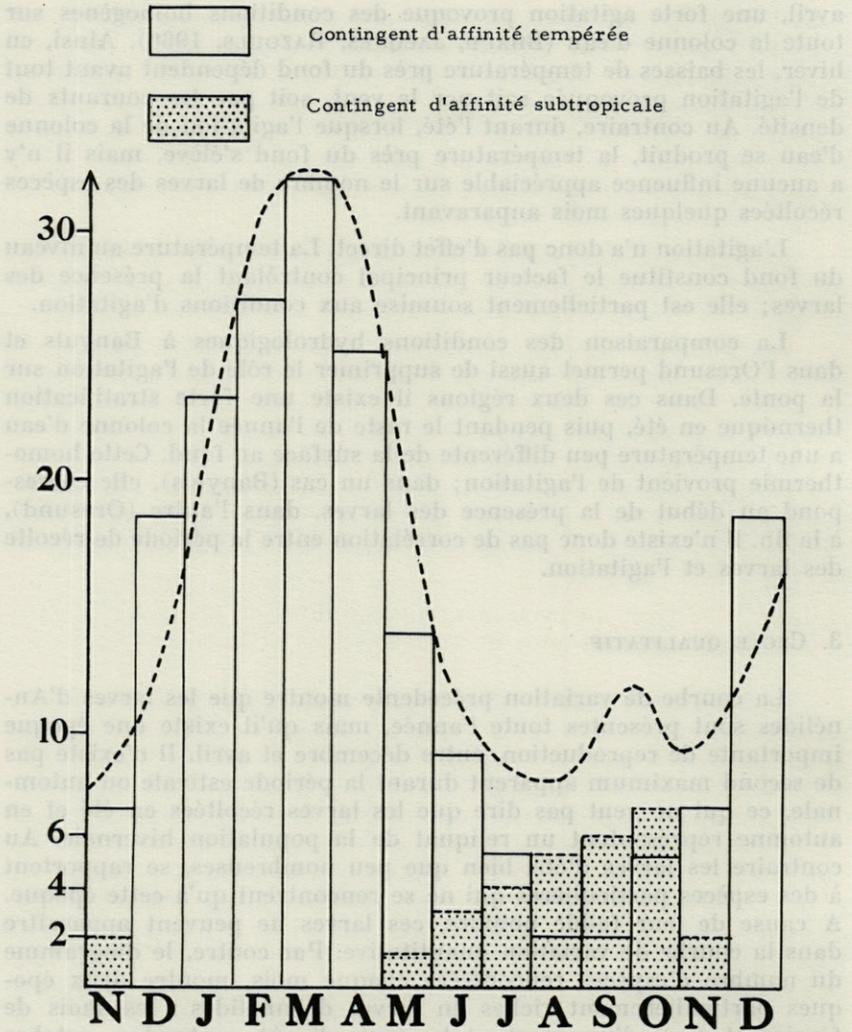


FIG. 4. — Diagramme du nombre d'espèces présentes à Banyuls au cours de l'année pour les deux populations d'été et d'hiver.

Pendant cette dernière saison et en automne, les larves d'Annélides appartiennent à la famille des *Chaetopteridae* (excepté *Chaetopterus variopedatus* dont les larves apparaissent en février et subsistent pendant une grande partie de l'année), à celle des *Spionidae* avec l'unique représentant *Nerinides cantabra*, et à celle des *Lacydoniidae*.

Les *Capitellidae* se rencontrent irrégulièrement tout au long de l'année.

La répartition des larves selon les deux ensembles : errantes et sédentaires, montre dans le plancton une majorité de larves d'Annélides sédentaires. La famille des *Spionidae* est la mieux représentée, puis viennent par ordre décroissant, les *Chaetopteridae*, *Magelonidae*, *Oweniidae*, *Sabellariidae*.

Les principales familles d'Annélides errantes dont le développement passe par un stade pélagique sont les *Aphroditidae*, *Nephtyidae*, *Phyllodocidae*, *Glyceridae*.

Une brève comparaison avec les résultats de BODO (1965) à Roscoff, montre une répartition systématique de même type, caractérisée par la prédominance des Annélides sédentaires. Bien que le nombre d'espèces soit à Banyuls nettement plus important, je n'ai récolté que rarement les larves de *Scolelepis fuliginosa*, *Pygospio elegans*, *Nerine foliosa*, *Polydora pulchra*, présentes à Roscoff en très grand nombre.

La diversité des espèces est nettement plus faible à Roscoff où 12 formes larvaires seulement ont été identifiées. Mais le nombre total maximal de larves est supérieur à Roscoff : 2 800 larves au point le plus haut du cycle pour dix minutes de trait. A Banyuls, je n'ai jamais récolté plus de 400 larves pour le même temps de pêche.

#### 4. MISE EN ÉVIDENCE DE DEUX GROUPES D'ESPÈCES EN MÉDITERRANÉE

La majorité des larves rencontrées se rapporte au groupe biologique des larves planctotrophes à vie pélagique longue; de telles larves ne peuvent manquer d'être récoltées. Il est alors possible de parler d'une époque de présence des larves dans le plancton, d'où se déduit la période de reproduction.

A l'opposé, la collecte toujours aléatoire des larves à vie pélagique brève permet plus difficilement de préciser l'époque de reproduction des adultes correspondants. Elle varie fortement d'une espèce à l'autre. Par exemple, les larves de *Spio martinensis* se rencontrent pendant plusieurs mois, de novembre à juin, alors que celles de *Paralacydonia paradoxa* ne sont récoltées que pendant quelques semaines, en novembre et décembre.

Le tableau II a été établi en partant des données précédentes concernant la localisation dans le temps des stades larvaires de chacune des espèces rencontrées. Il montre deux caractères principaux de la distribution saisonnière des larves d'Annélides (Tabl. II, p. 290).

Les époques de reproduction se groupent en deux séries : estivale et hivernale. La série hivernale est de loin la plus importante. Aussi on peut dire que la majorité des Annélides Polychètes à larves planctotrophes de la région de Banyuls se reproduit pendant la phase froide du cycle thermique des eaux.

Sur ce tableau, la présence des larves dans le plancton est figurée par un trait horizontal qui correspond à la période d'abondance la plus forte. Mais en dehors de cette période, il est encore possible de rencontrer les larves qui sont alors présentes irrégulièrement dans les prises, et toujours en faible nombre.

Pour matérialiser cette succession de deux groupes d'espèces, le diagramme de la figure 4 a été construit en prenant soin de séparer les espèces qui commencent leur cycle de celles qui le terminent, même si elles se rencontrent simultanément dans les prises de plancton.

Ainsi, en tenant compte des deux populations mises en évidence précédemment, le diagramme montre une forte diversité d'espèces pendant les mois de février et mars. L'ensemble de la population hivernale se prolonge sur une grande partie de l'année (d'octobre à juillet) alors que les larves estivales sont plus limitées dans le temps (de juin à octobre).

### CHAPITRE III

#### BIOLOGIE DES ANNÉLIDES POLYCHÈTES DANS LES DIFFÉRENTES RÉGIONS DE LEUR AIRE DE RÉPARTITION

##### 1. PRÉLIMINAIRES

L'étude des Annélides Polychètes, ou plus généralement des espèces marines dans les différentes zones de leur aire de répartition, peut s'envisager selon trois points de vue : biologique, physiologique et génétique (FAGE et DRACH, 1957).

Les aspects biologique et physiologique sont uniquement envisagés ici.

Il s'agit de comparer les cycles biologiques d'une même espèce ou d'un même groupe d'espèces dans deux zones de leur aire de répartition, différentes par la latitude et en conséquence, par les facteurs climatiques, pour essayer de montrer dans quelle mesure et selon quel mécanisme

les cycles physiologiques des animaux se calquent ou non sur les cycles saisonniers.

Il faut ensuite chercher à préciser les caractéristiques principales du milieu correspondant à des populations d'espèces éloignées en latitude.

## 2. COMPARAISON DES ÉPOQUES DE REPRODUCTION DANS DIFFÉRENTES RÉGIONS

Le tableau I résume les différentes observations concernant la présence des larves d'Annélides au cours de l'année. Les lieux de recherches sont classés suivant la latitude (Tableau I, p. 289).

En considérant l'époque de plus grande abondance, le tableau fait apparaître trois types de distribution saisonnière :

- Dans les régions du Sund et du Gullmar Fjord, le point du cycle se place de juin à octobre.
- En Manche et en Atlantique, la distribution des larves a tendance à s'étaler au cours de l'année, bien qu'en hiver il y ait abondance plus marquée.
- En Méditerranée, la situation est inverse de celle des régions nordiques : le maximum du cycle se place de décembre à avril.

En ne tenant compte que des localités les plus éloignées (Gullmar Fjord, Oresund et Banyuls) en latitude, deux faits sont à retenir :

- la présence des larves pélagiques dans le plancton est relativement limitée, alors qu'elle est plus étalée dans le temps pour les localités intermédiaires;
- cette période de récolte des larves dans le plancton est située à deux époques différentes de l'année.

HANNERZ qui a étudié uniquement le cycle des *Spionidae* a mis en évidence deux maximums et deux minimums quantitatifs et qualitatifs. Le premier maximum très bref a lieu en mars et avril, et le second, à la fois plus long et plus important se place de juillet à octobre.

THORSON constate au contraire que dans le cycle global des Annélides Polychètes dans le Sund, la période d'abondance est peu marquée et mal délimitée. Cela provient du fait que tous les maximums sont déterminés par les *Spionidae* et en particulier les *Polydora* qui semblent capables de se reproduire à n'importe quel moment de l'année. La grande extension verticale des *Polydora* leur permet d'être exposés à des conditions hydrologiques différentes

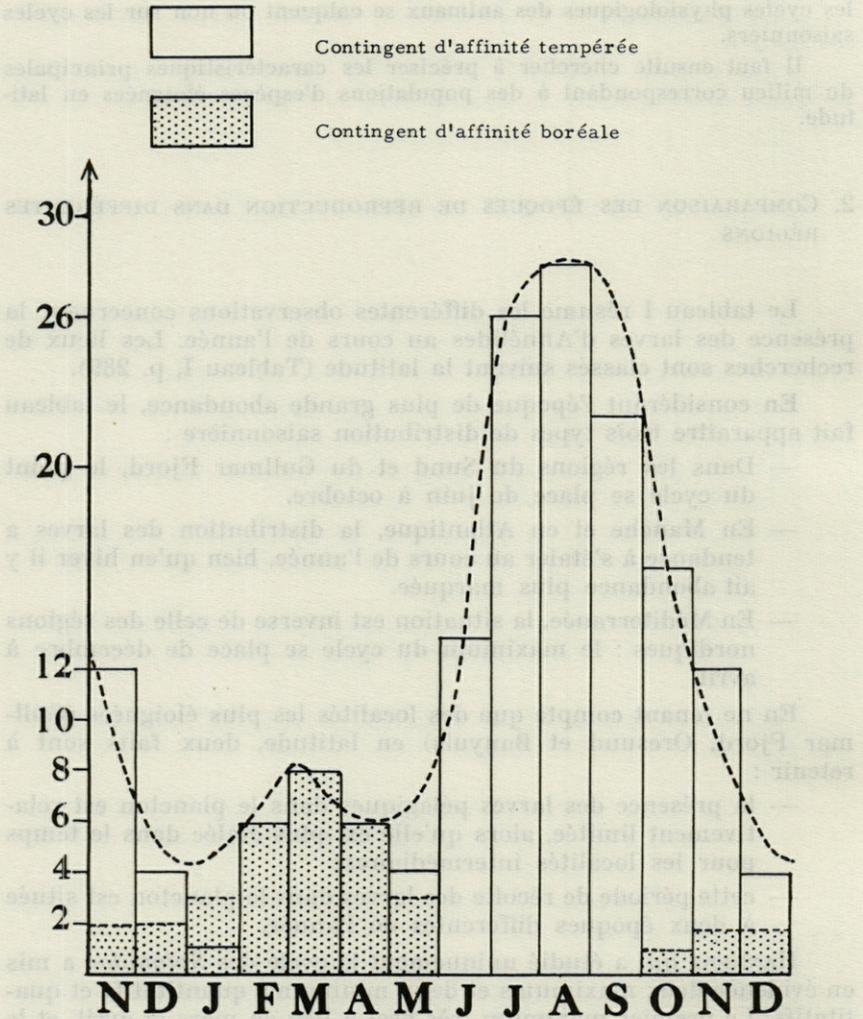


FIG. 5. — Diagramme du nombre d'espèces présentes dans le Gullmar Fjord et l'Öresund au cours de l'année pour les deux populations d'été et d'hiver.

selon la profondeur. Pour observer une période particulière de reproduction, dans le cycle établi par THORSON, il faut exclure les larves de *Spionidae*. Il apparaît alors que la majorité des Annélides se reproduit en été. Comme dans le cycle établi par HANNERZ, le minimum de larves se place en février-mars, alors que le maximum se place en juin et juillet.

Un diagramme du nombre d'espèces rencontrées chaque mois, établi d'après les données d'HANNERZ pour trois familles : *Spionidae*, *Poecilochaetidae*, *Disomidae*, et celles de THORSON, traduit la présence de deux populations bien différentes qui se succèdent au cours de l'année (fig. 5, p. 288).

- ensemble très important des espèces estivales,
- ensemble secondaire des espèces hivernales.

A Banyuls, la situation est inversée (fig. 4), et a déjà été décrite : il existe un ensemble important de larves hivernales et un ensemble secondaire de larves estivales.

### 3. LES DIFFÉRENTS CONTINGENTS EN PRÉSENCE DANS L'AIRES GÉOGRAPHIQUE CONSIDÉRÉE.

TABLEAU I : Comparaison des époques annuelles de reproduction dans différentes localités.

+ : Maximum )  
 principal ) de la période de reproduction  
 - : Maximum )  
 secondaire )

Lieu des recherches	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Gullmar Fjord (HANNERZ)					-	-			+	+	+	+
Sund (THORSON)									+	+	+	+
Plymouth (HARVEY, COOPER, LEBOUR, RUSSEL, MARE)	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-		+
Baie de Seine (LAFON, DURCHON, SAUDRAY)				+	+	+		-	-	-	-	
Roscoff (BODO)	-	-	+	+	+	+	+			-	-	-
Arcachon (CAZAUX, LUBET)	+	+	+	-	-					-	-	+
Villefranche (SENTZ-BRACONNOT)	+	+	+	+	+							
Banyuls (BHAUD)			+	+	+	+	+					
Alger (ROSE, BERNARD)	+	+	+	+	+	+						



III : Contingent d'affinité tempérée	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nerine sp I														
Nerinides tridentata														
Nerine cirratulus														
Aonides oxycephala														
Laonice cirrata														
Spiophanes bombyx														
Scolelepis ciliata														
" fuliginosa														
" girardi														
Prionospio malmgreni														
" steenstrupi														
" cirrifera														
Spio martinensis														
Microspio atlantica														
Polydora flava														
" hermaphroditica														
" antennata														
" pulchra														
" ciliata														
Poecilochaetus serpens														
Magelona														
Chaetopterus variopedatus														
Capitellidae														
Owenia fusiformis														
Myriochele														
Sabellaria spinulosa														
" alveolata														
Phalacrostemma cidariophilum														
Pectinaria														
Lanice conchilega														
Aphroditidae														
Nereis														
Nephtys														
Glycera														
Phyllodoce lineata														
Eulalia														
Mystides														
Paralacydonia paradoxa														
Polygordius														
Protodrilus														

Dans tout ce qui suit, j'admets que la période pendant laquelle se récoltent les jeunes larves d'une certaine espèce, correspond à la reproduction de l'espèce donnée. Cela n'est pas tout à fait exact. Une fois la reproduction terminée, les stades larvaires évolués se rencontrent encore pendant un court laps de temps. C'est une approximation assez bonne cependant et la seule possible dans ce travail.

La figure 6 représente en plus des époques de reproduction des différents groupes d'espèces, la variation de température de l'eau en surface au cours de l'année, d'une part à Banyuls et, d'autre part,

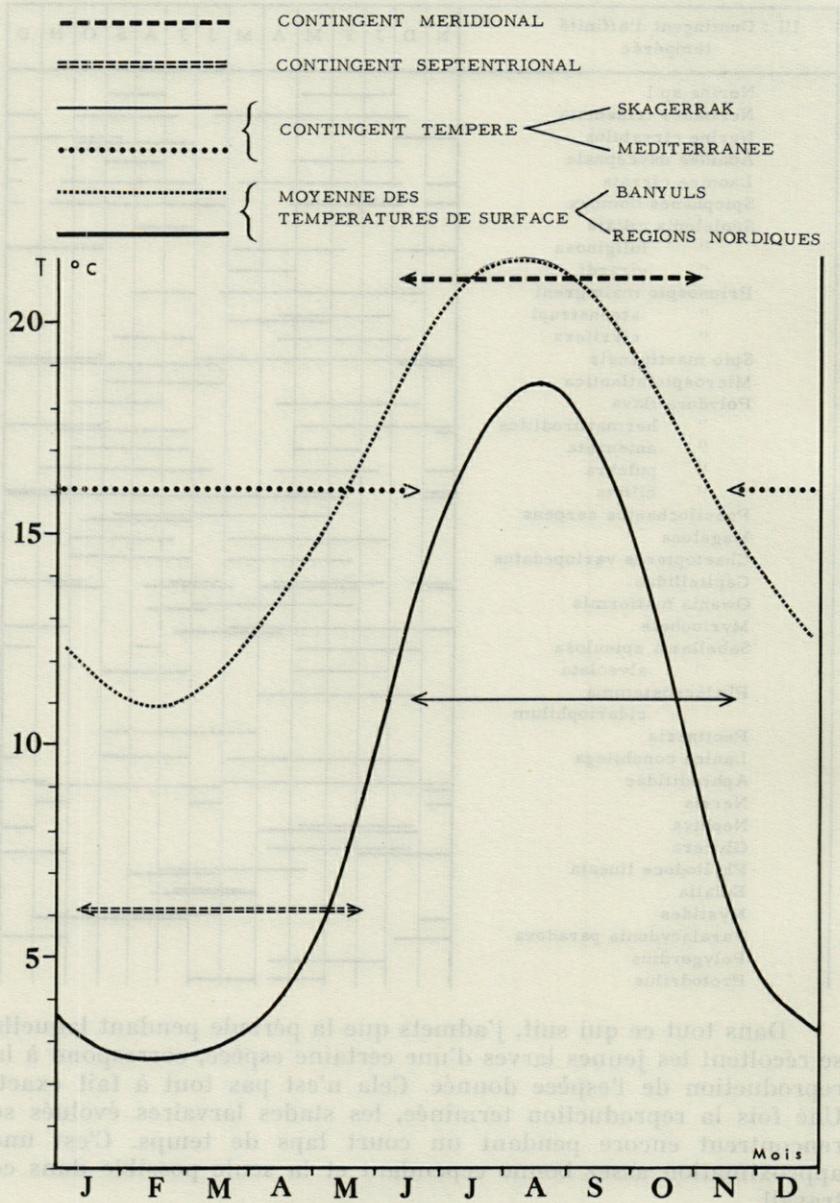


FIG. 6. — Epoque de reproduction pour les différents contingents d'Annélides Polychètes, en relation avec le cycle thermique annuel à Banyuls et dans le Gullmar Fjord.

dans les régions septentrionales. A Banyuls, la courbe de température en surface est la moyenne de 14 années (THIRIOT, 1966). Pour les régions nordiques, la courbe de température a été établie d'après les données de plusieurs auteurs : ADLER et JESPERSEN, 1920; THORSON, 1946; M. SWEDMARK, 1957; ACKEFORS, 1965. Au cours de l'année, les valeurs de la température passent par un maximum et un minimum séparés par une période de transition.

Pour chacune des deux régions comparées, il existe deux populations différentes, dont l'une (appelée ici population d'affinité tempérée) se trouve à la fois dans les deux régions.

Une première limite située au niveau de l'isotherme 18,5 °C sur la courbe relative à Banyuls isole une zone de température qui correspond à la présence des larves méditerranéennes d'été.

Une seconde limite proche de l'isotherme 8 °C isole la partie inférieure de la courbe relative au Gullmar Fjord qui correspond aux faibles températures favorables seulement à la reproduction d'espèces tempérées froides, récoltées en hiver dans les régions septentrionales.

La première limite de température correspond pour la faune méditerranéenne à la séparation des deux populations qui se reproduisent respectivement en été et en hiver.

De même, la deuxième limite correspond, pour la faune des régions nordiques, à la séparation des deux populations estivale et hivernale.

#### 4. COMPORTEMENT D'UN MÊME GROUPE D'ESPÈCES D'UN POINT À L'AUTRE DE SON AIRE DE RÉPARTITION

ORTON (1920) a été l'un des premiers auteurs à mettre en évidence l'influence de la température sur la reproduction des animaux marins. Cependant, LO BIANCO (1909) a soupçonné que la reproduction des animaux marins était liée à la température. Bien qu'il donne l'époque de reproduction pour la plupart des animaux du golfe de Naples et les tableaux de température, il n'établit pas de relation entre ces deux éléments. ORTON, au contraire, a énoncé quelques règles concernant l'influence de la température. Selon lui, il semblerait que dans les conditions normales, les animaux entrent en reproduction soit à une température définie qui est une constante physiologique de l'espèce, soit lors du minimum ou du maximum annuel de la température. Beaucoup d'animaux se reproduiraient aussi longtemps que la température reste au-dessus ou au-dessous d'un certain chiffre.

RUNNSTROM (1927) précise que les espèces qui se reproduisent dans les eaux arctiques en été, entrent en reproduction en hiver dans les régions méridionales, mais toujours aux environs d'une même température. Un tel comportement provient du fait que le développement larvaire ne peut être accompli qu'à l'intérieur d'une zone étroite de température.

THORSON (1946) apporte à la question étudiée une importante contribution. Il sépare la température qui permet la maturation des produits sexuels de celle qui induit la ponte. Ces deux températures, qui sont le plus souvent différentes, expliquent que beaucoup d'animaux en état de maturité sexuelle pendant une grande partie de l'année ne se reproduisent que pendant un laps de temps bien précis. Cette remarque est en accord avec le fait que le nombre de larves suit d'assez près les variations à court terme de la température. La figure 1 montre, entre octobre et avril, une variation inverse de la température et du nombre de larves. Les adultes toujours en état de maturité sexuelle réagissent immédiatement à une baisse de température.

Pour KORRINGA (1957), il existe deux interprétations possibles de l'effet de la température. Elle agit comme un mécanisme déclencheur qui se produit toujours à la même valeur ou bien c'est la vitesse de variation de la température qui est plus importante qu'une valeur déterminée. Par exemple, si la température de l'eau augmente lentement, la reproduction peut commencer à une température plus basse que si le gradient est plus fort.

Uniquement pour le contingent d'espèces communes aux deux régions comparées, les températures limites sont les suivantes :

Régions nordiques :

Température correspondant au début de la présence des larves : 12,5 °C et à la fin : 6,5 °C; avec un chiffre maximal de 18,5 °C.

Région méditerranéenne :

Température correspondant au début de la présence des larves : 15,5 °C et à la fin : 19,5 °C; avec un chiffre minimal de 11 °C.

On peut alors dire que pour l'ensemble de ces espèces, la présence des larves dans le plancton envisagée dans l'aire totale de distribution a lieu pour une température de l'eau de surface comprise entre 6,5 °C et 19,5 °C.

La population considérée globalement demande une zone de température assez large, interprétée comme l'échelle de température favorable au développement. L'ensemble des larves est récolté dans le plancton entre 6,5 °C et 19,5 °C, c'est-à-dire, supporte un écart de 6,5 °C de part et d'autre de la moyenne 13 °C. Cette température se produit précisément, au nord, en juin et octobre et, au sud, entre décembre et mars. Ces deux époques correspondent respectivement au maximum de larves dans le Gullmar Fjord et l'Oresund d'une part, et en Méditerranée d'autre part.

Il semble de plus que le début de la présence des larves dans le plancton nécessite une température très proche de celle qui sem-

ble optimale; l'écart est beaucoup plus grand pour la température limitant la fin de la reproduction :

Ecart à la moyenne, de la température au début de la récolte des larves :

Gullmar Fjord : 0,5 °C

Banyuls : 2,5 °C

Ecart à la moyenne, de la température à la fin de la récolte des larves :

Gullmar Fjord : 6,5 °C

Banyuls : 6,5 °C

Ces constatations ont permis à certains auteurs de mettre en doute l'action prépondérante du facteur thermique dans l'induction de la ponte. En particulier SENTZ-BRACONNOT (1964) émet l'hypothèse de la présence « d'un autre facteur qui déclencherait la ponte. En effet, les mêmes conditions de température sont réalisées au printemps et en automne ». En conséquence, les époques de présence des larves devraient être symétriques par rapport au minimum de février-mars, ou au maximum d'août. Or, il est aisé de constater que ces périodes se prolongent anormalement. Ce fait ne contredit pas les remarques précédentes, car le début et la fin de la période de présence des larves ne répondent pas au même mécanisme. Si le facteur thermique semble le plus important lors de l'apparition d'une catégorie précise de larves à l'état de très jeunes stades, il n'en est pas de même lors de la disparition de cette même catégorie à l'état de stades évolués. La vie planctonique dure un certain temps et s'achève au moment de l'apparition des stades très évolués qui précèdent la vie benthique; à cet instant la récolte des jeunes stades est depuis longtemps terminée. En admettant que la durée d'évolution moyenne d'un jeune stade jusqu'à celui qui précède la métamorphose, soit d'un mois, les températures correspondant au début et à la fin de la période de présence des larves sont considérablement rapprochées (fig. 7). En d'autres termes, la durée de récolte de l'ensemble des larves d'une espèce donnée ne correspond pas à la durée d'émission des produits sexuels.

On peut alors préciser les limites thermiques correspondant, pour les très jeunes stades planctoniques, à leur époque de récolte, pratiquement très proche de la période d'émission des jeunes embryons (ou des produits sexuels immédiatement fécondés qui donnent très rapidement les premiers stades de développement). C'est cette époque de reproduction qui correspond à la « breeding season » des auteurs anglo-saxons, époque qui n'est qu'un moment limité du cycle reproductif général des individus. En particulier, la phase de maturation des produits sexuels n'est pas prise ici en considération.

Ces limites thermiques pour les eaux de surface sont les suivantes :

	Régions nordiques - Gullmar Fjord - Oresund	Région méditerranéenne Banyuls
Début de la reproduction	12,5 °C	15,5 °C
Fin de la reproduction	11,5 °C	16 °C
Températures intermédiaires	maximale : 18,5 °C	minimale : 11 °C

Dans chacune des deux régions, les limites de température sont alors très proches les unes des autres.

Il faut remarquer qu'il existe une limitation naturelle par le milieu des époques de reproduction. C'est une limite thermique minimale, au nord, et maximale, au sud. Ainsi, à Banyuls, la température de surface passe par la valeur minimale de 11 °C. Cette limite provient de la nature du cycle thermique local (comme le chiffre de 18,5 °C pour le Gullmar Fjord).

En Méditerranée, l'échelle de température compatible avec l'époque de reproduction semble aller de 16 à 11 °C, ou pour le Gullmar Fjord, de 11,5 à 18,5 °C. En réalité, ces deux schémas se limitent l'un l'autre. Ainsi, dans le Gullmar Fjord, la reproduction ne peut se faire jusqu'à 18,5 °C, car le chiffre de 16 °C est déjà limitant à Banyuls pour les mêmes espèces.

Les conditions théoriques de la figure 6 amènent alors à conclure à un arrêt d'émission des larves au nord, pour une température inférieure à 11,5 °C, c'est-à-dire en février. Mais ce n'est pas ce qui a lieu. Il n'existe pas de discontinuité. Il faut en réalité considérer la température du fond, la seule ayant une influence sur les adultes benthiques à maturité sexuelle. D'après les données fournies par THORSON, une très forte hétérogénéité thermique caractérise la colonne d'eau, pendant l'été. A partir d'une vingtaine de mètres seulement, l'eau se refroidit considérablement et sa température près du fond est alors en accord avec les limites définies précédemment.

Sur la figure 7 ont d'abord été portées, pour les deux régions comparées, les températures de l'eau de surface compatibles avec la reproduction des espèces. Ces dernières ne sont pas sensibles à ces températures mais à celles du fond. C'est la corrélation existant entre les deux séries de valeurs thermiques qui permet d'utiliser les valeurs de surface comme limites biologiques. Ces dernières sont relatives et ce n'est qu'indirectement, par l'intermédiaire des

——— Amplitude thermique annuelle de l'eau de surface  
 ■■■■ Valeur thermique de l'eau en surface  
 - - - - - Valeur thermique de l'eau en profondeur compatibles avec la reproduction  
 N : régions nordiques M : régions méditerranéennes

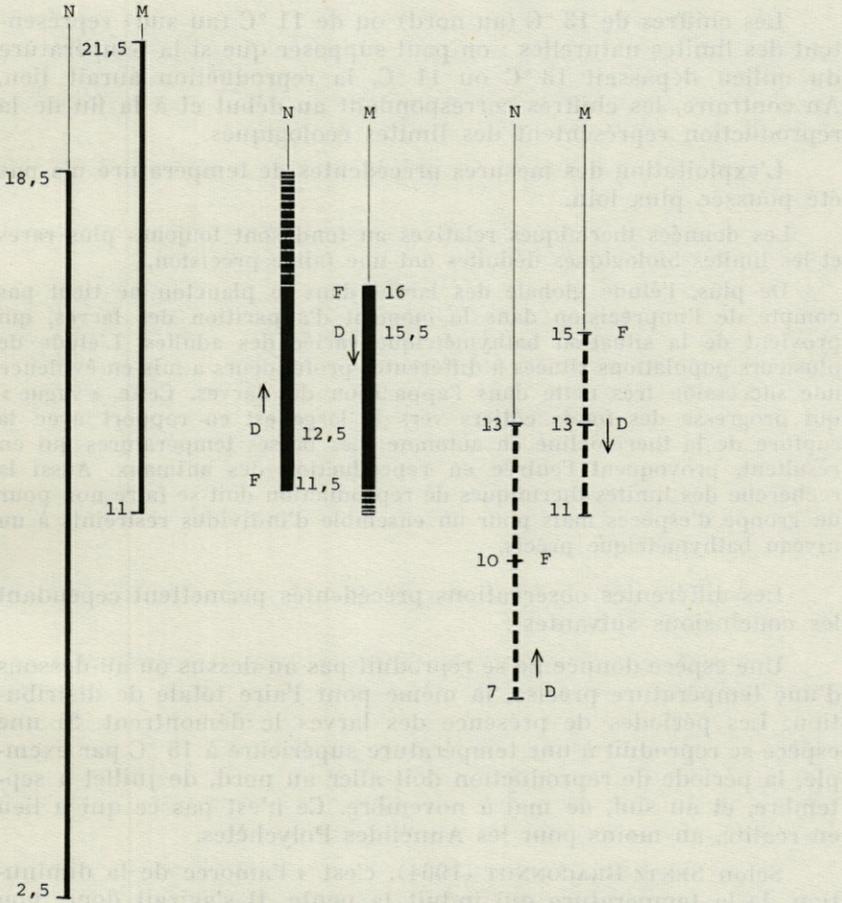


FIG. 7. — Amplitudes de la variation thermique annuelle de l'eau de surface et de profondeur correspondant à la période de reproduction des espèces dans les deux régions comparées.

limites thermiques au niveau du fond que l'on peut connaître les limites biologiques réelles.

Malgré le nombre restreint des données hydrologiques se rapportant au niveau du fond, on peut tenter de fixer ainsi les limites thermiques réelles :

Oresund : reproduction entre 7 et 10 °C en passant par le chiffre maximal de 13 °C.

Banyuls : reproduction entre 15 et 13 °C en passant par la température minimale de 11 °C (fig. 7).

Les chiffres de 13 °C (au nord) ou de 11 °C (au sud) représentent des limites naturelles : on peut supposer que si la température du milieu dépassait 13 °C ou 11 °C, la reproduction aurait lieu. Au contraire, les chiffres correspondant au début et à la fin de la reproduction représentent des limites écologiques.

L'exploitation des mesures précédentes de température n'a pas été poussée plus loin.

Les données thermiques relatives au fond sont toujours plus rares et les limites biologiques déduites ont une faible précision.

De plus, l'étude globale des larves dans le plancton ne tient pas compte de l'imprécision dans le moment d'apparition des larves, qui provient de la situation bathymétrique variée des adultes. L'étude de plusieurs populations situées à différentes profondeurs a mis en évidence une succession très nette dans l'apparition des larves. Cette « vague » qui progresse des fonds côtiers vers le large est en rapport avec la rupture de la thermocline en automne. Les basses températures qui en résultent, provoquent l'entrée en reproduction des animaux. Aussi la recherche des limites thermiques de reproduction doit se faire non pour un groupe d'espèces mais pour un ensemble d'individus restreints à un niveau bathymétrique précis.

Les différentes observations précédentes permettent cependant les conclusions suivantes :

Une espèce donnée ne se reproduit pas au-dessus ou au-dessous d'une température précise, la même pour l'aire totale de distribution. Les périodes de présence des larves le démontrent. Si une espèce se reproduit à une température supérieure à 15 °C par exemple, la période de reproduction doit aller au nord, de juillet à septembre, et au sud, de mai à novembre. Ce n'est pas ce qui a lieu en réalité, au moins pour les Annélides Polychètes.

Selon SENTZ-BRACONNOT (1964), c'est « l'amorce de la diminution de la température qui induit la ponte. Il s'agirait donc, non d'une température définie, mais d'un gradient de température ». C'est bien ce qui a lieu en Méditerranée, où le gradient est décroissant. Cependant, la comparaison de plusieurs régions amène nécessairement à considérer comme très importante la variation de température de part et d'autre d'un chiffre donné, sans tenir compte du sens de cette variation. Le fait que le début de la période de

reproduction coïncide avec une baisse ou une élévation de température selon la région étudiée a cependant une conséquence immédiate sur les larves qui se trouvent alors, les unes dans une eau qui se refroidit, les autres dans une eau qui s'échauffe. Vraisemblablement la croissance des larves sera modifiée.

Dans ce même ordre d'idée, STRELTSOV (1966) a montré, en mer de Barentz, pour *Harmothoe imbricata* une reproduction printanière et une reproduction estivale. Les larves rencontrent alors des conditions thermiques différentes, et selon cet auteur, celles de la génération printanière croissent avec la plus grande intensité, puis, lorsque la température s'élève, la croissance se ralentit.

La température semble avoir un effet inverse sur une même espèce du nord au sud de son aire de répartition : dans la partie septentrionale, le début de la reproduction a lieu lors d'une augmentation de température qui coïncide avec la diminution de l'écart entre la température optimale et celle du milieu. De même, dans la partie sud, le début de la reproduction a lieu lors d'une baisse interprétée pareillement.

Souvent, on interprète la variation de la période de reproduction d'une zone à l'autre de l'aire de distribution comme une adaptation de l'espèce. On peut dire effectivement, que si l'époque de reproduction ne variait pas, les espèces disparaîtraient. Mais, au moins en ce qui concerne le sujet étudié ici, il n'existe pas de différences physiologiques, sous-entendues dans les phénomènes adaptatifs, entre les individus d'une même espèce, quelle que soit la zone étudiée. Tous les individus répartis dans une aire géographique au climat varié, se comportent selon un même schéma : reproduction autour d'une même température qui apparaît être la moyenne des températures extrêmes prises dans toute l'aire de répartition. En conséquence, la reproduction se situe simplement à des époques différentes de l'année, selon les lieux d'observation.

Le décalage important dans l'époque de présence des larves ne suffit pas pour conclure à une variation des caractères physiologiques des individus. Elle existerait au contraire si l'époque de reproduction était la même dans deux localités aux propriétés thermiques aussi différentes que celles envisagées ici.

##### 5. ETUDE DE GROUPES D'ESPÈCES ÉLOIGNÉES EN LATITUDE

Ayant mis en évidence que la température a une importance considérable pour la reproduction et permet le groupement des espèces selon leur plus ou moins grande tolérance vis-à-vis de la température, deux conséquences apparaissent :

- les formes cosmopolites se reproduisent dans une très large échelle de température,
- les formes de haute latitude se reproduisent plus au sud lors de l'époque froide du cycle thermique de la station considérée; inversement, les espèces d'affinité méridionale se reproduisent plus au nord pendant la période chaude du cycle de température.

D'après les travaux d'HANNERZ et mes propres observations effectués dans des stations séparées par environ 10° de latitude, il est possible de mettre en évidence trois contingents ou groupes d'espèces qui diffèrent par leur cycle biologique :

— contingent des hautes latitudes ou d'affinité boréale avec les espèces suivantes : *Spio filicornis*, *Spiophanes kroyeri*, *Pygospio elegans*, *Disoma multisetosum*, *Nerine foliosa*, *Spio multioculata* ?, *Polydora caeca*, *Polydora caulleryi*, *Castalia punctata*;

— contingent des moyennes latitudes : la plupart des espèces récoltées à Banyuls;

— contingent des basses latitudes ou d'affinité méridionale : *Ranzanides sagittaria*, *Spiochaetopterus typicus*, *Phyllochaetopterus* sp., *Nerinides cantabra*, *Pectinaria koreni* ?, *Magalia perarmata*, *Oxydromus propinquus*.

La répartition géographique de ces trois groupes d'espèces a été mise en évidence d'après leur période de reproduction au cours de l'année. Il faut vérifier si cette distribution est en accord avec les listes faunistiques déjà établies.

Les espèces du contingent méridional ne sont pas connues dans l'Atlantique nord. Mais parmi celles qui forment le contingent septentrional, certaines sont signalées en Méditerranée; ces signalisations sont cependant rares et très anciennes.

*Nerine foliosa* n'est connu avec certitude que de Naples.

*Polydora caeca* a été signalé à Banyuls en 1897.

*Spio filicornis* Müller, 1776 est à séparer sans doute possible de *Spio martinensis* Mesnil, 1896. HANNERZ (1956) a montré qu'en plus de différences morphologiques portant sur la présence de crochets, il existe des différences biologiques dans la période de reproduction, entre ces deux espèces. Bien que *Spio filicornis* soit signalé en Méditerranée, il s'agit plutôt de *Spio martinensis*.

HANNERZ n'a pas identifié d'une manière certaine la larve de *Spio multioculata*. Sa distribution géographique correspond très mal à la période de reproduction indiquée. Cette espèce a été signalée avec certitude à Santander, à l'Ile Maurice, et dans le golfe de Guinée (BELLAN, 1964).

Malgré l'observation par LAUBIER (1965) puis par BELLAN (1965) d'une sous-espèce de *Spiophanes kroyeri*, qui a peut-être une écologie différente de la sous-espèce nominative, je rattache cette dernière au contingent septentrional.

Cette espèce constitue un exemple de ce que PÉRÈS (1961) appelle la submersion tropicale. Les espèces sténothermes froides ont tendance à se localiser en profondeur surtout aux basses et moyennes latitudes.

Dans le Gullmar Fjord, *Spiophanes kroyeri* se rencontre près de la côte, alors qu'en Méditerranée, à l'heure actuelle, cette espèce est « caractéristique des vases bathyales » (LAUBIER, 1965). Il faut remarquer cependant que la différence des conditions écologiques a amené, parallèlement aux modifications physiologiques, une variation de la morphologie, suffisante pour justifier la création d'une sous-espèce méditerranéenne.

*Disoma multisetosum* et *Polydora caulleryi* ne sont pas connus en Méditerranée. Seul, *Pygospio elegans* qui a été récolté dans la région de Banyuls, dans les étangs roussillonnais (LAUBIER et PARIS, 1962) et à Marseille (BELLAN, 1964) est bien répandu en Méditerranée, et semble donc cosmopolite.

*Castalia punctata* décrit par THORSON sous le nom de *Eteone barbata* (BANSE, 1956) a une période de reproduction assez large (de septembre à janvier). En baie de Kiel, les stades larvaires se rencontrent en novembre et décembre. Cette Annélide n'est pas citée par RULLIER (1963) pour la Méditerranée. Le fait que la période de reproduction ne se place pas pendant le minimum thermique annuel, montre une affinité plus méridionale que pour les autres espèces du même groupe.

En définitive, ce dernier contingent d'Annélides, qui dans les régions septentrionales se reproduit exclusivement pendant la phase froide du cycle thermique, se trouve en Méditerranée à la limite sud de son aire de répartition, ce qui explique que les représentants de ce groupe soient présents en Méditerranée, mais très peu fréquents.

Dans le même ordre d'idée que le présent travail, SVECHNIKOV (1959) a isolé quatre groupes biogéographiques d'Annélides et Mollusques.

En ce qui concerne les Annélides, le groupe de l'aire boréo-arctique comprend *Harmothoe imbricata*, *Sphaerosyllis erinaceus*, *Nerine foliosa*, *Spio filicornis*.

Celui de l'aire boréale se compose de *Castalia punctata*, *Arenicola marina*, *Pectinaria koreni*, *Heteromastus filiformis*.

*Pectinaria koreni* se reproduit en mer Blanche pendant le mois de juin (température croissant de 1,5 à 8 °C). Plus au Sud, les larves devraient se récolter en hiver. Or THORSON (1946) a observé, avec certitude, les larves de *Pectinaria koreni* de mai à août. Ces deux observations semblent donc assez contradictoires.

Dans le groupe de l'aire sud-boréale, se rangent *Nereis virens* et *Eusyllis lamelligera*.

Enfin, le groupe eurytherme comprend *Capitella capitata*, *Terebellides stroemi*.

SVECHNIKOV donne de plus une relation analogue à celle établie pour la Méditerranée, entre la température des couches d'eau superficielles en mer Blanche et les périodes de reproduction pour les quatre groupes précédents de Polychètes.

Bien que la température, en limitant la maturation et la ponte, influence la distribution géographique des animaux marins, il ne faut pas affirmer que l'aire de dispersion d'une espèce coïncide avec l'aire dans laquelle la température permet le développement larvaire. Effectivement il arrive souvent que les courants amènent dans certaines régions les larves d'animaux benthiques qui, une fois devenus adultes, ne peuvent mûrir leurs produits sexuels (THORSON, 1946; MILEIKOVSKII, 1962).

On peut dire en terminant cette étude de développement comparé dans différentes régions, que la distribution géographique, et dans une certaine mesure l'origine des animaux, marque fortement la biologie des groupes précédemment isolés. Inversement, pour établir l'appartenance géographique d'une espèce précise, il est nécessaire de considérer ses caractères écologiques, en particulier la situation de la période de reproduction au cours de l'année.

Ce chapitre accorde au facteur thermique un rôle important dans la reproduction, et l'on peut penser que cette influence est peut-être exagérée. Certes, les facteurs internes, négligés ici, ont une action certaine sur le cycle biologique des animaux; en particulier, ils les rendent réceptifs aux variations des facteurs externes. Cependant, une étude si restreinte, ne permet pas d'envisager la biologie entière de la reproduction; ainsi s'explique la limitation de ce travail, dans l'étude générale du cycle biologique des Annélides, à la phase larvaire planctonique.

#### CHAPITRE IV

### RÉPARTITION SPATIALE DES LARVES D'ANNÉLIDES

#### 1. DISTRIBUTION VERTICALE

Un caractère constant de la distribution des larves d'Annélides est leur plus grande abondance en profondeur. Toutes les séries de prises à différentes profondeurs le montrent.

*Étude quantitative*

A la station du Cap Béar (point B), des traits horizontaux ont été effectués aux profondeurs de 0, 20, 50 m. Les résultats sont traduits en pourcentages et donnent la figure 8.

Pour chaque série de trois prises, l'agitation de la mer a été indiquée. Quelle que soit cette agitation, le nombre de larves diminue de la surface vers le fond. En surface, le nombre de larves est toujours faible et peut être nul.

Dates	Mer	0m	20 m	50 m	
21/9/65	3	19	40	41	●—●—●
15/11/65	0	4	12	84	┌—┐
15/2/66	3	12	40	46	- - - - -
3/3/66	1	12	31	57	●—●—●
4/4/66	0	5	35	60	—————
4/5/66	0	0	26	74	—————

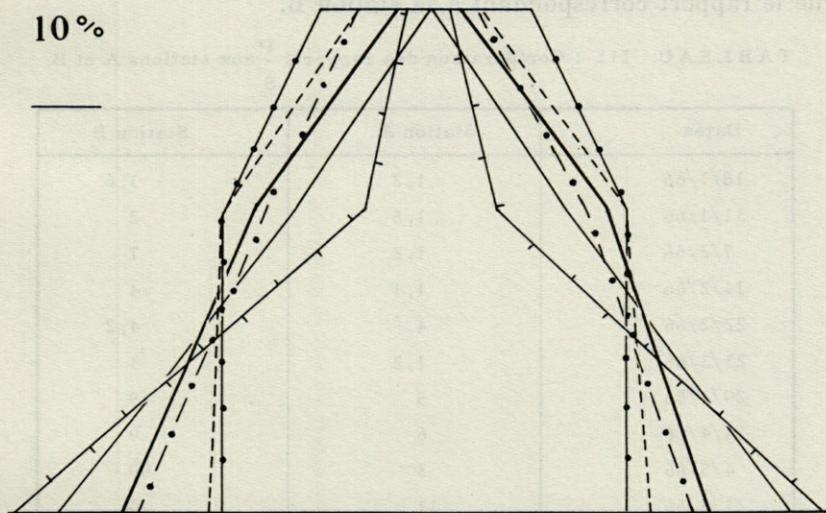


FIG. 8. — Pourcentage du nombre de larves aux profondeurs de 0, 20 et 50 mètres en relation avec l'agitation de l'eau.

Pour étudier l'influence de l'agitation de la mer sur la distribution spatiale des larves, le rapport du nombre P de larves en profondeur, au nombre S de larves en surface a été calculé pour un certain nombre de sorties. L'état de la mer est toujours noté. Ce rapport  $\frac{P}{S}$  varie fortement. Dans le cas général, il existe plus de larves près du fond. Ainsi, il peut y avoir de 15 à 20 fois (et même 40 à 50 fois) plus de larves en profondeur qu'en surface. Les rapports très grands coïncident avec une faible agitation de la mer, entraînant une dispersion des larves presque nulle. Au contraire, par mer forte, ou après une période de vent, le rapport diminue beaucoup, se rapproche de l'unité ou devient même inférieur. En d'autres termes, le rapport  $\frac{P}{S}$  est inversement proportionnel à l'agitation de la masse d'eau (fig. 9).

Le rapport  $\frac{P}{S}$  dépend aussi fortement de la profondeur du fond sur lequel sont effectués les prises. Pour deux prises réalisées à 0 et 15 mètres sur un fond de 20 mètres (cas de la station A), le contraste dans la richesse des deux prélèvements est fortement diminué ou n'apparaît pas. Cela explique que le rapport  $\frac{P}{S}$ , pour les prélèvements effectués à la station A, soit toujours plus faible que le rapport correspondant à la station B.

T ABLEAU III : Comparaison des rapports  $\frac{P}{S}$  aux stations A et B

Dates	Station A	Station B
18/1/66	1,2	1,6
31/1/66	1,5	2
7/2/66	1,2	7
14/2/66	1,1	4
22/2/66	4	4,2
23/3/66	1,2	3
29/3/66	5	9
14/4/66	6	9
4/5/66	3	50
21/5/66	11	40
23/5/66	10	42
1/6/66	4	13

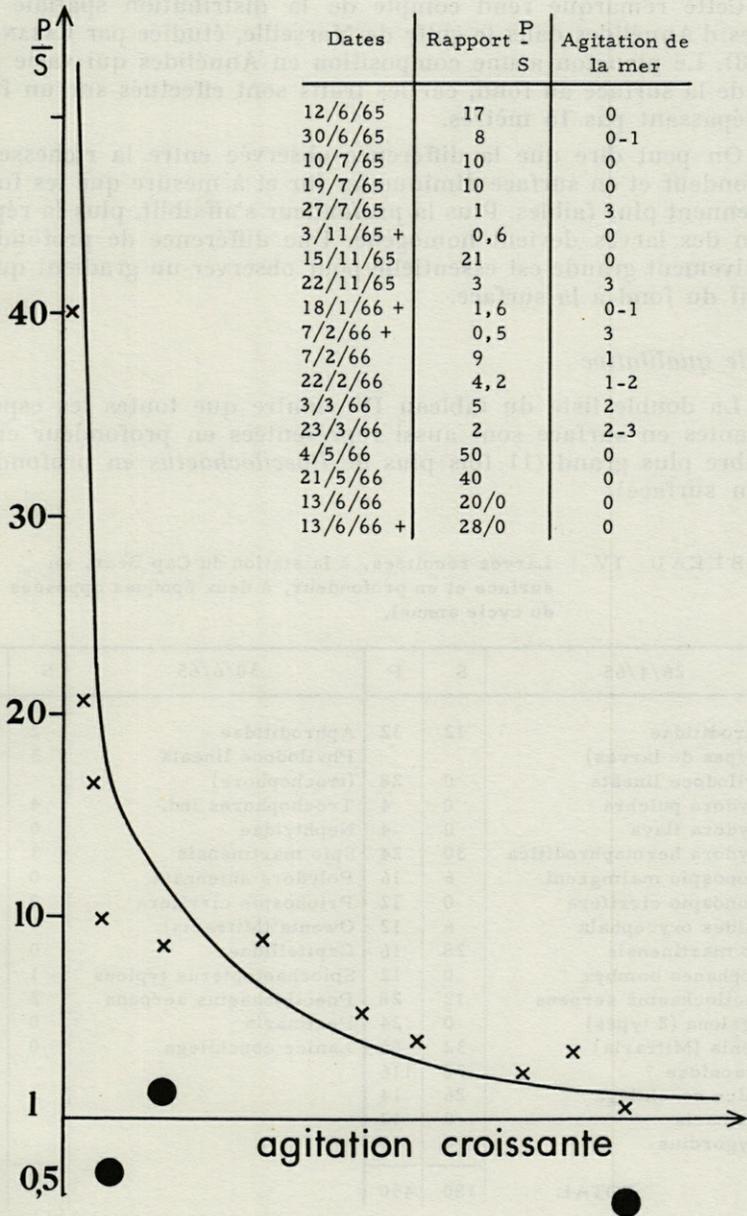


FIG. 9. — Influence de l'agitation sur la répartition verticale des larves aux stations B et A (+).

Cette remarque rend compte de la distribution spatiale des larves d'Annélides dans le golfe de Marseille, étudiée par CASANOVA (1953). Le plancton a une composition en Annélides qui varie très peu de la surface au fond, car les traits sont effectués sur un fond ne dépassant pas 15 mètres.

On peut dire que la différence observée entre la richesse en profondeur et en surface diminue au fur et à mesure que les fonds deviennent plus faibles. Plus la profondeur s'affaiblit, plus la répartition des larves devient homogène. Une différence de profondeur relativement grande est essentielle pour observer un gradient quantitatif du fond à la surface.

### Etude qualitative

La double liste du tableau IV montre que toutes les espèces présentes en surface sont aussi représentées en profondeur et en nombre plus grand (11 fois plus de *Poecilochaetus* en profondeur qu'en surface).

TABLEAU IV : Larves récoltées, à la station du Cap Béar, en surface et en profondeur, à deux époques opposées du cycle annuel.

26/4/65	S	P	30/6/65	S	P
Aphroditidae	12	32	Aphroditidae	2	8
(3 types de larves)			Phyllodoce lineata	3	1
Phyllodoce lineata	0	28	(trochophore)		
Polydora pulchra	0	4	Trochophores ind.	4	4
Polydora flava	0	4	Nephtyidae	0	1
Polydora hermaphroditica	30	24	Spio martinensis	3	8
Prionospio malmgreni	6	16	Polydora antennata	0	1
Prionospio cirrifera	0	12	Prionospio cirrifera	0	11
Aonides oxycephala	6	12	Owenia (Mitraria)	1	16
Spio martinensis	28	16	Capitellidae	0	6
Spiophanes bombyx	0	12	Spiochaetopterus typicus	1	7
Poecilochaetus serpens	12	28	Poecilochaetus serpens	2	22
Magelona (2 types)	0	24	Pectinaria	0	14
Owenia (Mitraria)	32	86	Lanice conchilega	0	2
Paraonidae ?	28	116			
Lanice conchilega	26	14			
Pectinaria	0	12			
Polygordius	0	10			
TOTAL	180	450		16	101

Les prises effectuées en profondeur sont plus riches quantitativement et aussi qualitativement. Dans l'exemple donné, 8 types

de larves récoltées en profondeur ne se retrouvent pas en surface. Il existe cependant quelques exceptions : égalité entre la surface et la profondeur pour un type de trochophore et majorité en surface pour un autre type.

La plupart des larves d'Annélides, bien que possédant des moyens de nage importants, ne peuvent se maintenir par elles-mêmes dans les couches d'eau supérieures. Les ceintures ciliées n'ont pas une puissance de nage suffisante et les larves restent près du fond. Le stade larvaire intervient aussi. Près du fond, se récoltent les larves de grande taille : *Poecilochaetidae*, *Aphroditidae*, *Chaetopteridae*, et près de la surface les mêmes familles, mais à un stade de développement antérieur. Ainsi, les trochophores sont plus abondantes en surface qu'en profondeur. En conséquence, le nombre de larves peut être supérieur en surface, et le rapport  $\frac{P}{S}$  inférieur à l'unité. Ainsi, le 3 novembre 1965, le rapport est de 0,6 : il correspond à un grand nombre de larves de *Poecilochaetus* et de *Sabellaria* en surface. Le 18 janvier 1966, il est de 1,6 : les métatrochophores d'*Aphroditidae* et de *Nephtyidae* prédominent en surface. Enfin, la prise du 7 février 1966 permet de calculer un rapport égal à 0,5. Ce prélèvement comprenait 86 trochophores de *Nephtys* en surface et 15 en profondeur. Ces différents exemples ont été enregistrés au point A sur 20 mètres de fond.

Sur la figure 9, les points qui se rangent bien en dehors de la courbe et qui correspondent à des rapports  $\frac{P}{S}$  très faibles, s'expliquent aisément par la prédominance, assez exceptionnelle, des trochophores en surface.

La fréquence des prises est trop faible pour observer les fortes concentrations de trochophores en surface. La durée du stade trochophore n'est pas très longue. Il évolue rapidement en métatrochophore, puis en nectochaete de dimension plus grande, mais avec les mêmes appareils de nage. Dès les stades métatrochophore et nectochaete, le mouvement naturel des larves est de gagner le fond. Les possibilités de déplacement de l'animal sont alors très faibles. La prédominance des jeunes stades en surface est en rapport avec leur fort phototactisme positif, qui n'est que temporaire (THORSON, 1950). Lorsque le fond n'est pas trop important, le trajet normal des larves planctoniques est donc un aller-retour à partir du fond (lieu d'émission et de fixation), en passant par les couches d'eau superficielle. Ainsi, les larves ne subiraient que très faiblement les courants. La réalité est assez éloignée de ce schéma. Le parcours normal précédemment envisagé ne s'effectue qu'en l'absence de courant, et bien souvent les larves n'atteignent jamais la surface. Le mouvement de l'eau qui disperse les larves permet aussi bien de récolter des stades âgés en surface, que des jeunes stades en profondeur.

L'étude précédente accorde une grande importance à l'agitation de l'eau dans la répartition verticale des larves. D'autres facteurs influent aussi fortement. Ainsi les différents stades d'une même larve n'ont pas la même sensibilité vis-à-vis de la lumière, et au cours d'une journée complète, la répartition verticale des larves montre une nette variation. Cette étude, encore très incomplète, sera ultérieurement précisée.

## 2. DISTRIBUTION HORIZONTALE

En plus des traits horizontaux effectués chaque semaine au point B, une radiale mensuelle de cinq stations a été réalisée en s'éloignant du rivage, de 20 à 800 mètres environ de profondeur. Des traits verticaux effectués à chaque station ont permis de mettre en évidence la décroissance du nombre de larves au fur et à mesure de l'éloignement de la côte et de l'augmentation de la profondeur (tableau V).

TABLEAU V : Nombre de larves récoltées dans une série de traits verticaux effectués en s'éloignant de la côte.

Stations	A	B	C	D	E
Distance à la côte (milles)	0,2	1,2	7	10	12
Trait vertical (mètres)	15	50	90	150	150
7/3/66	78 (780)	66 (198)	48 (144)		39 (39)
28-29/3/66	90 (900)	78 (234)	63 (100)		42 (42)
2-4/5/66	140 (1400)	260 (780)	129 (208)	75 (75)	58 (58)
18-20/5/66	210 (2100)	160 (480)	135 (216)		
1-2/6/66 - Larves	260 (2600)	360 (1080)	230 (368)	216 (216)	104 (104)
- Adultes	0 (0)	12 (36)	66 (105)	99 (99)	177 (177)
15/6/66	180 (1800)	76 (228)	48 (77)		

Même lorsque les chiffres montrent une diminution du nombre de larves vers la côte, cette diminution n'est qu'apparente. En tenant compte de la hauteur du trait vertical, le nombre de larves diminue toujours vers le large.

Dans le tableau précédent, les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de larves ramené au trait vertical le plus important correspondant à celui des points D et E. Ce calcul permet de mettre en évidence la diminution plus nette des larves vers le large.

Les larves récoltées sur les fonds importants n'ont pas la même signification que celles récoltées près de la côte. Au large, la répartition des adultes est faible qualitativement et quantitativement, et

la majorité des larves récoltées provient vraisemblablement de la zone côtière. Très éloignées du fond, ces larves n'auront pas la possibilité de se fixer et disparaîtront.

Dans l'analyse qualitative des prises, on n'observe généralement pas l'apparition de catégories larvaires nouvelles en s'éloignant de la côte. La dispersion semble donc se faire à partir des fonds situés à faible profondeur. Dans certains cas cependant, j'ai observé une différence qualitative importante entre les prises du large et celles de la côte. La radiale effectuée en direction du Rech Lacaze-Duthiers le 2 mai 1966 a montré une abondance de larves de *Chaetopterus variopedatus* plus grande au large qu'à la côte. Ainsi, au point E (à 15 milles de la côte) il était possible de récolter 30 exemplaires, 10 en C et aucun en B. Les différents points étudiés (A, B, C, D, E) constituent une radiale allant de la baie de Paulilles (point A, au Nord de Banyuls) au niveau de l'entrée du Rech Lacaze-Duthiers par 800 mètres de fond (point E). Leur emplacement exact a déjà été publié (BHAUD, JACQUES et RAZOULS, 1966).

Lorsque les fonds augmentent, le nombre d'animaux adultes s'affaiblit et par conséquent le nombre de larves diminue aussi; de plus le volume d'eau offert est considérable ce qui tend aussi à diminuer la densité des larves. Il faut de plus tenir compte de la distribution benthique vraisemblablement hétérogène, qui peut expliquer une variation qualitative de la côte vers le large.

Les résultats de la distribution spatiale des larves d'Annélides à Banyuls diffèrent assez fortement de ceux de SENTZ-BRACONNOT (1964) à Villefranche-sur-Mer. Les larves semblent réparties de façon hétérogène dans le sens horizontal, mais sans niveau préférentiel dans la colonne d'eau. De plus, les pêches effectuées à différents points de la rade, ont permis de conclure à une autonomie des larves par rapport aux faibles courants, et à une possibilité de choix du milieu ambiant, conclusion qui tend à exclure les larves du plancton. A Banyuls, les coups de filets effectués à différentes profondeurs ont toujours donné des prises différentes qualitativement et quantitativement. Il n'a pas été possible de montrer une répartition hétérogène horizontale; enfin, l'agitation de l'eau a une influence prépondérante sur la dispersion des larves qui n'ont aucune autonomie.

## CONCLUSION

La recherche des grandes étapes du développement et de leurs places dans le cycle saisonnier a conduit à définir pour la région de Banyuls deux groupes d'espèces bien distincts d'affinité tem-

pérée, d'une part, et subtropicale, d'autre part. Le premier groupe a une extension géographique importante. Aussi le cycle biologique de cet ensemble d'espèces a été comparé dans des zones géographiques éloignées : l'époque de reproduction est tout à fait différente et pratiquement décalée de six mois. Ce parallèle géographique combiné avec la notion de température optimale a permis de montrer que ces espèces, quelle que soit la localité, réagissent identiquement aux écarts entre la valeur instantanée de la température du milieu et un chiffre optimal calculé d'après la période de présence des larves. Dans cette perspective, les variations thermiques ne semblent plus avoir un effet inverse sur une même espèce du Nord au Sud de l'aire de distribution.

La répartition géographique des différents groupes d'espèces isolés déduite de leur période de reproduction, est en accord avec les listes faunistiques déjà établies : ainsi les espèces du contingent méridional ne sont pas connues dans l'Atlantique nord, et celles du contingent septentrional sont absentes ou très rares en Méditerranée.

L'étude de la distribution spatiale des larves a montré d'une part l'influence de l'agitation sur leur répartition verticale : les larves ont très peu d'autonomie et subissent l'action des courants ; d'autre part le rôle de la profondeur : au fur et à mesure qu'elle décroît, les différences qualitatives et quantitatives entre le fond et la surface diminuent.

## RÉSUMÉ

L'étude limitée à la région de Banyuls de l'époque de présence des larves d'Annélides Polychètes dans le plancton et la comparaison de cette distribution saisonnière avec celle déjà établie dans les régions septentrionales, ont permis d'obtenir les résultats suivants.

Le nombre d'espèces d'Annélides benthiques à développement pélagique est, à Banyuls, plus élevé que dans les régions de haute latitude.

En Méditerranée, existent deux contingents d'espèces : l'un se reproduit en été (contingent subtropical), l'autre, en hiver (contingent tempéré). Ce dernier se retrouve dans les régions septentrionales, mais l'époque de reproduction est décalée de six mois et se place en été. Dans ces mêmes régions, le contingent boréal se reproduit en hiver. Il existe une étroite correspondance entre la distri-

bution géographique, l'origine des ensembles précédents et leur cycle biologique.

En mettant en relation le facteur thermique et les époques de reproduction d'une espèce donnée, on peut dire que cette espèce ne se reproduit pas au-dessus ou au-dessous d'une température précise mais de part et d'autre d'une température optimale. Dans l'établissement de l'époque de reproduction, seul compte l'écart entre la température du milieu et une constante physiologique propre à l'espèce, quel que soit le lieu de récolte.

La variation de l'époque de reproduction d'une zone à l'autre de l'aire de répartition d'un contingent donné, témoigne d'une identité de comportement de l'animal vis-à-vis du facteur thermique.

#### SUMMARY

The study of the occurrence during the year in Banyuls' area of the pelagic larvae of Polychaeta, and the comparison with the results from a northern area : Gullmar Fjord and Oresund, have given to us the following results.

The number of species having pelagic larval stage is in the Mediterranean (warm-temperate or tropical) higher than in the northern seas (cold-temperate or boreal).

Two stocks of species have been isolated in the southern area and in the northern one. One stock can be found in one region as well as in the other. In Banyuls' area, the first and most important stock (temperate) has its breeding period during winter and the second one (sub-tropical) during summer. The first one is also present in the northern area but its breeding period is during summer. In the same area, winter is the breeding season for the boreal stock.

The differences observed between these two areas for the breeding seasons in correlation with the thermic variations, show that a species has not its breeding period below or above a specific temperature, but around an optimal figure which is a physiological characteristic.

Throughout the geographical range, the variations of the breeding period show an identical behaviour of the species in connection with the given thermic factor.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die, über das Auftreten der planktonischen Annelidenlarven, während des Kalenderjahres in der Umgebung von Banyuls-sur-Mer, gemachten Beobachtungen, wurden mit den in nördlichen Bereichen, während des gleichen Zeitraumes, erzielten Ergebnisse verglichen. Diese Vergleiche ergaben folgende Resultate : Die Zahl der Anneliden im pelagischen Larvenstadium im Mittelmeer ist relativ hoch.

Der Vergleich mit den, in den nördlichen Breiten, ausgeführten Untersuchungen zeigt dass im Mittelmeer die Zahl der benthischen Anneliden in pelagischem Stadium höher ist als in den nördlichen Meeren.

Zwei Gruppen wurden in den südlichen, sowie auch in den nördlichen Bereichen unterschieden. Im Mittelmeer vermehrte sich die erste Gruppe im Sommer, die zweite Gruppe im Winter.

Geographische Verbreitung und Ursprung der Arten wirken sehr stark auf deren Lebensgewohnheiten ein.

Die sich im Mittelmeer im Winter vermehrende Gruppe wird auch in den nördlichen Bereichen angetroffen. Die Brutzeit findet jedoch im Sommer statt.

Der in beiden Bereichen beobachtete Unterschied der Brutzeit derselben Art beweist dass die Brutzeit stets in unmittelbarer Nähe einer optimalen Temperatur stattfindet.

In den zwei genannten Bereichen zeigt die Art ein, in Bezug auf die thermischen Faktoren, identisches Verhalten.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABELOOS, M., 1956. Les métamorphoses. E. Colin, Paris : 1-208.
- ADLER, G. et P. JESPERSEN, 1920. Variations saisonnières chez quelques copépodes planctoniques marins. *Meddr Komm. Havunders.*, S. Plankton. Bd. II (I) : 1-46.
- ACKEFORS, H., 1965. On the zooplankton fauna at Askö. *Ophelia*, 2 : 269-280.
- ALLEN, E.J., 1915. Polychaeta of Plymouth and the South Devon coast. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 10 : 417-439.
- APPELLOF, A., 1912. Invertebrate Bottom Fauna of the Norwegian Sea and North Atlantic. In Murray and Hjort : The depths of the Ocean. London, Mac Millan.

- BELLAN, G., 1965. Contribution à l'étude des Polychètes profondes des parages de Monaco et des côtes de la Corse. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 65 (1345) : 1-24.
- BERNARD, F., 1955. Etude préliminaire quantitative de la répartition saisonnière du zooplancton de la baie d'Alger. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 52 (1065) : 1-28.
- BHAUD, M., 1966a. Larves planctoniques d'Annélides Polychètes : leur intérêt pour une meilleure connaissance faunistique. *Vie Milieu*, 17 (1 B) : 435-437.
- BHAUD, M., 1966b. Etude du développement et écologie de quelques larves de *Chaetopteridae* (Annélides Polychètes). *Vie Milieu*, 17 (3 A) : 1087-1120.
- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1966. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer : année 1965-1966 (point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1 B) : 137-151.
- BODO, F., C. RAZOULS et A. THIRIOT, 1965. Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. *Cah. Biol. mar.*, 6 : 219-254.
- BOISSEAU, J., 1962. Contribution à la faune du Bassin d'Arcachon. I. Annélides. *Bull. Stn. biol. Arcachon*, N.S. n° 16 et P.V. *Soc. Linn. Bordeaux*, 99 : 1-13.
- BRIAN, A., 1949. Osservazioni sul plankton de Porto di Genova raccolta nel settembre 1942. *Annali Mus. civ. Stor. nat. Giacomo Doria*, 63 : 52-64.
- CASANOVA, L., 1953. Les annélides du plancton dans le golfe de Marseille. *Recl Trav. Stn. mar. Endoume*, (8-3) : 29-36.
- CASANOVA, L., 1954. Note sur le développement de *Magalia perarmata* Marion et Bobretzky. *Recl Trav. Stn. mar. Endoume*, 13 : 155-162.
- CAZAUX, C., 1964. Développement larvaire de *Sabellaria alveolata* (Linné). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 62 (1296) : 1-15, 10 pl.
- CAZAUX, C., 1965. Développement larvaire de *Chaetopterus variopedatus* (Renier). *Act. Soc. linn. Bordeaux*, 102 (I) : 1-15.
- EKMAN, S., 1953. Zoogeography of the Sea. Sidgwick and Jackson. London.
- FAGE, L. et P. DRACH, 1957. Colloque international sur la biologie comparée des espèces marines dans les différents districts de leur aire de répartition. Avant projet. *Un. int. Sci. biol. s. B.* n° 24 : VII-XI.
- FRANC, A., 1951. Le zooplancton de la région de Dinard et St. Malo. *Bull. Lab. marit. Dinard*, 34 : 25-40.
- GIOAN, M., 1963. Etude sédimentologique et micropaléontologique des sédiments actuels au large de Banyuls-sur-Mer. Thèse 3° cycle Fac. Sci. Univ., Paris : 1-148.
- GOEDECKE, E., 1956. Mean values of temperature and salinity derived from periodic observations made at Helgoland Roads. *Annls biol., Copenh.*, 11 : 46-47.
- GRAVELY, F. H. a., 1909. Studies on polychaete larvae. *Q. Jl microsc. Sci.*, N.S., 53 : 597-627.
- GRAVELY, F. H. b., 1909. Polychaete larvae of Port Erin. *Proc. Trans. Lpool. biol. Soc.*, 19 (23) : 575-653.
- HANNERZ, L., 1956. Larval development of the Polychaete families *Spionidae* and *Poecilochaetidae* n. fam. in the Gullmar Fjord. *Zool. Bidr. Upps.*, 31 : 1-204.

- HARVEY, H.W., L. COOPER, M. LEBOUR and F. RUSSEL, 1935. Plankton production and its control. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 20: 407-441.
- KISELEVA, M.J., 1957. Les larves pélagiques des Polychètes de la Mer Noire. *Trudy sevastopol'. biol. Sta.*, 9: 58-112 (en russe).
- KORRINGA, P., 1957. Water temperature and breeding throughout the geographical range of *ostrea edulis*. In *Biologie comparée des espèces marines. Un. int. Sci. biol. s. B. n° 24*: 1-15.
- LAFON, M., M. DURCHON et Y. SAUDRAY, 1955. Recherches sur les cycles saisonniers du plancton. *Annls Inst. océanogr., Monaco*, 31: 1-125.
- LAUBIER, L., 1965. Quelques Annélides Polychètes de l'Atlantique, récemment signalées ou nouvelles en Méditerranée Occidentale. *Rapp. P.V. Réunion Commn int. Explor. scient. mer Méditerr.*, 18 (2): 135-138.
- LAUBIER, L., et J. PARIS, 1962. Faune marine des Pyrénées Orientales, 4. Annélides Polychètes: 1-82. Hermann, édit.
- LEBOUR, M., 1917. Note on the inshore plankton of Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 26 (4): 527-547.
- LO BIANCO, S., 1893. Gli anellidi tubicoli trovati nel Golfo di Napoli. *Atti R. Accad. Sci. fisic. e math. Naples*, ser. 2, 5 (11): 1-97.
- LO BIANCO, S., 1899. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturita sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. zool. Stn Neapel*, 13: 448-573.
- LO BIANCO, S., 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturita sessuale degli animali del Golfo di Napoli. *Mitt. zool. Stn Neapel*, 19: 513-763.
- LUBET, P., 1953. Variations saisonnières du zooplancton de la région du Bassin d'Arcachon. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 78: 204-216.
- LUBET, P., 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectinidés. Thès. Fac. Sci. Univ., Paris: 1-159.
- MARE, M., 1940. Plankton production of Plymouth and the mouth of the english Chanel in 1939. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 24: 461-482.
- MILEIKOVSKII, S.A., 1962. Character and nature of deep-water populations of eurybathic benthic forms of invertebrates with pelagic larvae taking as an exemple the Polychaeta *Euphrosyne borealis* Oersted 1843, from the North Atlantic. *Deep-Sea Res.*, 9: 531-537 et *Okeanologiya* 1961, 1 (4): 679-687 (en russe).
- ORTON, J.H., 1920. Sea temperature, breeding and distribution in marine animals. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 12: 339-366.
- PÉRÈS, J.-M., 1961. Océanographie biologique et biologie marine. I: La vie benthique. P.U.F., Paris.
- ROSE, M., 1927. Observations préliminaires sur le plancton de la région d'Alger. *Bull. Stn Agric. Pêche Castiglione*, 25 (I): 129-164.
- RULLIER, F., 1955. La pêche planctonique de larves d'Annélides polychètes et ses enseignements: microbiotopes. *Bull. Lab. marit. Dinard*, 41: 24-26.
- RUNNSTRÖM, S., 1927. Ueber die Thermopathie der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere in Beziehung zu ihrer geographischen Verbreitung. *Bergens Mus. Arb.*, 2: 1-67.
- RUSSEL, F.S., 1939. Hydrographical and biological conditions in the North Sea as indicated by plankton organisms. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 14 (2): 1-192.

- SEGERSTRALE, S.G., 1960. Investigations on Baltic populations of the bivalve *Macoma baltica*. Part 1. *Commentat. biol.*, 23 (2) : 1-72.
- SENTZ, E., 1963. Etude comparative de la richesse en larves planctoniques de différents points de la rade de Villefranche. *Rapp. P.V. Réun. Commn int. Explor. scient. mer Mediterr.*, 17 (2) : 581-584.
- SENTZ-BRACONNOT, E., 1964. Donnée écologiques sur quelques groupes de larves planctoniques de la rade de Villefranche-sur-Mer. *Vie Milieu*, 15 (3) : 503-545.
- STRELTSOV, V.E., 1966. Regularities in the post embryonic growth of the Polychaeta *Harmothoe imbricata* L. (Polychaeta Errantia) on the littoral of the southern part of the Barents Sea. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 169 (6) : 1442-1445.
- SVESHNIKOV, V.A., 1959. Types of reproduction and development of Polychaetous worms in connection with their geographical distribution. *Zool. Zh.*, 38 (6) : 829-841 (en russe avec résumé en anglais).
- SVESHNIKOV, V.A., 1961. Pelagic Polychaet larvae of the White Sea. *Zool. Zh.*, 40 (2) : 164-177 (en russe avec résumé en anglais).
- SWEDMARK, M., 1957. Variation de la croissance et de la taille dans différentes populations du Téléostéen *Gobius minutus*, in Colloque international sur la biologie comparée des espèces marines dans les différents districts de leur aire de répartition. *Un. int. Sci. biol.*, s.B, n° 24 : 163-170.
- THIRIOT, A., 1966. Variations annuelles de la température de l'eau côtière superficielle de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 17 (1B) : 242-252.
- THORSON, G., 1946. Reproduction and larval development of Danish Marine bottom invertebrates. *Meddr Kommn Danm. Fisk.-og Havunders.*, S. Plankton., Bd IV (1) : 1-523.
- THORSON, G., 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.*, 25 : 1-45.
- VATOVA, A., 1949. La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. *Nova Thalassia*, 1 (3) : 1-110.
- VERNBERG, J.F., 1962. Comparative physiology : latitudinal effects on physiological properties of animal populations. *A. Rev. Physiol.*, 24 : 517-546.
- VERNBERG, J.F. and W.B. VERNBERG, 1964. Metabolic adaptation of animals from different latitudes. *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 9 : 476-487.
- VIVES, F., 1966. Zooplankton nerítico de las aguas de Castellon. *Inv. pesq.*, 30 : 49-166.
- WILSON, D.P., 1956. Some problems in larval ecology related to the localized distribution of bottom animals. Perspectives in marine biology. *Symp. Scripps. Inst. Ocean. Univ. Calif.* : 87-103.
- YONGE, C.M., 1928. Feeding mechanisms in the Invertebrates. *Biol. Rev.*, 3 : 21-76.

Reçu le 15 décembre 1966



# COMPLÉMENT A LA FAUNE DES ÉCHINODERMES DE LA MER DE BANYULS

par G. CHERBONNIER et A. GUILLE  
*Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*  
*et Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

## SOMMAIRE

15 espèces non signalées et 21 autres, réputées rares dans la mer de Banyuls, viennent s'ajouter au catalogue précédemment publié par l'un des auteurs en 1958.

Les Echinodermes de la mer de Banyuls n'avaient, jusqu'en 1958, jamais été étudiés systématiquement dans leur ensemble. La Faune parue cette année-là avait pour base les observations des auteurs anciens, les collections assez pauvres du Laboratoire Arago mais heureusement l'abondant matériel dragué ou chaluté aux Baléares par le « Lacaze-Duthiers », et les récoltes faites par l'un de nous dans la région de Banyuls, en 1956 et en 1957. Quelques notes parues de 1958 à 1965 sont venues ajouter des précisions sur la morphologie et l'écologie de quelques espèces, et la description d'espèces nouvelles pour la Science.

Depuis, un travail considérable de prospection des divers fonds fut entrepris par de nombreux chercheurs attachés au Laboratoire ou le fréquentant, notamment par L. LAUBIER pour le coralligène des Albères, par A. GUILLE pour les fonds sablo-vaseux littoraux et par D. REYSS, à plus grande profondeur, dans les divers rechs proches de Banyuls. Les documents ainsi recueillis sont tels, tant au point de vue systématique qu'écologique, qu'il nous a paru nécessaire de publier un complément à la Faune des Echinodermes de 1958.

Cet additif, rédigé exactement comme la Faune, tient compte également, des espèces étudiées, entre temps, dans des notes séparées : *Echinus melo* Lamarck, *Echinus acutus* Lamarck, *Holothuria mammata* Grube et *Leptosynapta minuta* (Becher), ainsi que des nouvelles règles de nomenclature. Des tableaux préliminaires soulignent les acquisitions nouvelles, les espèces anciennes retrouvées récemment en plus ou moins grande abondance, les lacunes restant à combler si l'on tient compte des observations des anciens auteurs, ainsi que les espèces récoltées aux Baléares et non encore découvertes dans la région de Banyuls. Les références bibliographiques essentielles ne sont rappelées que dans le cas des espèces non signalées dans la Faune de 1958.

#### ESPÈCES NOUVELLES POUR LA RÉGION DE BANYULS

*Ophiocomina nigra* (O.F. Müller)  
*Amphiura delamarei* Cherbonnier  
*Acrocnida brachiata* (Montagu)  
*Ophiura africana* (Koehler)  
*Ophiocten abyssicum* (Marenzeller)  
*Amphilepis norvegica* (Ljungman)  
*Spatangus inermis* Mortensen  
*Holothuria mammata* Grube  
*Mesothuria intestinalis* (Ascanius)  
*Pseudothyone sculponea* Cherbonnier  
*Thyone cherbonnieri* Reys  
*Thyone gadeana* R. Perrier  
*Molpadia musculus* Risso  
*Leptosynapta inhaerens* (O.F. Müller)  
*Leptosynapta minuta* (Becher).

#### ESPÈCES SIGNALÉES ANCIENNEMENT ET RETROUVÉES À BANYULS

*Astropecten spinulosus* (Philippi)  
*Hacelia attenuata* (Gray)  
*Brisingella coronata* (O. Sars)  
*Astrospartus mediterraneus* (Risso)  
*Ophiacantha setosa* Müller et Troschel  
*Ophiura albida* Forbes  
*Echinus melo* Lamarck  
*Ova canalifera* (Lamarck)  
*Echinocardium mediterraneum* (Forbes)  
*Paracucumaria hyndmanni* (Thomson)  
*Stereoderma kirschbergi* (Heller)  
*Trachythyone tergestina* (Sars)  
*Trachythyone elongata* (Duben et Koren)

*Pseudothyone raphanus* (Duben et Koren)  
*Neocucumis marioni* (Marenzeller)  
*Oestergrenia digitata* (Montagu).

ESPÈCES RÉPUTÉES RARES À BANYULS

*Amphiura filiformis* (O.F. Müller)  
*Amphiura chiajei* Forbes  
*Ludwigia petiti* Cherbonnier  
*Thyone fusus* (O.F. Müller)  
*Amphiura apicula* Cherbonnier.

ESPÈCES SIGNALÉES ANTÉRIEUREMENT ET NON RETROUVÉES À BANYULS

*Astropecten jonstoni* (Delle Chiaje)  
*Tethyaster subinermis* Philippi  
*Ophidiaster ophidianus* (Lamarck)  
*Chaetaster longipes* (Retzius)  
*Sclerasterias richardi* (E. Perrier)  
*Ophiomyxa pentagona* Müller et Troschel  
*Brissus brissus* (Leske).

ESPÈCES DES BALÉARES INCONNUES DE LA RÉGION DE BANYULS

*Tethyaster subinermis* (Philippi)  
*Coscinasterias tenuispina* (Lamarck)  
*Ophiomyxa pentagona* Müller et Troschel  
*Ophiopsila annulosa* (Sars)  
*Ophiactis balli* (Wyville Thomson)  
*Ophioconis forbesi* (Heller)  
*Ophiura carnea* Lutken  
*Hemiaspergites Loven*  
*Brissus brissus* (Leske)

ASTEROIDEA

PHANEROZONIDA

ASTROPECTINIDAE

*Astropecten spinulosus* (Philippi)

Ecologie, répartition :

Près de la plage des Elmes, dans les rhizomes de *Posidonies*,  
profondeur 2 à 8 mètres, 1 ex. (Cherbonnier).

OPHIDIASTERIDAE

*Hacelia attenuata* (Gray)

Ecologie, répartition :

Fonds coralligènes au Sud du cap Creus, profondeur 30 m, 2 ex.; sur la paroi de l'île Maza de Oro, profondeur 70 mètres, 1 ex. (Laubier). Herbière de l'anse de Port Lligat, profondeur 12 mètres, 1 ex. (E. Warner).

FORCIPULATA

BRISINGIDAE

*Brisingella coronata* (O. Sars)

Ecologie, répartition :

Flanc ouest du rech Lacaze-Duthiers, de 240 à 300 mètres de profondeur, une dizaine d'exemplaires sur un fond vaseux; sur l'éperon situé entre le rech Lacaze-Duthiers et le rech Pruvôt, profondeur 280 mètres, 2 ex. (Reyss et Soyer). Entrée nord-est de la baie de Rosas, profondeur 130 mètres, fond vaseux, 1 ex. (Guille).

OPHIURIOIDEA

EURYALAE

GORGONOCEPHALIDAE

*Astrospartus mediterraneus* (Risso)

Ecologie, répartition :

Fonds coralligènes du cap l'Abeille, profondeur 30 mètres, 2 ex. (Laubier). Fond détritique « à Bryozoaires » du cap Béar, profondeur 45 mètres, 1 ex. dans les branches d'une *Eunicella stricta*; baie de Banyuls, fonds vaseux, profondeur 60 à 90 mètres, 1 ex. récolté au chalut (Guille).

OPHIURAE

OPHIOCOMIDAE

*Ophiocomina nigra* (O.F. Müller)

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, dans un bloc de coralligène, profondeur 30 m,

1 ex.; cap Béar, fonds coralligènes, profondeur 35 mètres, 1 ex. (Guille).

OPHIACANTHIDAE

*Ophiacantha setosa* Müller et Troschel

Ecologie, répartition :

Cap Creus, sur la paroi de l'île Maza de Oro et sur les fonds coralligènes, profondeur 50 à 70 mètres, 2 ex. (Laubier).

AMPHIURIDAE

*Amphiura chiajei* Forbes

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase grise ou vase sableuse à Turritelles, profondeur 30 à 41 mètres, très nombreux exemplaires; en plein Est au large de la baie de Banyuls, sable coquillier un peu vaseux à *Venus ovata*, profondeur 104 mètres, 1 ex.; dans le port de Port-Vendres, vase polluée avec nombreuses fibres de Posidonies, profondeur 10 mètres, 28 ex.; à l'entrée du port de Port-Vendres, vase avec gravier grossier coquillier et gravier détritique, profondeur 32 mètres, 3 ex. (Guille).

*Amphiura filiformis* (O.F. Müller)

Ecologie, répartition :

Espèce très abondante dans la baie de Banyuls, dans le sable fin vaseux, la vase grise à Turritelles, la vase mélangée de débris de coquilles et de graviers organogènes, par des profondeurs de 30 à 60 mètres; au large de Banyuls, dans le sable coquillier un peu vaseux à *Venus ovata*, entre 100 et 110 mètres, nombreux exemplaires; très abondant également à l'entrée du port de Port-Vendres, dans la vase mêlée de graviers coquilliers et organogènes ainsi que dans le sable grossier vaseux, entre 38 et 46 mètres (Guille).

*Amphiura mediterranea* Lyman

Ecologie, répartition :

Espèce peu répandue, dont deux exemplaires ont été récoltés récemment au large de Cerbère, dans un gravier organogène, par 38 mètres de profondeur (Guille).

*Amphiura apicula* Cherbonnier

Ecologie, répartition :

Relativement abondante, au cap l'Abeille, à l'intérieur des con-

crétions coralligènes situées entre 30 et 40 mètres de profondeur (Laubier et Guille).

*Amphiura delamarei* Cherbonnier

Ecologie, répartition :

Au large du cap Cerbère, dans le gravier organogène, profondeur 38 mètres, 2 ex. (Guille).

*Acrocnida brachiata* (Montagu)

Bibliographie :

Koehler, 1921 (p. 86); Tortonèse, 1965 (p. 234).

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, près de la plage, sable noir très fin, profondeur 4,50 m, 2 ex.; baie de Peyrefite, sable grossier et fin d'origine organogène, en bordure du coralligène, profondeur 16 mètres, 1 ex. (Guille).

OPHIOLEPIDAE

*Ophiura albida* Forbes

Ecologie, répartition :

En face de la jetée du Laboratoire, sable fin noir, profondeur 20 mètres, 3 ex.; en face du cap Castell, sable un peu vaseux, profondeur 28 mètres, 8 ex. dans 50 dm<sup>3</sup> de sédiment; en face du cap Oullestreil, sable, gravier, traces de vase, profondeur 55 mètres, 4 ex.; baie de Paulilles, sable un peu vaseux, profondeur 25 mètres, 6 ex.; Sud du cap Béar, vase sableuse à Turritelles, profondeur 35 mètres, 2 ex.; au large du cap Béar, gravier coquillier, profondeur 90 mètres, 1 ex.; juste en face de l'anse du Troc, gravier, profondeur 22 mètres, 6 ex. (Guille). Sable détritique du Troc, profondeur 30 mètres, 1 ex. (Laubier).

*Ophiura africana* (Koehler)

Ecologie, répartition :

Baie de Paulilles, sable un peu vaseux, profondeur 25 mètres, 2 ex.; en face du cap Oullestreil, sable vaseux, profondeur 28 m, 1 ex.; en face de la jetée du Laboratoire, sable noir, profondeur 20 mètres, 58 exemplaires dans 40 dm<sup>3</sup> de sédiment (Guille).

*Ophiocten abyssicolum* Marenzeller

Ecologie, répartition :

Au large du cap Béar, sable coquillier à *Venus ovata*, profondeur 100 mètres, 1 ex. (Guille).

AMPHILEPIDIDAE

*Amphilepis norvegica* (Ljungman)

Bibliographie : Koehler, 1924 (p. 304) ; Mortensen, 1927 (p. 222).

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase grise à Turritelles, profondeur 30 m, 1 ex. ; cap l'Abeille, vase grise à Turritelles, profondeur 33 mètres, 1 ex. ; baie de Paulilles, sable fin un peu vaseux, profondeur 18 m, 1 ex. (Guille).

ECHINOIDEA

TEMNOPLEURIDAE

*Genocidaris maculata* Agassiz

Ecologie, répartition :

Espèce caractéristique de la biocénose coralligène, souvent dans des cavités de taille moyenne, également à la surface des thalles, parfois dans l'herbier mêlé au coralligène, par des profondeurs de 15 à 40 mètres ; cap Creus, fond dur envasé (coralligène à prédominance animale), profondeur 100 mètres, 1 ex. (Laubier). Cap Oullestreil, exceptionnellement sur les encroûtements qui recouvrent les rhizomes de Posidonies (Guille, Laubier).

ECHINIDAE

*Echinus melo* Lamarck

Ecologie, répartition :

Cadaquès, fonds rocheux, profondeur 45 mètres, 2 ex. (E. Warner). Cap l'Abeille, fonds coralligènes, profondeur 30 à 42 mètres, 3 ex. (Laubier). Cap Creus, fonds rocheux, 20-40 mètres, 2 ex. (Burgi). Très rare dans la région de Banyuls, mais assez abondant sur les fonds coralligènes de la côte provençale, à partir de 35 mètres de profondeur ; nord du cap Creus, coralligène à prédominance animale, profondeur 65 à 90 mètres, une centaine d'exemplaires observés en deux heures de séjour au fond, en soucoupe plongeante (Laubier).

SPATANGOIDA

SCHIZASTERIDAE

*Ova canalifera* (Lamarck)

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase à Turritelles, profondeur 30 à 40 mètres, nombreux exemplaires; cap Béar, sables vaseux, profondeur 30 à 50 mètres, 3 ex.; entre le cap Béar et Port-Vendres, vase et coquilles, profondeur 52 mètres, 1 ex. (Guille).

SPATANGIDAE

*Spatangus inermis* Mortensen

Bibliographie : Mortensen, 1913 (p. 24); Koehler, 1927 (p. 90); Tortonèse, 1965 (p. 357).

Ecologie, répartition :

En face de la jetée du Laboratoire, sable noir, profondeur 20 mètres, 2 ex.; juste dans l'axe de l'anse du Troc, sable ou gravier, profondeur 22-25 mètres, 2 ex. (Guille).

Tous ces exemplaires sont des formes juvéniles.

LOVENIIDAE

*Echinocardium mediterraneum* (Forbes)

Ecologie, répartition :

Baie de Paulilles, face à la cartoucherie, sable noir, profondeur 6 mètres, 1 ex.; entre le cap Béar et Port-Vendres, vase et coquilles, profondeur 52 mètres, 3 ex. très petits (Guille).

*Echinocardium flavescens* (O.F. Müller)

Ecologie, répartition :

Rech du cap Creus, profondeur 220 mètres, 1 ex. (Reyss).

HOLOTHURIOIDEA

ASPIDOCHIROTIDA

HOLOTHURIIDAE

*Holothuria forskali* Delle Chiaje

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, fonds coralligènes, profondeur 30 à 35 mètres, 1 ex. de 25 mm de long (Cherbonnier). Cap Oullestreil et cap l'Abeille, fonds coralligènes (Laubier).

*Holothuria mammata* Grube

*Bibliographie* : Koehler, 1921 (p. 177); Cherbonnier, 1960 (p. 118); Tortonese, 1965 (p. 57).

Ecologie, répartition :

Cap Creus, 1 exemplaire fixé sur un bloc remonté de fonds rocheux situés par 30-35 mètres, entre le cap et l'île Maza de Oro; cap l'Abeille, 1 ex. incrusté dans un bloc des fonds coralligènes, profondeur 30-45 mètres (Cherbonnier).

SYNALLACTIDAE

*Mesothuria intestinalis* (Ascanius)

*Bibliographie* : Koehler, 1927 (p. 240); Mortensen, 1924 (p. 218); Marenzeller, 1893 (p. 7).

Ecologie, répartition :

En dragage et en chalutage dans le rech Lacaze-Duthiers et dans celui du cap Creus, entre 250 mètres et 400 mètres, 5 à 6 exemplaires à chaque prélèvement (Reyss). Roche Fountaindrau, profondeur 280-400 mètres, 1 ex. (Guille).

DENDROCHIROTIDA

CUCUMARIIDAE

*Cucumaria saxicola* Brady et Robertson

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, fonds coralligènes, 27-30 mètres, 6 ex. (Guille, Cherbonnier).

*Paracucumaria hyndmanni* (Thomson)

Ecologie, répartition :

Roche du Fountaindrau, 1 ex. (Cherbonnier). Cap l'Abeille, vase sableuse, profondeur 70 mètres, 1 ex. (Guille).

*Stereoderma kirschbergi* (Heller)

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase grise sableuse avec gravier, profondeur 60 mètres, 3 ex.; au large de la baie de Paulilles, vase à Turritelles, profondeur 42 mètres, 1 ex.; dans l'est du cap Béar, gravier coquillier, profondeur 90 mètres, 1 ex.; au large de Cerbère, gravier organogène, profondeur 38 mètres, 1 ex. (Guille). Cap l'Abeille, fonds coralligènes, profondeur 30 mètres, 1 ex. (Cherbonnier).

COLOCHIRINAE

*Trachythyone tergestina* (Sars)

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, vase grise à Turritelles, profondeur 35 à 55 mètres, 12 ex.; cap Oullestreil, vase sableuse, profondeur 37 mètres, 1 ex.; baie de Paulilles, sable vaseux, profondeur 26 mètres, 4 ex.; est du cap Béar, vase grise gluante, profondeur 88 mètres, 1 ex. (Guille).

*Trachythyone elongata* (Duben et Koren)

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, vase grise à Turritelles, profondeur 35 à 40 mètres, 14 ex.; en face du cap Oullestreil, vase sableuse, profondeur 29-37 mètres, 11 ex.; baie de Paulilles, sable vaseux à Turritelles, profondeur 26-31 mètres, 4 ex.; cap Béar, vase sableuse ou vase à Turritelles, profondeur 28-36 mètres, 10 ex.; est de Banyuls, vase sableuse avec coquilles, profondeur 80 mètres, 2 ex. (Guille).

*Ludwigia petiti* Cherbonnier

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, vase sableuse, profondeur 69-75 mètres, 1 ex. (Guille).

SCLERODACTYLINAE

*Pseudothyone raphanus* (Duben et Koren)

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, vase, profondeur 40 mètres, 2 ex.; baie de Banyuls, vase grise sableuse avec gravier, profondeur 60 mètres, 2 ex.; baie de Paulilles, sable vaseux, profondeur 20 mètres, 2 ex. (Guille).

*Pseudothyone sculponea* Cherbonnier

Bibliographie : Cherbonnier, 1958 (p. 194).

Ecologie, répartition :

Au large de Banyuls, vase, profondeur 120 mètres, 1 ex.; cap l'Abeille, vase grise, profondeur 40 mètres, 1 ex., et vase sableuse, profondeur 68-75 mètres, 1 ex.; baie de Banyuls, vase à Turritelles, profondeur 40 mètres, 3 ex. (Guille). Cap l'Abeille, fonds coralligènes, profondeur 30 mètres, 1 ex. (Cherbonnier).

*Thyone fusus* (O.F. Müller)

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase à turritelles, profondeur 40 mètres, 3 ex.; au large du cap Oullestreil, sable vaseux avec débris coquilliers, profondeur 46-52 mètres, 1 ex.; juste dans l'axe de l'anse du troc, sable, profondeur 25 mètres, 2 ex.; entrée du port de Port-Vendres, vase, gravier grossier coquillier et gravier détritique, profondeur 32 mètres, 2 ex. (Guille).

*Thyone cherbonnieri* Reys

Bibliographie : Reys, 1959 (p. 173); Madsen, 1941 (p. 36, sous le nom de *Thyone gadeana* Perrier).

Ecologie, répartition :

Cap l'Abeille, vase grise à Turritelles, profondeur 30-40 mètres, 13 ex.; baie de Paulilles, sable vaseux, profondeur 26 mètres, 2 ex., et vase à Turritelles, profondeur 31 mètres, 2 ex.; cap Oullestreil, vase sableuse, profondeur 29 mètres, 5 ex.; cap l'Abeille, sable grossier assez colmaté, en bordure sud du coralligène, profondeur 22-29 mètres, 1 ex.; cap Béar, vase, sable, gravier, profondeur 61-66 mètres, 4 ex. (Guille).

*Thyone gadeana* R. Perrier

Bibliographie : R. Perrier, 1902 (p. 510); Madsen, 1941 (p. 5, sous le nom de *Thyone wahrbergi* n. sp.).

Ecologie, répartition :

Cap Cerbère, vase, profondeur 240 mètres, 1 ex. (Cherbonnier)

## PHYLLOPHORIDAE

### THYONODIINAE

*Neocucumis marioni* (Marenzeller)

Ecologie, répartition :

Baie de Banyuls, vase à Turritelles, profondeur 40 mètres, 1 ex.;  
baie de Paulilles, vase sableuse, profondeur 23 mètres, 2 ex.; cap  
l'Abeille, vase sableuse, profondeur 70 mètres, 1 ex.; cap Béar, gra-  
viers assez fins, vase, profondeur 56 mètres, 1 ex. (Guille).

## MOLPADONIDA

### MOLPADIIDAE

*Molpadia musculus* Risso

Bibliographie : Koehler, 1921 (p. 184); Tortonèse, 1965 (p. 98).

Ecologie, répartition :

Nombreux exemplaires récoltés à la drague et au chalut dans  
le ravin Lacaze-Duthiers et dans celui du cap Creus, profondeur 250-  
400 mètres (Reyss).

## APODIDA

### SYNAPTIDAE

*Leptosynapta inhaerens* (O.R. Müller)

Ecologie, répartition :

Au large de la baie de Paulilles, sable, graviers, vase, profon-  
deur 60 mètres, 1 exemplaire juvénile (Guille). Baie de Paulilles,  
sable grossier et graviers, profondeur 14 mètres, 1 ex. (F. Monnot).  
Très nombreux petits exemplaires dans le sable à *Amphioxus* de la  
plage du Racou à Canet (Cherbonnier).

*Leptosynapta minuta* (Becher)

Bibliographie : Becher, 1906 (p. 505); Cherbonnier, 1953 (p. 165)  
et 1960 (p. 242).

Ecologie, répartition :

Extrêmement abondante dans le sable à *Amphioxus* de la plage

du Racou à Canet par 5 à 8 mètres de profondeur, ainsi que dans celui de la baie de Banyuls, entre 10 et 20 mètres (Cherbonnier et F. Monniot).

*Oestergrenia digitata* (Montagu)

Ecologie, répartition :

Commune dans les fonds vaseux et sablo-vaseux de l'étage circalittoral, de 30 à 110 mètres de profondeur. Au large du cap l'Abeille, par 50 mètres de profondeur, 19 ex. dans un dragage de 60 dm<sup>3</sup> de vase grise à Turritelles (Guille).

### RÉSUMÉ

Les auteurs signalent la présence de 15 espèces nouvelles d'Echinodermes pour la mer de Banyuls et complètent les données écologiques de 21 autres espèces réputées rares dans la faune des Echinodermes des Pyrénées-Orientales, parue en 1958, et retrouvées depuis. 7 espèces signalées par les auteurs du début du siècle à Banyuls et 9 autres récoltées aux Baléares sont encore à rechercher.

### SUMMARY

The authors mention the fact of the presence of 15 new species of Echinoderms in the Banyuls sea and brought to its end ecologic knowledge about 21 other species which are considered as very uncommon in the Echinoderms fauna of Pyrénées-Orientales, published in 1958, and discovered again since that year. 7 species discovered by the authors of the beginning of the century in Banyuls and 9 others gathered in the Balearic isles are still to be rediscovered.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Autoren erwähnen 15, für das Meer von Banyuls neue Echinodermenarten. Sie machen zusätzliche Angaben über die Oekologie von 21 anderen Arten die in der Fauna der Echinodermen, 1958 erschienen, als selten bezeichnet worden sind und die

seither wiedergefunden wurden. Sieben, am Anfang dieses Jahrhunderts erwähnte Arten aus der Gegend von Banyuls und 9 andere, die bei den Balearen gefunden worden sind, müssen noch gesucht werden.

#### BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

- BECHER, S., 1906. Ueber *Synapta minuta*, eine brutpflegende Synaptide der Nordsee, und über die contractilen Rosetten der Holothurien. *Zool. Anz.*, 30 : 505-509, fig. 1-2.
- CHERBONNIER, G., 1958. Note sur *Pseudothyone sculponea*, nouvelle espèce d'Holothurie dendrochirote de Méditerranée. *Vie Milieu*, 9 (1) : 194-198, fig. 1-2.
- CHERBONNIER, G., 1958. Faune Marine des Pyrénées-Orientales. Echinodermes. 2. Hermann, édit.
- CHERBONNIER, G., 1960. Complément à la faune échinodermique des Pyrénées-Orientales. *Vie Milieu*, 11 (1) : 238-243, fig. 1-2.
- CHERBONNIER, G., 1965. Etude comparée d'*Echinus melo* et d'*Echinus acutus* d'après les types de Lamarck et des spécimens de la Méditerranée ou de l'Atlantique. *Vie Milieu*, 16 (1-A) : 1-20, fig. 1-5.
- GUILLE, A., 1965. Sur la présence d'*Ophiocomina nigra* (O.F. Müller) dans la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 15 (3) : 803-806, fig. I.
- GUILLE, A., 1965. Exploration en soucoupe plongeante Cousteau de l'entrée nord-est de la baie de Rosas (Espagne). *Bull. Inst. océanogr.*, 65 (1357) : 1-10, fig. I, 3 pl.
- LAUBIER, L., 1966. Le coralligène des Albères, Monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr.*, 43 (2) : 137-316, fig. 1-12, pl. 1-6, 2 cartes.
- MADSEN, F.J., 1941. On *Thyone wahrbergi* n. sp., a new Holothurian from the Skagerrak, with remarks on *Thyone fusus* (O.F.M.) and other related species. *Medd. Goteborgs Mus. Zool. Avdeln.*, 85 : 3-31, fig. 1-17.
- MONNIOT, F., 1962. Recherches sur les graviers à Amphioxus de la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie Milieu*, 13 (2) : 231-322.
- MORTENSEN, Th., 1913. Die Echinodermen des Mittelmeeres. *Mith. zool. St. Neapel*, 21 (1).
- MORTENSEN, Th., 1924. Pighude (Echinoderm). *Danmarks Fauna*, n° 27.
- PERRIER, R., 1902. Holothuries. *Exp. scient. « Travailleur et Talisman »*, 1880-1883 : 273-534, fig. 1-14, pl. XII-XXII.
- REYS, J.P., 1959. *Thyone cherbonnieri* n. sp. et remarques sur le genre *Thyone* en Méditerranée. *Recl. Trav. Stn mar. Endoume*, 29 (17) : 173-178, fig. 1-6.
- REYSS, D. et J. SOYER, 1965. Etude de deux vallées sous-marines de la mer Catalane. *Bull. Inst. océanogr.*, 65 (1356) : 1-27, 8 pl.
- TORTONESE, E., 1965. Fauna d'Italia. 6. Echinodermata : 1-422, fig. 1-186.

Reçu le 27 octobre 1966

# VARIATIONS SAISONNIÈRES QUALITATIVES DES GASTÉROPODES DANS LE PLANCTON DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER (Novembre 1965 - Novembre 1966)

par Catherine THIRIOT-QUIÉVREUX  
*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

## SOMMAIRE

Dans ce travail, l'auteur donne la liste des espèces de Gastéropodes récoltés dans le plancton au cours d'un cycle annuel (une quarantaine d'espèces méroplanctoniques et vingt-cinq espèces holoplanctoniques), ainsi que leurs variations saisonnières qualitatives.

Les variations du plancton sont suivies régulièrement en trois points alignés et situés à des distances différentes de la côte :

- Point B côtier : 1,5 mille du cap Béar; fonds de 55 m; station hebdomadaire.
- Point C : 6 milles de la côte; fonds de 95 m; station bimensuelle.
- Point E : extrémité sud-est du rech Lacaze-Duthiers à 12 milles du Cap Creus; fonds de 850 m; station mensuelle.

La localisation plus précise de ces points ainsi que les données météorologiques et hydrologiques du point côtier sont indiquées par BHAUD, JACQUES et RAZOULS (1967).

Pour chacun de ces points et dans chaque prélèvement de plancton, horizontal ou vertical, effectué au moyen de filets de vide de maille de 160  $\mu$ , la détermination spécifique des Gastéropodes est faite sur 100 spécimens au minimum.

J'ai pu ainsi établir la liste des espèces de Gastéropodes présentes dans le plancton au cours du cycle annuel.

## I. — LISTE SYSTÉMATIQUE

La classification et la nomenclature adoptées sont celles de FRETTER et GRAHAM (1962) pour les Prosobranches, celles de PRUVOT FOL (1954) pour les Opisthobranches et celles de TESCH (1949) pour les Ptéropodes et les Hétéropodes.

Les principaux articles utilisés pour la détermination sont ceux de LÉBOUR (1935, 1937), THORSON (1946), FRANC (1948, 1949), TESCH (1946, 1949) et FRONTIER (1966).

Certaines larves n'ont pu être déterminées bien qu'elles soient relativement fréquentes dans le plancton. Je les ai nommées Sp. A, Sp. B, Sp. C, Sp. D; Sp. A et Sp. B sont des Mesogastropoda, Sp. C et Sp. D des Neogastropoda, probablement des Conidae.

J'ai pu différencier quelques végigères planctoniques encore inconnues, comme celles de *Simnia spelta* (THIRIOT-QUIÉVREUX, 1967) ou celles de *Littorina neritoides*, *Atlanta lesueuri*, *A. peresi* et *A. turriculata* (THIRIOT-QUIÉVREUX, en préparation).

Les espèces de certains genres n'ont pu être nommées avec certitude.

### LISTE DES ESPÈCES DE GASTÉROPODES PRÉSENTS DANS LE PLANCTON

#### PROSOBRANCHES Monotocardes

Taenioglossa (= Mesogastropoda)

Littorinacea, Littorinidae : *Littorina neritoides* (L.)

Rissoacea, Rissoidae : *Rissoa lineolata* Michaud, *Rissoa* sp. (2 espèces)

Cerithicea, Turritellidae : *Turritella communis* Risso

Caecidae : *Caecum* sp.

Cerithiidae : *Cerithiopsis tubercularis* (Montagu), *Cerithiopsis* sp., *Cerithium vulgatum* Brug ?

Triphoriidae : *Triphora perversa* (L.)

Strombacea, Aporrhaidae : *Aporrhais pespelicani* (L.)

Lamellariacea, Lamellariidae : *Velutina velutina* (Muller), *Lamellaria perspicua* (L.)

Eratoidae : *Trivia* sp.

- Cypraeacea, Cypraeidae : *Simnia spelta* (L.)  
Naticacea, Naticidae : *Natica montagui* Forbes, *Natica alderi* Forbes  
Aglossa, Aclididae : *Aclis minor* (Brown) ?  
Eulimidae : *Eulima* sp. (3 espèces)  
Pyramidellidae : non déterminés  
Heteropoda, Atlantidae : *Oxygyrus keraudreni* (Lesueur), *Atlanta le-  
sueuri* Souleyet, *A. peresi* (1) Frontier, *A. turriculata* (2) d'Orbigny,  
*A. helicinoides* Souleyet, *A. fusca* Souleyet, *A. quoyana* Souleyet (3)  
Carinariidae : *Carinaria mediterranea* (Péron et Lesueur)  
Pterotracheidae : *Pterotrachea coronata* Forskal, *Firoloida  
desmaresti* (Lesueur)  
Stenoglossa (= Neogastropoda)  
Buccinacea, Nassariidae : *Nassarius incrassatus* (Strom), *Nassarius reti-  
culatus* (L.), *Nassarius* sp.  
Toxoglossa, Conidae : *Mangelia* sp., *Philbertia linearis* (Montagu), *P. leu-  
froyi* (Smith), *P. gracilis* (Montagu), *P. purpurea* (Montagu).

OPISTHOBRANCHES

- Céphalaspides  
Gastropteridae : *Gastropteron rubrum* Rafinesque  
Philineidae : *Philine catena* Montagu, *Philine* sp.  
Retusidae : *Retusa* sp.  
Thécosomes  
Limacinidae : *Limacina inflata* d'Orbigny, *L. trochiformis* d'Orbigny  
Cavoliniidae : *Euclio cuspidata* (Bosc), *Euclio polita* (Craven), *Styliola  
subula* (Quoy et Gaimard), *Hyalocylis striata* Rang, *Creseis acicula  
acicula* Rang, *Creseis virgula conica* Rang, *Diacria trispinosa* (Le-  
sueur), *Cavolinia inflexa* Lesueur  
Peraclididae : *Peraclis bispinosa* Pelseneer  
Cymbuliidae : *Cymbulia peroni* de Blainville, *Gleba cordata* Forskal  
Gymnosomes  
Pneumodermatidae : *Pneumodermopsis paucidens* (Boas), *Pneumoderma  
sp.*  
Monostichoglosses  
Limapontiidae : *Limapontia capitata* (Muller)  
Pleurobranchidae : *Pleurobranchaea meckeli* Leue  
Nudibranches : non déterminés.

(1) J'ai nommé cette espèce *A. peresi*, espèce de Madagascar (FRONTIER, 1966) d'après les formes juvéniles et le nombre de tours des individus adultes récoltés à Banyuls.

(2) Espèce nouvelle pour la Méditerranée.

(3) Seuls 2 grands individus (3 mm) de *A. gaudichaudi* ont été trouvés à Banyuls durant l'été 1965.

## II. — VARIATIONS SAISONNIÈRES

Dans le tableau I, j'indique les résultats obtenus aux points B et C (il n'y a pas eu de sorties au point C aux mois de février et avril par suite du mauvais temps). Au point E, les prélèvements sont effectués à un rythme trop différent des autres pour que je puisse en mentionner ici les résultats.

L'analyse du tableau I permet de rattacher les espèces à deux groupes principaux :

TABLEAU I: PRESENCE MENSUELLE DES GASTEROPODES DANS LE PLANCTON

MEROPLANCTON	1965		1966											
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
Prosobranches														
Littorina neritoides			+	+	++	+								
Rissoa lineolata				+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Rissoa sp. (2 espèces)	++	++	++	+	++	+								++
Turritella communis								+	++	++	++	++	+	+
Caecum sp.									+	++	++	++	++	+
Bittium reticulatum									++	++	++	++	++	++
Cerithiopsis tubercularis									++	++	++	++	++	++
Cerithiopsis sp.									+	+	+	+	+	+
Cerithium vulgatum ?									++	++	++	++	++	+
Triphora perversa	++								++	++	++	++	++	+
Aporrhais pespelicani				+	++	+	++	++	+	+	+	+	+	+
Velutina velutina						++	+	++	++	++	++	++	++	++
Lamellaria perspicua				+	+	+	+		+					-
Trivia sp.			+	+	++	+								
Simnia spelta									+	+	-	++		
Cypraeidae ?		+										+		+
Natica alderi						++	+	++	++					
Natica montagui									++	++	++	++	+	+
Aclis minor ?									++	++	++	++	++	++
Eulima sp. (3 espèces)	++	++	++	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Pyramidellidae (non déterminés)									+	++	++	++	++	++
Nassarius sp. (3 espèces)				-	+	++	+	++	++	++	++	++	++	+
Mangelia sp. (3 espèces)			+			+	++	++	++	++	++	++	++	++
Philbertia gracilis							++	++	++	++	+			
Philbertia linearis				+		+	++	++	++	++	++	++	-	
Philbertia leufroyi								+	+	+	+	+	+	+
Philbertia purpurea											+			
Sp. A						+			+	+		++	+	
Sp. B	+	+			-	++	-	++	++	++	-	++	+	
Sp. C									+	++		+		
Sp. D								+						
Opisthobranches														
Espèces non déterminées	++	++	+	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Philine sp. (2 espèces)					++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Retusa sp.				+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Limapontia capitata			+			+	++	++	++	-		+	++	++
Gastroperon rubrum	+	+												
Pleurobranchaea meckeli	+							+	+	-	++	++	++	++
Nudibranches non déterminés	++	-	+			+	+	++	++	++	++	++	++	++

+ : présence au point "B"  
- : présence au point "C"

HOLOPLANCTON	1965		1966											
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	
<b>Hétéropodes</b>														
Oxygyrus keraudreni	L	-											+-	+-
Atlanta lesueuri	L	+-	+-	+-	+	+-	+	-	+-	+-	+-	+	+-	+-
	A	+-	+-	+-	+		+		+-	+			+-	+-
Atlanta peresi	L	+							+-	+-			+-	+-
	A									-			+	-
Atlanta turriculata	L													-
Atlanta helicinoïdes	L			+-	+				+	+-			+-	+-
	A													-
Atlanta fusca	L								+	+			+-	+-
Atlanta quoyana	L								+	+-	+-		-	-
	A									+-	+-			+-
Carinaria mediterranea	L									+-	+		+	+-
Pterotrachea coronata	L							-		+			-	+-
	A													+
Piroloida desmaresti	L	+-	+-	+-	+					+	+	+	+-	+-
	A									+			+	-
<b>Ptéropodes</b>														
Limacina inflata	L	+-	+-	+		+-	+		+	+-	+-	-		+-
	A	+-	+-	+-	+	+-	+	+-	+-	+-	+-	+-	+-	+-
Limacina trochiformis	A	+-	+							+				+
Creseis acicula acicula	L	+-	+-	+-	+				+-	+-	+-	+-	+-	+-
	A	+-	+-	+-	+				+-	+-	+-	+-	+-	+-
Creseis virgula conica	L	+-	+-	+-	+	+			+-	+-	+-	+-	+-	+-
	A	+-	+-	+-	+	+	+		+-	+-	+-	+-	+-	+-
Styliola subula	L	+-	+-	+										+
	A	+-	+-	+	+	+								+
Hyalocyclix striata	A													+
Euclio cuspidata	A			+										-
Euclio polita	A					-			-	-	+-			-
Diacria trispinosa	A	+-	-			+-								+-
Cavolinia inflexa	A	+-	+-	+	+	+-	+	+-	-	+-	+-	+-	+-	+-
Peraclis bispinosa	A			+				-	-	+-	+-	+-	+-	+-
Véligères jeunes Cavoliniidae														+-
Cymbulia peroni	L	-	+				+	+-	+-	+-	+-	-	-	+-
	A													-
Gleba cordata	L									+				
Gymnosomes (2 espèces)	L	+-	+			-				+	+-	+	-	+-
	A	-	+						+	+-	+-	+	-	+-

+ : présence au point "B"  
- : présence au point "C"

L : larves  
A : adultes

## ESPÈCES A LARVES PERANNUELLES

### Méroplancton :

Au cours du cycle étudié, j'ai récolté toute l'année les véligères de *Rissoa* sp., *Eulima* sp. et quelques Opisthobranches. Cependant, n'ayant pu faire la détermination spécifique de ces genres, il n'est pas exclu qu'on observe un caractère saisonnier au niveau de l'espèce.

### Holoplancton :

Chez les Hétéropodes, les véligères d'*Atlanta lesueuri* sont présentes toute l'année. Chez les Ptéropodes, ce sont les adultes de

*Limacina inflata* et *Cavolinia inflexa* qu'on trouve tous les mois. Les variations saisonnières de ces espèces n'ont qu'une importance quantitative.

#### ESPÈCES A SAISON DE REPRODUCTION LIMITÉE

##### *Méroplancton :*

La date d'apparition des espèces permet de séparer le méroplancton en trois groupes. Ceux-ci ne sont pas liés à une saison précise, mais le moment de leur apparition dans le cycle thermique est en rapport avec leur durée de présence dans le plancton.

Le premier groupe apparaît pendant le minimum de température, les espèces correspondantes sont présentes au plus tard jusqu'au mois de juillet. Le deuxième groupe, dont la période de reproduction commence au mois de mai (début de la période de réchauffement rapide des eaux), persiste jusqu'à la fin de la période chaude. Le troisième groupe correspond à l'époque où la température de surface atteint 20°, il est plus typiquement estival et ne dépasse guère le début du refroidissement des eaux (fin octobre).

Groupe I : *Littorina neritoides* (janvier à avril), *Aporrhais pespelicani* (février à juillet), *Velutina velutina* (mars à juin), *Lamellaria perspicua* (février à juillet), *Trivia* sp., *Natica alderi* (mars à juin), *Retusa* sp. (février à juin).

Groupe II : *Turritella communis* (mai à octobre), *Bittium reticulatum* (juin à octobre), *Cerithiopsis tubercularis* (juin à octobre), *Triphora perversa* (juin à décembre), *Philbertia gracilis* (mai à septembre), *Philbertia linearis* (mai à octobre).

Groupe III : *Cerithium vulgatum* ? (juin à novembre); *Simnia spelta* (juin à septembre), *Natica montagui* (juin à novembre), *Aclis minor* ? (juin à octobre), Sp. C (juillet à octobre), *Pleurobranchaea meckeli* (juillet à novembre).

La durée de la période larvaire est de moins de trois mois pour six espèces, de quatre à six mois pour dix-neuf espèces et supérieure à six mois pour douze espèces.

La durée de la période d'apparition des larves dans le plancton de Plymouth (LEBOUR, 1947) est bien inférieure à celle de Banyuls, ainsi *Bittium reticulatum* est présent de juillet à août à Plymouth et de juin à octobre à Banyuls.

##### *Holoplancton :*

Les végigères de *Limacina inflata*, *Creseis acicula*, *Creseis virgula* et *Styliola subula* se trouvent de juin à mars. Les adultes de

*Creseis acicula* et *Styliola subula* sont récoltés aux mêmes époques, *Creseis virgula* subsiste jusqu'en avril.

Chez les Hétéropodes, les véligères de *Firoloida desmaresti* sont présentes de juillet à février; les véligères d'*Atlanta* semblent être plus estivales.

L'holoplancton disparaît donc pratiquement de février à mars, cette période correspond à la saison la plus froide et au début du réchauffement des eaux.

L'étude quantitative au niveau spécifique montrera davantage la répartition saisonnière des espèces holoplanctoniques.

Au point côtier, le nombre d'espèces méroplanctoniques et holoplanctoniques, par mois, comparé aux moyennes mensuelles de température de surface (Fig. 1) met en évidence l'influence de la température sur les animaux adultes benthiques. La courbe d'espèces méroplanctoniques est très voisine de celle de la température. Par contre, pour le nombre d'espèces holoplanctoniques, la corrélation n'est pas nette.

En novembre 1966, le nombre d'espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques est supérieur à celui obtenu en novembre 1965. La température moyenne du mois de novembre 1965 est légèrement inférieure à celle de 1966, mais cela ne suffit pas à expliquer une telle différence.

D'autres auteurs ont étudié en Méditerranée les Mollusques dans le plancton, mais un très petit nombre détermine les véligères méroplanctoniques.

FRANC (1948), en juillet 1947 à Banyuls, note onze espèces méroplanctoniques et huit espèces holoplanctoniques; et à Alger en juin 1947, six espèces méroplanctoniques et treize espèces holoplanctoniques.

VIVES (1966), de novembre 1960 à octobre 1961 au large de Castellon, détermine onze espèces méroplanctoniques et neuf espèces holoplanctoniques. Le nombre d'espèces méroplanctoniques est maximal pendant les mois de mai à juillet, alors que celui des formes holoplanctoniques l'est de juillet à septembre.

A Banyuls, j'ai identifié une quarantaine d'espèces méroplanctoniques et vingt-cinq espèces holoplanctoniques. Le nombre maximal d'espèces du méroplancton se situe de juillet à septembre, alors que celui des espèces de l'holoplancton se trouve en juillet, puis en octobre-novembre.

La période de maximum du méroplancton à Banyuls correspond à une température de surface égale ou supérieure à 20°, cette température est atteinte à Béar (Point B) à la fin du mois de juin. Aux différentes stations étudiées par VIVES, cette même température de 20° est atteinte dès la fin du mois de mai, ce qui pourrait

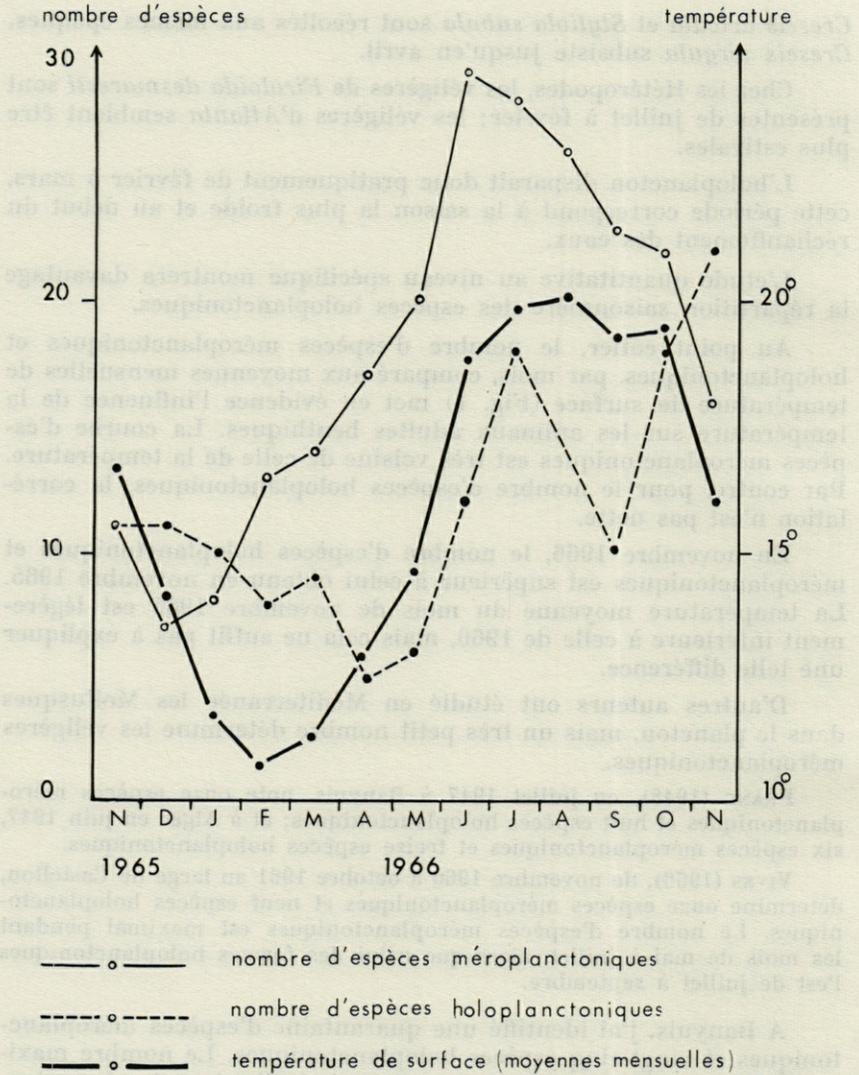


Fig. 1. — Variations mensuelles du nombre d'espèces de Gastéropodes au point B.

expliquer le développement plus précoce du méroplancton à Castellon.

Au cours de campagnes faites en Méditerranée, MENZIES (1958), FURNESTIN (1963) et RAMPAL (1963, 1965) en déterminent les Ptéropodes.

Quelques espèces mentionnées dans ces travaux n'ont pas été trouvées jusqu'ici à Banyuls : *Limacina lesueuri*, *Limacina bulimoides*, *Creseis chierchiaie*, *Cavolinia longirostris*, *Cuvierina columella* et *Diacria quadridentata*.

Le nombre d'espèces obtenues au cours de sorties effectuées aux trois points (le même jour ou à des intervalles maximums de quatre jours) est inscrit dans le tableau suivant :

	Nombre d'espèces méroplanctoniques			Nombre d'espèces holoplanctoniques		
	B	C	E	B	C	E
14-18 décembre 65 ..	3	4	3	7	8	8
22-25 janvier 66 ....	2	4	3	5	7	8
7-8 mars .....	8	7	5	4	4	8
28-30 mars .....	9	10	9	1	6	6
2-4 mai .....	14	14	13	4	4	5
1-2 juin .....	16	16	16	0	6	5
1-4 juillet .....	24	20	22	9	11	11
2-3 août .....	17	19	16	9	10	11
23-24 août .....	18	13	13	9	8	8
29-3 octobre .....	—	9	8	—	5	5
2-5 novembre .....	9	7	8	11	12	13
28-30 novembre .....	8	5	5	13	13	13

Le nombre d'espèces holoplanctoniques est toujours maximal au point E (surtout en hiver), alors que le nombre d'espèces méroplanctoniques ne montre pas de différence sensible entre les trois points.

Les espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques sont les mêmes en B, C, E; on peut cependant noter une plus grande fréquence de *Diacria trispinosa*, *Peraclis bispinosa* et *Pterotrachea coronata* au point E.

### CONCLUSION

Bien qu'ayant suivi des stations situées de 1 à 12 milles de la côte, l'étude qualitative de l'holoplancton comme celle du méroplancton ne montre pas de différence sensible entre ces stations.

L'analyse spécifique mensuelle indique que le méroplancton a un caractère saisonnier marqué, la moitié des espèces ayant une période de présence larvaire dans le plancton de quatre à six mois. Ce caractère saisonnier semble lié à la température comme le montre

le parallélisme entre les courbes du nombre d'espèces et de la température, ainsi que le décalage chronologique entre la région de Banyuls et celle de Castellon.

Pour l'holoplancton, ce caractère saisonnier n'est pas net et aucune corrélation avec la température n'a pu être mise en évidence sur le plan qualitatif.

Il est vraisemblable qu'une étude quantitative des différentes stations permettra d'ajouter d'autres renseignements.

### RÉSUMÉ

La liste systématique des espèces de Gastéropodes récoltés dans le plancton de la région de Banyuls-sur-Mer est indiquée ainsi que leurs variations saisonnières au cours du cycle étudié.

Ce cycle présente trois caractères principaux :

— il n'y a pas de différence qualitative sensible entre les trois stations étudiées (distance à la côte de 1 à 12 milles).

— le méroplancton a un caractère saisonnier marqué, lié à la température; la moitié des espèces ont une durée de présence dans le plancton de quatre à six mois.

— l'influence de la température sur l'holoplancton n'a pu être mise en évidence sur la plan qualitatif.

### SUMMARY

The systematic list of species of Gastropods gathered in the plankton of Banyuls' area is pointed out as well as their seasonal changes in the course of the considered cycle.

This cycle presents three main characters :

— there is no considerable qualitative difference between the three indicated points (distance to the coast from 1 to 12 miles);

— the meroplankton has a pronounced seasonal character related to temperature; half of species are present in plankton during four or six months;

— the effect of the temperature on holoplankton cannot have been demonstrated from the qualitative point of view.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Liste der im Plankton der Gegend von Banyuls-sur-Mer vorhandenen Gastropodenarten wird gegeben. Die jahreszeitlichen Schwankungen innerhalb eines Zyklus werden untersucht.

Dieser Zyklus zeichnet sich vor allem durch folgende drei Eigentümlichkeiten aus :

— Es besteht kein wesentlicher qualitativer Unterschied zwischen den drei Beobachtungsstationen (1 bis 12 Meilen von der Küste entfernt).

— Das Meroplankton ist temperaturabhängig. Die Hälfte der Arten werden nur während vier bis sechs Monaten im Plankton gefunden.

— Ein Einfluss der Temperatur auf das Holoplankton konnte in qualitativer Hinsicht nicht aufgezeigt werden.

## BIBLIOGRAPHIE

- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966. (Point côtier). *Vie Milieu*, 18 (1-B) :
- FRANC, A., 1948. Véligères et Mollusques Gastéropodes des baies d'Alger et de Banyuls. *J. Conch.*, Paris, 88 : 13-35.
- FRANC, A., 1949. Hétéropodes et autres Gastropodes planctoniques de Méditerranée occidentale. *J. Conch.*, Paris, 89 : 209-229.
- FRETTER, V. et A. GRAHAM, 1962. British Prosobranch Molluscs. *Ray Society*.
- FRONTIER, S., 1966. Notes morphologiques sur les *Atlanta* récoltés dans le plancton de Nosy-Bé (Madagascar). *Cah. O.R.S.T.O.M. Océanogr.*, sous presse.
- FURNESTIN, M.L., 1960. Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. *Rev. Trav. Inst. Pêch. marit.*, 24 (2) : 153-242.
- LEBOUR, M.V., 1935. The echinospira larvae of Plymouth. *Proc. zool. Soc. London*, 1935 : 163-174.
- LEBOUR, M.V., 1937. The eggs and larvae of the British prosobranchs with special reference to those living in the plankton. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 22 : 105-166.
- LEBOUR, M.V., 1947. Notes on the inshore plankton of Plymouth. *Ibid.*, 26 : 527-547.
- MENZIES, R.J., 1959. Shell bearing Pteropod Gastropods from Mediterranean plankton (Cavoliniidae). *Pubbl. Staz. zool. Napoli*, 30 : 381-401.

- PRUVOT-FOL, A., 1954. Mollusques Opisthobranches. *Faune de France*, 58.
- RAMPAL, J., 1963. Ptéropodes Thécosomes de pêches par paliers entre les Baléares, la Sardaigne et la Côte nord-africaine. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. mer Méditerr.*, 17 (3) : 637-639.
- RAMPAL, J., 1965. Ptéropodes Thécosomes indicateurs hydrologiques. *Ibid.*, 29 (4) : 393-400.
- TESCH, J.J., 1946. The Thecosomatous Pteropods. I. The Atlantic. *Dana Rep.*, 28 : 1-82.
- TESCH, J.J., 1949. Heteropoda. *Dana Rep.*, 34 : 1-55.
- THIRIOT-QUIÉVREUX, C., 1967. Observations sur le développement larvaire et postlarvaire de *Simnia spelta* L. (Gastéropode Cypuraeidae). *Vie Milieu*, 18 (1-B) : sous presse.
- THORSON, G., 1946. Reproduction and larval development of Danish Marine Bottom Invertebrates. *Meddr Kommn Danm. Fisk.-og. Havunders. S. Plankton*, Bd IV (1) : 1-523.
- VIVES, F., 1966. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellon (Mediterraneo occidental). *Invest. Pesqueras*, 30 : 49-160.

Reçu le 1<sup>er</sup> décembre 1966

# ÉVOLUTION QUANTITATIVE DES CLADOCÈRES DANS LA RADE DE VILLEFRANCHE-SUR-MER DE MARS 1963 A MARS 1964

par Suzanne RAVERA

Station Zoologique, 06 - Villefranche-sur-Mer

## SOMMAIRE

La répartition des diverses espèces de Cladocères d'un point déterminé de la baie de Villefranche-sur-Mer a été étudiée pendant plus d'une année. L'évolution annuelle et la répartition verticale des différentes espèces ont été envisagées en fonction des caractéristiques hydrologiques des eaux.

De nombreuses pêches mises à notre disposition (1) nous ont permis d'étudier l'écologie des Cladocères au point « A » (43° 39' N - 7° 17' E) situé à deux milles environ de la côte à l'aplomb du canyon prolongeant la rade de Villefranche-sur-Mer, au-dessus des fonds de 800 m environ.

Quatre espèces sont présentes dans ces eaux : *Penilia avirostris*, *Podon intermedius*, *Evadne tergestina*, *Evadne spinifera*.

Leur répartition a pu être étudiée en fonction des mois et des profondeurs, puisque les pêches ont été effectuées à des dates régulières et à des profondeurs allant de 600 mètres à 0 mètre par paliers, mais aussi en fonction de la température et de la salinité (2).

(1) par J.C. BRACONNOT, Cl. CARRÉ, J. GOY, Ph. LAVAL et E. SENTZ-BRACONNOT que nous remercions vivement.

(2) Ce présent travail a fait l'objet d'un diplôme d'Etudes Supérieures présenté à la Faculté des Sciences de Nice.

## I. — MÉTHODE ET MATÉRIEL

Il a été effectué 175 pêches verticales entre mars 1963 et mars 1964 à l'aide d'un filet fermant dont le diamètre d'ouverture est de 0,5 m et la dimension du maillage de l'ordre de 280 à 300  $\mu$ . Ces pêches ont été pratiquées, en grande majorité, le jour par paliers successifs : 600-300 m, 300-150 m, 150-100 m, 100-50 m, 50-0 m. Un certain nombre d'entre elles ont été précédées de pêches de nuit au même endroit et aux mêmes profondeurs. Les Cladocères sont triés, déterminés et comptés dans l'ensemble de la pêche.

Malgré quelques causes d'erreur dues aux méthodes de pêche et de comptage, les résultats obtenus restent comparables dans leur ensemble. En ne tenant compte que des variations d'une certaine importance, nous pensons qu'ils peuvent retracer correctement l'évolution de la population.

## II. — ÉVOLUTION DES CLADOCÈRES DANS LEUR ENSEMBLE

Nous avons comme variables : la profondeur, le temps et le nombre d'individus ramenés à une pêche verticale de 50 m.

### 1) ÉVOLUTION AU COURS DE L'ANNÉE

Pour la mettre en évidence, nous construisons une courbe en prenant en abscisse les mois et en ordonnée les nombres d'individus par pêche (fig. 1). Ces nombres présentent de très grandes variations. Pour cette raison, nous utilisons un papier quadrillé semi-logarithmique.

Pour une colonne d'eau de 50 - 0 m, nous voyons que les Cladocères présentent deux périodes optimales : l'une en juillet-août et septembre 1963, l'autre en mars 1964. En mars 1963 le nombre d'individus est également élevé.

Entre ces deux périodes se trouvent deux époques creuses : avril à juin et octobre à février.

Pour les autres couches d'eau : 150 - 50 m, 300 - 150 m, 600 - 300 m, nous obtenons des courbes qui reflètent les mêmes variations que la première, mais le nombre de Cladocères étant beaucoup plus faible les courbes sont plus basses.

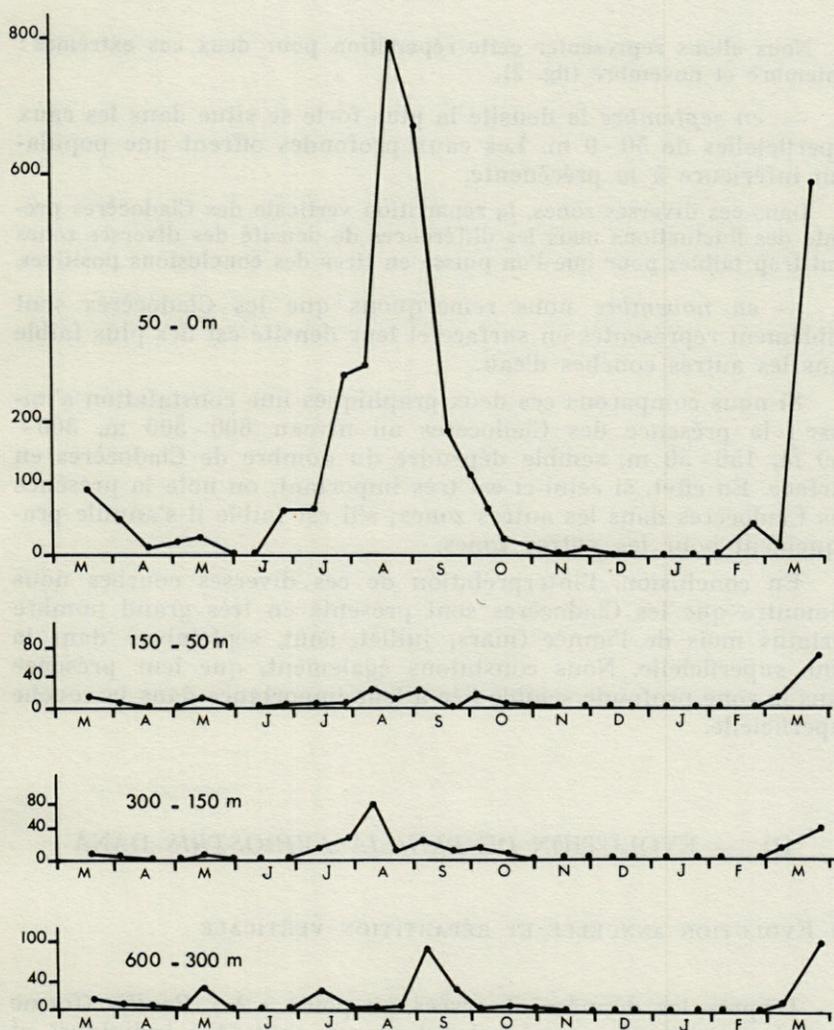


Fig. 1. — Evolution des Cladocères de mars 1963 à mars 1964 (en abscisse les mois, en ordonnée le semi-logarithme du nombre d'individus par pêche verticale de 50 m).

## 2) RÉPARTITION VERTICALE

Il est intéressant de voir plus en détail la densité de la population en fonction de la profondeur. Les coordonnées sont alors les suivantes : en ordonnée la profondeur, en abscisse le nombre d'individus ramenés à une pêche verticale de 50 m.

Nous allons représenter cette répartition pour deux cas extrêmes : septembre et novembre (fig. 2).

— *en septembre* la densité la plus forte se situe dans les eaux superficielles de 50 - 0 m. Les eaux profondes offrent une population inférieure à la précédente.

Dans ces diverses zones, la répartition verticale des Cladocères présente des fluctuations mais les différences de densité des diverses zones sont trop faibles pour que l'on puisse en tirer des conclusions positives.

— *en novembre* nous remarquons que les Cladocères sont faiblement représentés en surface et leur densité est des plus faible dans les autres couches d'eau.

Si nous comparons ces deux graphiques une constatation s'impose : la présence des Cladocères au niveau 600 - 300 m, 300 - 150 m, 150 - 50 m, semble dépendre du nombre de Cladocères en surface. En effet, si celui-ci est très important, on note la présence des Cladocères dans les autres zones; s'il est faible il s'annule pratiquement pour les autres zones.

En conclusion, l'interprétation de ces diverses courbes nous démontre que les Cladocères sont présents en très grand nombre certains mois de l'année (mars, juillet, août, septembre) dans la zone superficielle. Nous constatons également, que leur présence dans la zone profonde semble liée à leur importance dans la couche superficielle.

### III. — ÉVOLUTION DE *PENILIA AVIROSTRIS* DANA

#### 1) ÉVOLUTION ANNUELLE ET RÉPARTITION VERTICALE

D'après les données observées au point « A » *Penilia* (forme parthénogénétique) est très abondante en août (475 individus) et en septembre (516 individus). Présente au début octobre, elle devient rare en novembre et disparaît complètement les autres mois. Ceci a été observé pour la zone 50 - 0 m; pour les autres zones 600 - 300 m, 300 - 150 m, 150 - 50 m, *Penilia* montre un maximum faible mais toujours présent pour le mois de septembre.

En conclusion nos observations confirment celles de TRÉGUBOFF (1963) dont les pêches ont été effectuées entre avril 1957 et février 1962 en deux stations :

1<sup>re</sup> station : 43° 29' 5" N et 07° 31' 3" E, à plus de 14 milles au Sud du cap Ferrat et au-dessus des fonds de 2 500 m de profondeur.

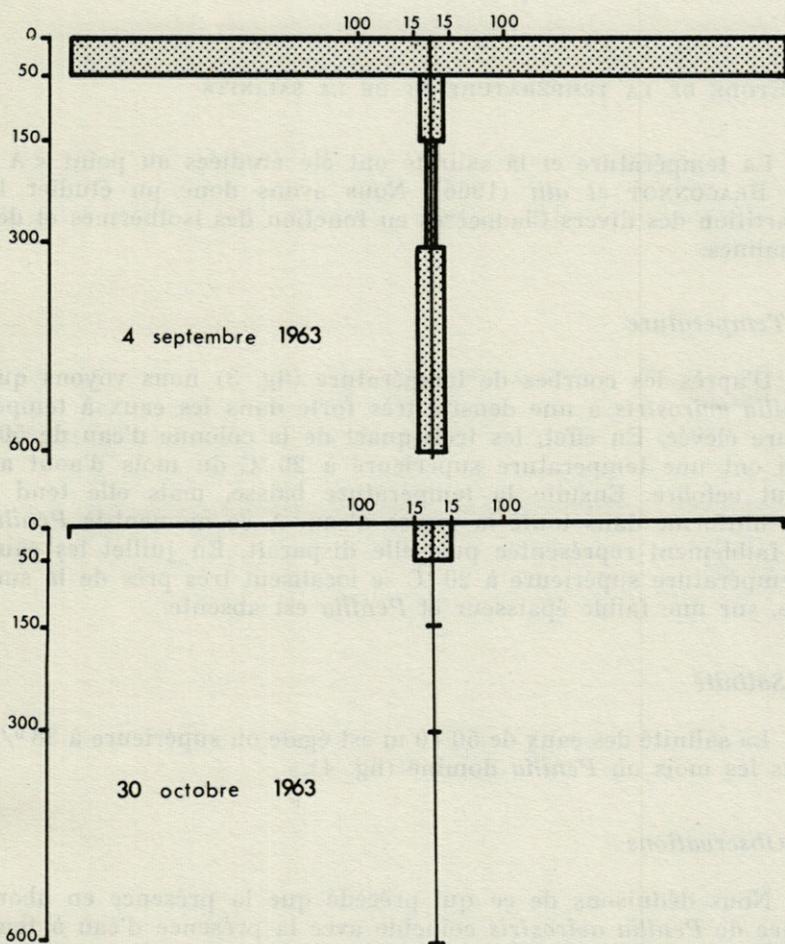


FIG. 2. — Répartition verticale des Cladocères pour deux cas extrêmes (en abscisse le semi-logarithme du nombre, en ordonnée profondeur en mètres).

2<sup>e</sup> station : 43° 31' 4'' N et 07° 18' E à 8,1 milles de la côte au-dessus des fonds de 1 650 et 1 600 m de profondeur.

TRÉGOUBOFF observe également le maximum de *Penilia* durant les mois d'août et septembre. Nous pouvons préciser, de plus, qu'au point « A » *Penilia* domine dans les eaux superficielles de 50-0 m; puisque, par exemple, nous trouvons le 4.9.63 : 516 individus dans la zone 50-0 m, contre 7 individus dans la zone 100-50 m.

## 2) ETUDE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ

La température et la salinité ont été étudiées au point « A » par BRACONNOT *et alii* (1966). Nous avons donc pu étudier la répartition des divers Cladocères en fonction des isothermes et des isohalines.

### — Température

D'après les courbes de température (fig. 3) nous voyons que *Penilia avirostris* a une densité très forte dans les eaux à température élevée. En effet, les trois-quarts de la colonne d'eau de 50 - 0 m ont une température supérieure à 20 °C du mois d'août au début octobre. Ensuite la température baisse, mais elle tend à être uniforme dans toute la masse d'eau. A ce moment-là *Penilia* est faiblement représentée puis elle disparaît. En juillet les eaux à température supérieure à 20 °C se localisent très près de la surface, sur une faible épaisseur et *Penilia* est absente.

### — Salinité

La salinité des eaux de 50 - 0 m est égale ou supérieure à 38 ‰ dans les mois où *Penilia* domine (fig. 4).

### — Observations

Nous déduisons de ce qui précède que la présence en abondance de *Penilia avirostris* coïncide avec la présence d'eau à température supérieure à 20 °C et à salinité d'environ 38 ‰ dans la zone 50 - 0 m. Il ne faut pas exclure cependant que *Penilia* soit capable de résister à des températures plus basses et de supporter des salinités plus élevées. D'après nos observations nous la rencontrons, à densité très faible, dans les zones 600 - 300 m, 300 - 150 m, 150 - 100 m, 100 - 50 m, où la température est inférieure à 15 °C et la salinité supérieure à 38 ‰.

Certains auteurs, tel que DELLA CROCE (1964) font intervenir le facteur température pour expliquer la présence de *Penilia avirostris*, mais ne donnent pas de valeurs très précises. CASANOVA (1965) étudie la répartition de *Penilia* en fonction de la salinité dans le golfe du Lion. Il conclut que *Penilia avirostris* peut être considérée en Méditerranée comme un indicateur d'eaux diluées. Si nous comparons avec le point « A », il ne semble pas, au prime abord, que *Penilia* soit un indicateur

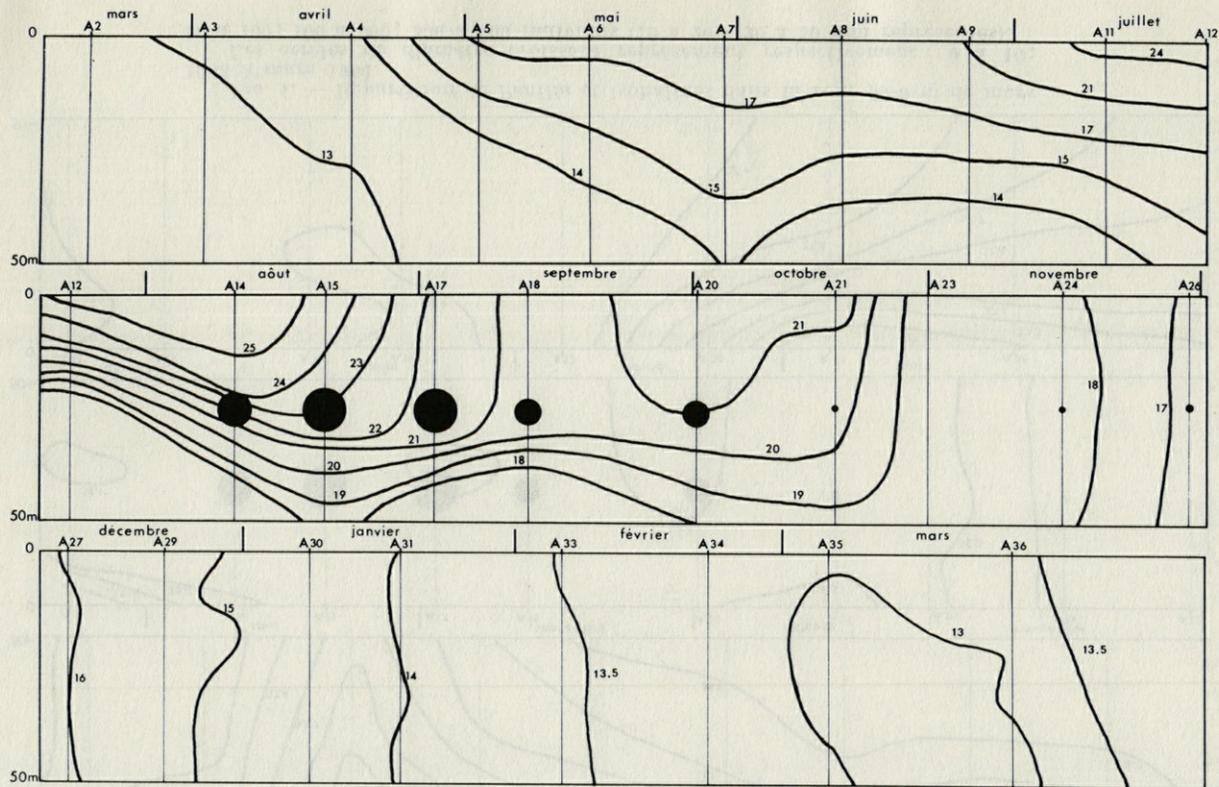


FIGURE 3. — Répartition de *Penilia* et isothermes dans la zone 50-0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 50 à 100; 100 à 300; 300 à 600 individus (10 à 20 - 20 à 50 non représentés).

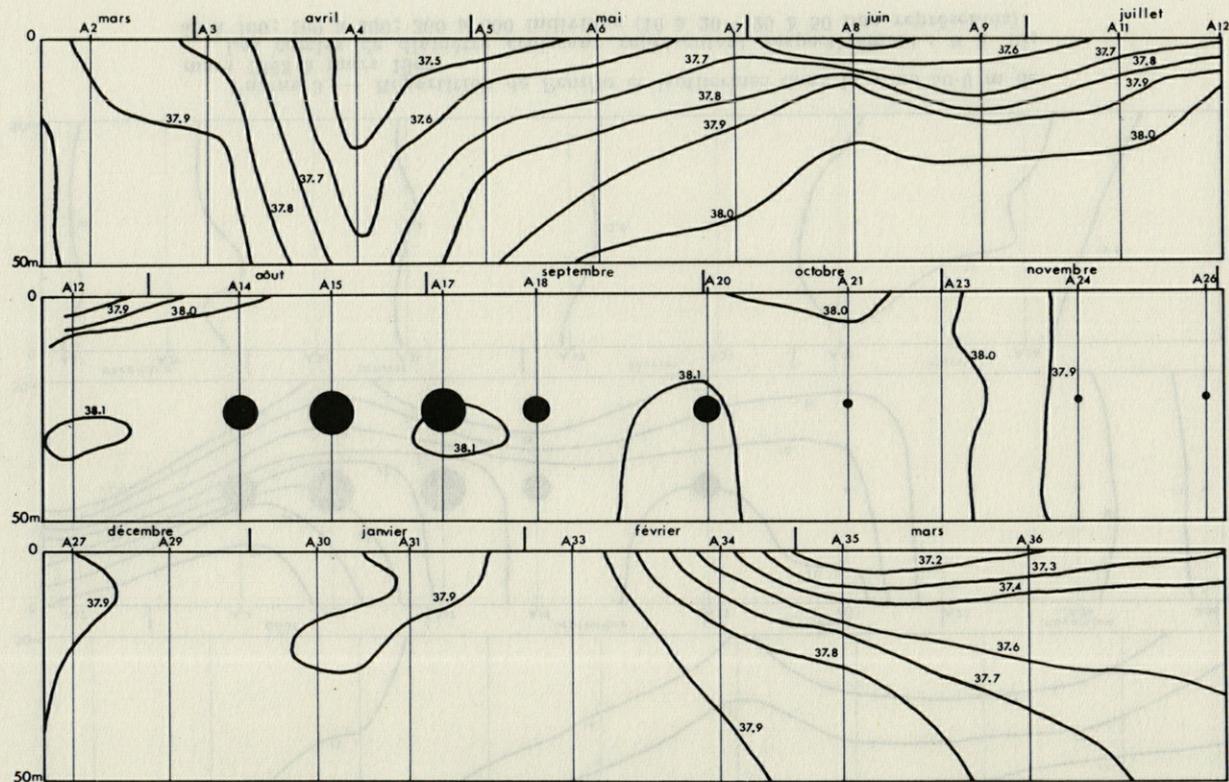


FIG. 4. — Répartition de *Penilia* et isohalines dans la zone 50-0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 50 à 100; 100 à 300; 300 à 600 individus (10 à 20 - 20 à 50 non représentés).

d'eaux diluées; sa présence coïncide au contraire avec l'apparition des eaux superficielles les plus salées de l'année. Si aux deux stations, golfe du Lion et Villefranche-sur-Mer, les salinités sont opposées, les températures sont sensiblement équivalentes (de l'ordre de 20 °C). Nous pouvons supposer que peut-être le facteur température joue un rôle prépondérant. Pour plus de précisions il faudrait faire des pêches par paliers entre 50 et 0 m, cette couche d'eau étant caractérisée par un fort gradient de température au point « A ».

### 3) ETUDE DU POTENTIEL REPRODUCTIF

Le comptage des œufs et des embryons dans la cavité incubatrice de *Penilia* est possible. Ces données sont très intéressantes à connaître car elles nous indiquent la capacité de reproduction de *Penilia* au point « A ».

Nous exprimons les chiffres obtenus en % et nous traduisons les résultats par les courbes suivantes en portant en ordonnées le pourcentage et en abscisse le nombre d'embryons ou d'œufs présents dans la cavité incubatrice pour les mois d'août, septembre et octobre (fig. 5).

Les courbes montrent que le nombre d'embryons varie de 2 à 6 et que la moyenne est de trois embryons au point « A ». Si l'on compare le mois d'août (apparition de *Penilia*) et le mois d'octobre (disparition de *Penilia*) nous constatons un fort pourcentage (30,9) de femelles à 4 embryons au début d'août tandis qu'en octobre la diminution de *Penilia* se traduit par une chute des femelles à 4 embryons (1,5) et par une augmentation des femelles à 2 embryons (24,6).

Nous remarquons que 40 % environ de la population correspond à des individus avec des œufs ou des embryons, le reste représente des Cladocères à cavité incubatrice vide. Il s'agit donc d'une population jeune, aussi bien en août qu'en septembre et octobre au point « A ».

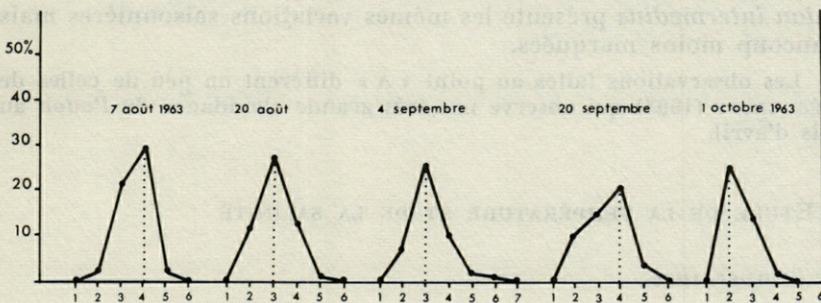


FIG. 5. — Fréquence, en pourcentage, des femelles parthénogénétiques d'après le nombre d'œufs ou d'embryons présents dans la cavité incubatrice.

Si nous comparons le potentiel reproductif de *Penilia* au point « A » aux autres stations étudiées par DELLA CROCE (1964) nous déduisons qu'au point « A » le potentiel reproductif est élevé par rapport à celui de la Spezia et de Naples (3 à 4 embryons au mois d'août contre 2 embryons) mais nous pouvons surtout conclure que le potentiel de reproduction est variable suivant les stations étudiées. Dépend-il des conditions du milieu ou de l'existence de certaines variétés de *Penilia* ? Cela reste à démontrer.

#### CONCLUSION

Nous observons une population jeune, à potentiel reproductif égal à 3, durant les mois d'août, septembre et octobre dans la zone 50 - 0 m, à une salinité de l'ordre de 38 ‰, à une température supérieure à 20 °C au point « A » de la baie de Villefranche-sur-Mer.

#### IV. — ÉVOLUTION DE *PODON INTERMEDIUS* LILLJEBORG

##### 1) ÉVOLUTION ET RÉPARTITION

Au point « A » au cours de l'année *Podon intermedius* (forme parthénogénétique) présente dans la couche 50 - 0 m, un maximum en mars (surtout vers la fin du mois : 586 individus le 25.3.64 contre 9 le 5.3.64). En avril, il est encore en nombre important mais diminue au cours des mois de mai et juin. Faiblement représenté en juillet, il est présent encore en août et disparaît de septembre à janvier.

Dans les autres zones 600 - 300 m, 300 - 150 m, 150 - 50 m, le *Podon intermedius* présente les mêmes variations saisonnières mais beaucoup moins marquées.

Les observations faites au point « A » diffèrent un peu de celles de TRÉGUBOFF (1963) qui observe une très grande abondance du *Podon* au mois d'avril.

##### 2) ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ

###### — Température

En mars 1963, où *Podon* est en nombre assez important, la température est sensiblement égale à 12° 80 dans toute la colonne

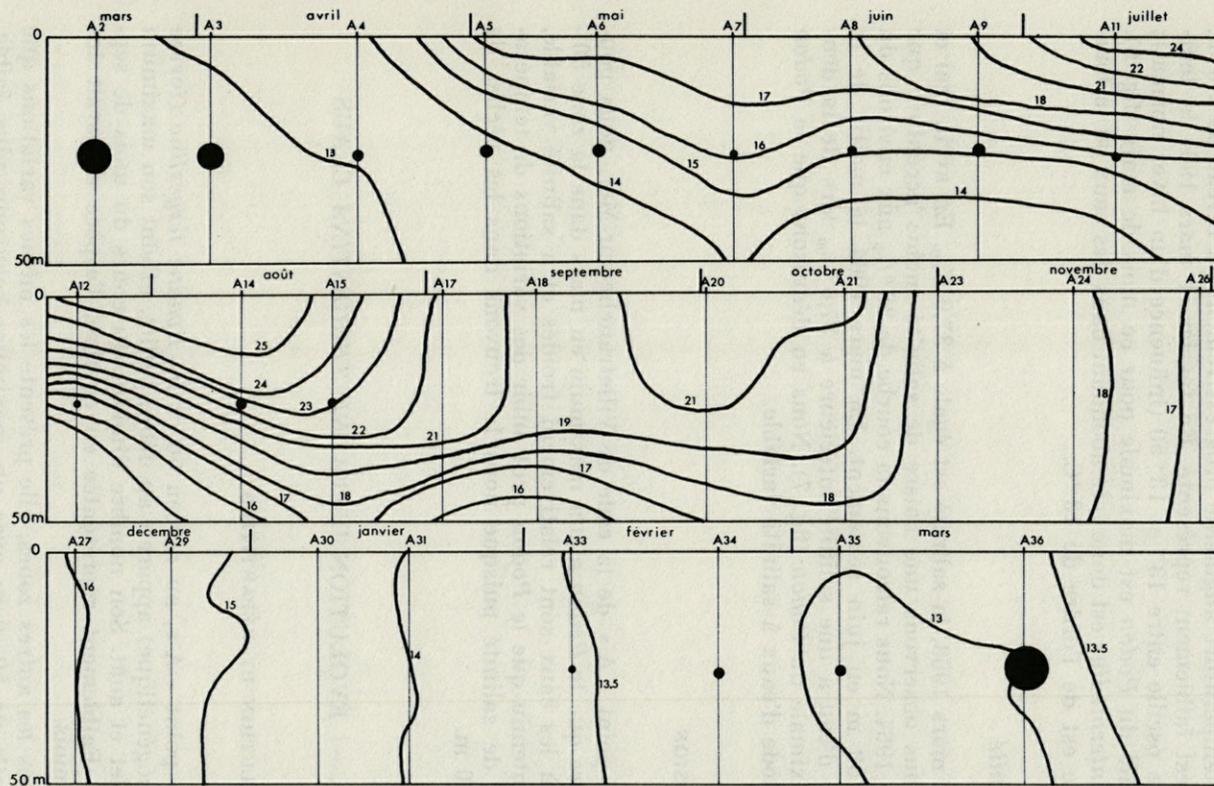


FIG. 6. — Répartition du *Podon intermedius* et isothermes dans la zone 50 à 0 m, de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 10 à 20; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300, 300 à 600 individus.

d'eau de 50 - 0 m (influence de l'hiver très froid). En avril, mai et juin la température augmente progressivement du niveau 50 à 0 m, *Podon* est faiblement représenté. En février et mars 1964 la température oscille entre 13° et 13° 50 (influence d'un hiver normal); la densité du *Podon* est maximale pour ce mois de mars (fig. 6). *Podon intermedius* est donc très abondant dans des eaux où la température est de l'ordre de 13 °C.

#### — Salinité

En mars 1963, la salinité est égale à 37,9 ‰. En avril, mai et juin, nous observons une baisse de salinité moins accentuée que celle de 1964. Nous retrouvons la courbe de 38 ‰ aux environs du niveau 50 m en juin seulement. En mars 1964 la moitié de la colonne d'eau a une salinité inférieure à 37,6 ‰ lors de la densité maximale du *Podon* (fig. 7). Nous en déduisons que le *Podon* s'accommode d'eaux à salinité variable.

#### CONCLUSION

Au point « A » de la rade de Villefranche-sur-Mer, nous pouvons dire que le *Podon* a son maximum en mars dans la zone 50 - 0 m, où les eaux sont relativement froides et à salinité variable, étant entendu que le *Podon* peut subir des variations de température et de salinité puisque nous le trouvons dans les pêches de 600 à 50 m.

### V. — ÉVOLUTION D'*EVADNE TERGESTINA* CLAUS

#### 1) ÉVOLUTION ET RÉPARTITION

Au point « A », au niveau 50 - 0 m, *Evadne tergestina* (forme parthénogénétique) apparaît au début juillet, atteint son maximum en juillet et août. Son nombre diminue au cours du mois de septembre. Faiblement représentée en octobre, l'espèce disparaît les autres mois.

Dans les autres zones, elle présente les mêmes variations que dans celle de 50 - 0 m avec un maximum beaucoup plus faible, situé toujours en juillet et août.

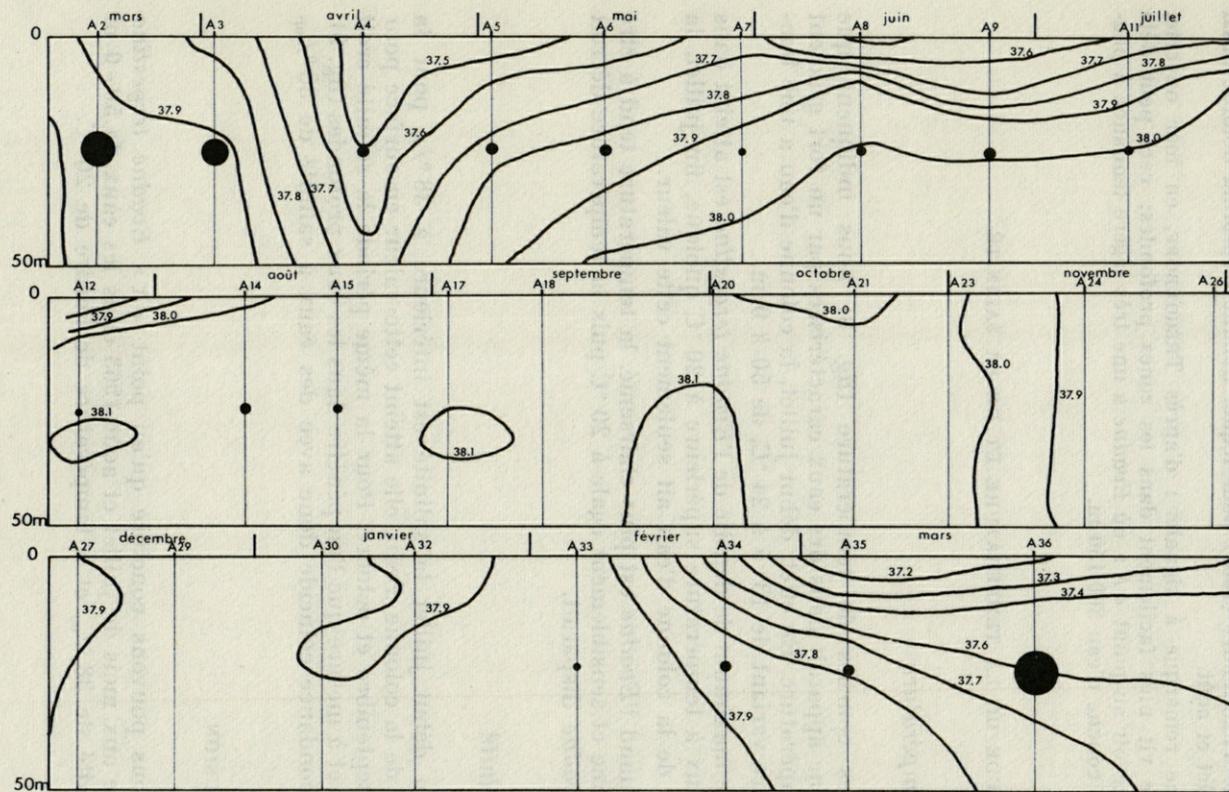


FIG. 7. — Répartition du *Podon intermedius* et isohalines de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 10 à 20; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300; 300 à 600 individus.

Nous remarquons que nos résultats au point « A » concordent avec ceux de TRÉGOUBOFF (1963) pour lequel *Evadne tergestina* domine aussi en juillet et août.

Une remarque à signaler : d'après TRÉGOUBOFF, en mer ouverte, *Evadne* vit plus facilement dans les zones profondes; ceci peut déjà s'apercevoir au point « A » où *Evadne* a une très légère tendance à peupler la couche d'eau 300-150 m.

## 2) ETUDE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ

### — *Température*

Les courbes de température (fig. 8) nous indiquent que l'*Evadne* apparaît dans des eaux caractérisées par un fort gradient de température. En effet, début juillet, la colonne d'eau a une température variant de 13° 5 à 24 °C, de 50 à 0 m.

Le maximum de densité de l'*Evadne tergestina* est atteint dans des eaux à température supérieure à 20 °C quoique, fin juillet, la moitié de la colonne d'eau ait seulement cette valeur.

Quand l'*Evadne* est plus clairsemé, la température tend à être uniforme et sensiblement égale à 20 °C puis la température décroît et l'*Evadne* disparaît.

### — *Salinité*

Au début juillet la salinité est inférieure à 38 ‰ pour la moitié de la colonne d'eau, elle atteint cette valeur en surface pour août, septembre et octobre. Pour la même période la salinité croît au fur et à mesure que l'on pénètre dans les eaux profondes (fig. 9). Son abondance coïncide donc avec des eaux à salinité de 38 ‰.

## CONCLUSION

Nous pouvons conclure qu'au point « A » *Evadne tergestina* domine aux mois de juillet et août 1963 dans les eaux de 50 - 0 m à salinité de 38 ‰ et à température de l'ordre de 20 °C.

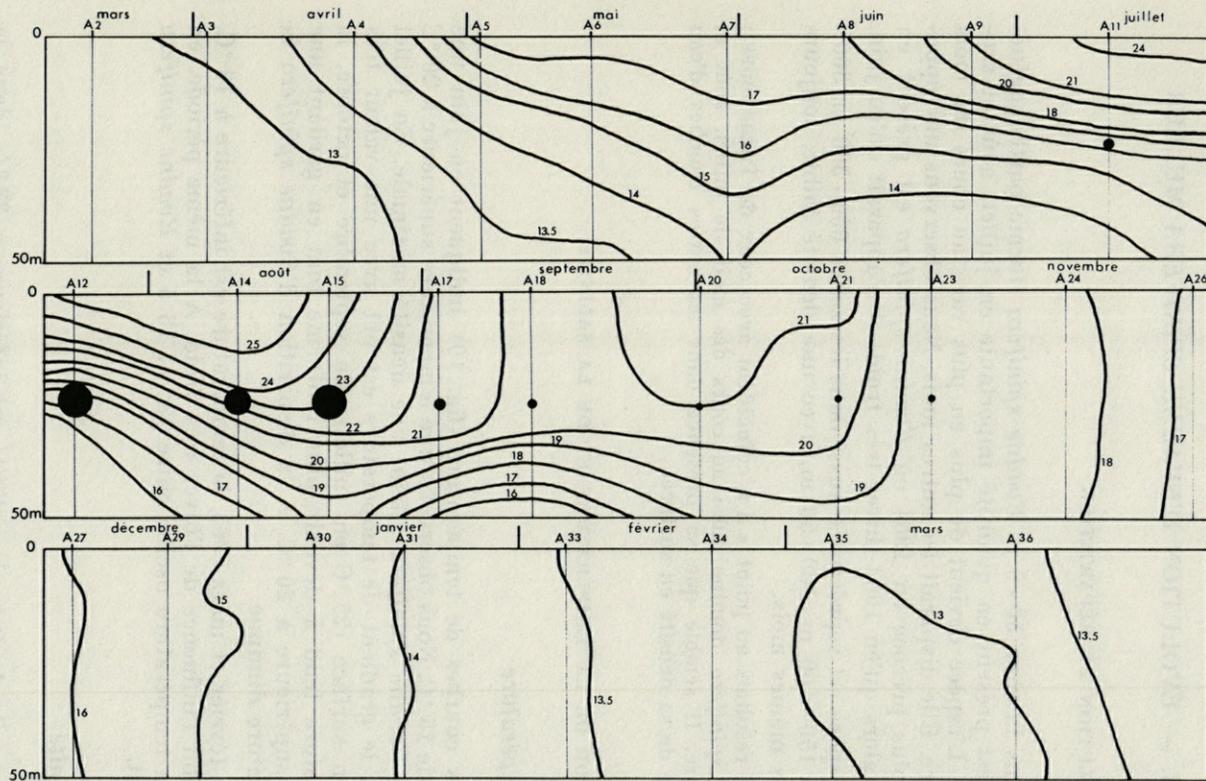


FIG. 8. — Répartition de l'*Eudade tergestina* et isothermes de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300 individus (10 à 20 non représentés).

## VI. — ÉVOLUTION D'*EVADNE SPINIFERA* MULLER

### 1) ÉVOLUTION ET RÉPARTITION

Dans la zone 50 - 0 m *Evadne spinifera* (forme parthénogénétique) est présent en quantité importante en juillet, août et septembre. L'espèce devient de plus en plus rare au cours du mois d'octobre. Elle disparaît les autres mois. Nous observons une apparition plus précoce en 1964 où *Evadne spinifera* est présent en février alors qu'en 1963 (hiver très froid) il n'apparaît qu'en juin.

L'espèce est représentée aussi dans les zones 600 - 300 m, 300 - 150 m, 150 - 100 m, 100 - 50 m, avec une densité faible, toujours pour les mêmes mois.

Nos résultats au point « A » coïncident avec ceux de TRÉGOUBOFF : *Evadne spinifera* domine aussi au cours des mois de juillet, août et septembre. Il semble que sa présence dans les autres couches d'eau dépende de sa densité en surface.

### 2) ÉTUDE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITÉ

#### — *Température*

Les courbes de température (fig. 10) indiquent en juin une valeur de 15 °C. Nous observons une température supérieure à 20 °C lorsque *Evadne spinifera* atteint une densité maximale. En juillet et août le gradient de température est net avec une valeur très forte en surface (25 °C en juillet). En septembre et octobre, la température tend à devenir plus uniforme tout en gardant une valeur supérieure à 20 °C. A la disparition d'*Evadne spinifera* la température diminue.

En février et mars 1963, la température est inférieure à 13 °C. Elle subit l'influence de l'hiver très froid. A la même période, en 1964, la température oscille entre 13° et 13°5 et *Evadne spinifera* apparaît.

#### — *Salinité*

Au mois de juin, la salinité est inférieure à 38 ‰ dans la moitié de la colonne d'eau de 50 - 0 m, puis elle croît pour atteindre

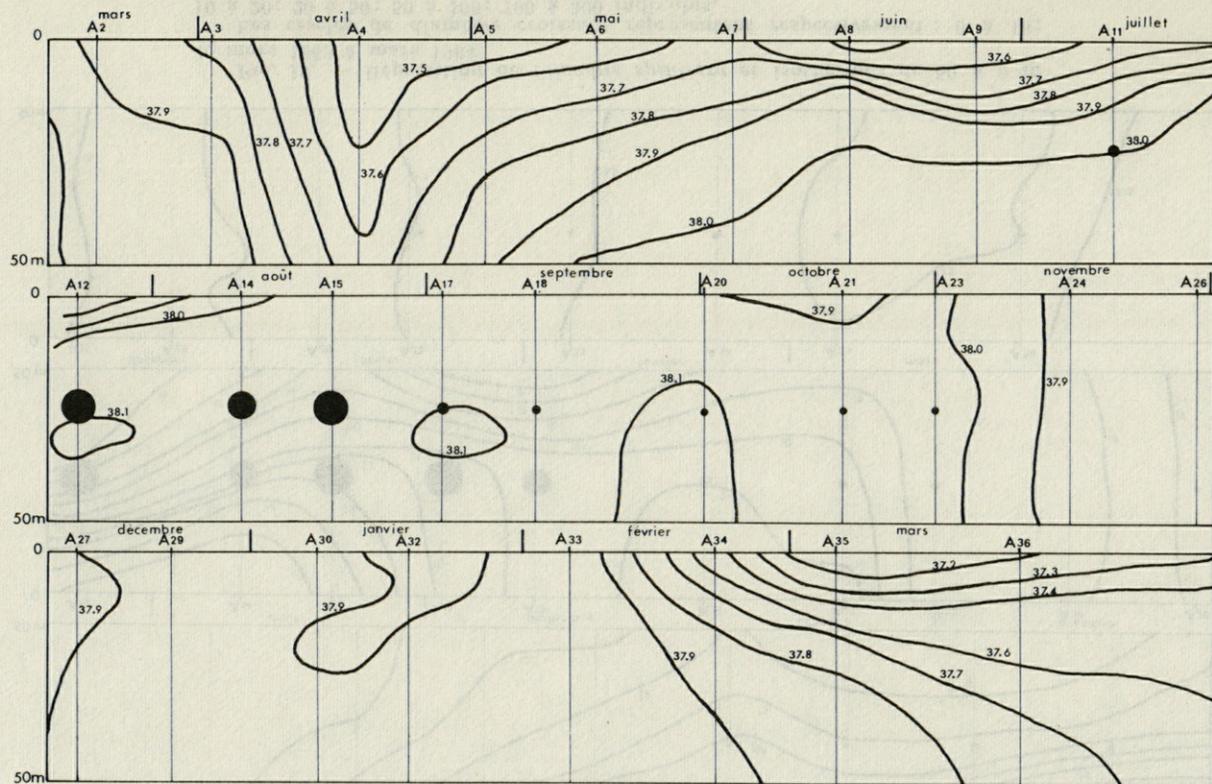


Fig. 9. — Répartition de l'*Evadne tergestina* et isohalines de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300 individus (10 à 20 non représentés).

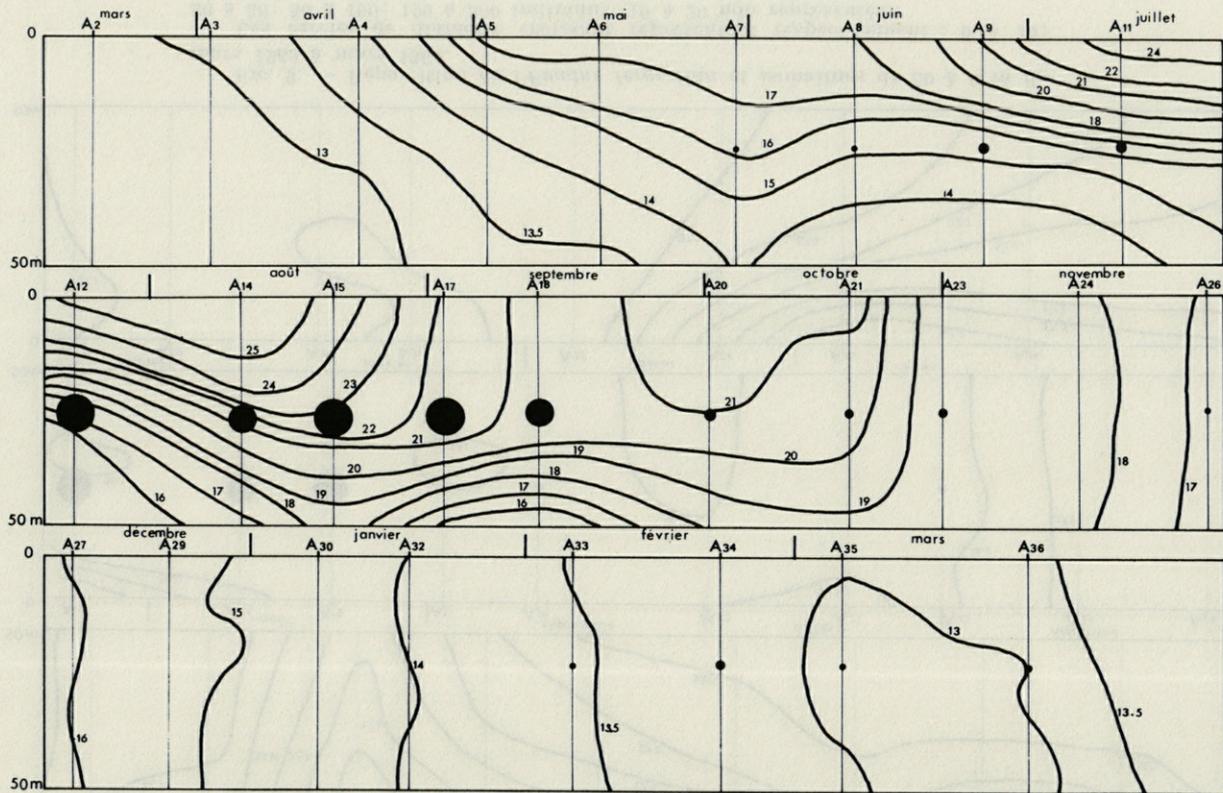


Fig. 10. — Répartition de *Evadne spinifera* et isothermes de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 10 à 20; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300 individus.

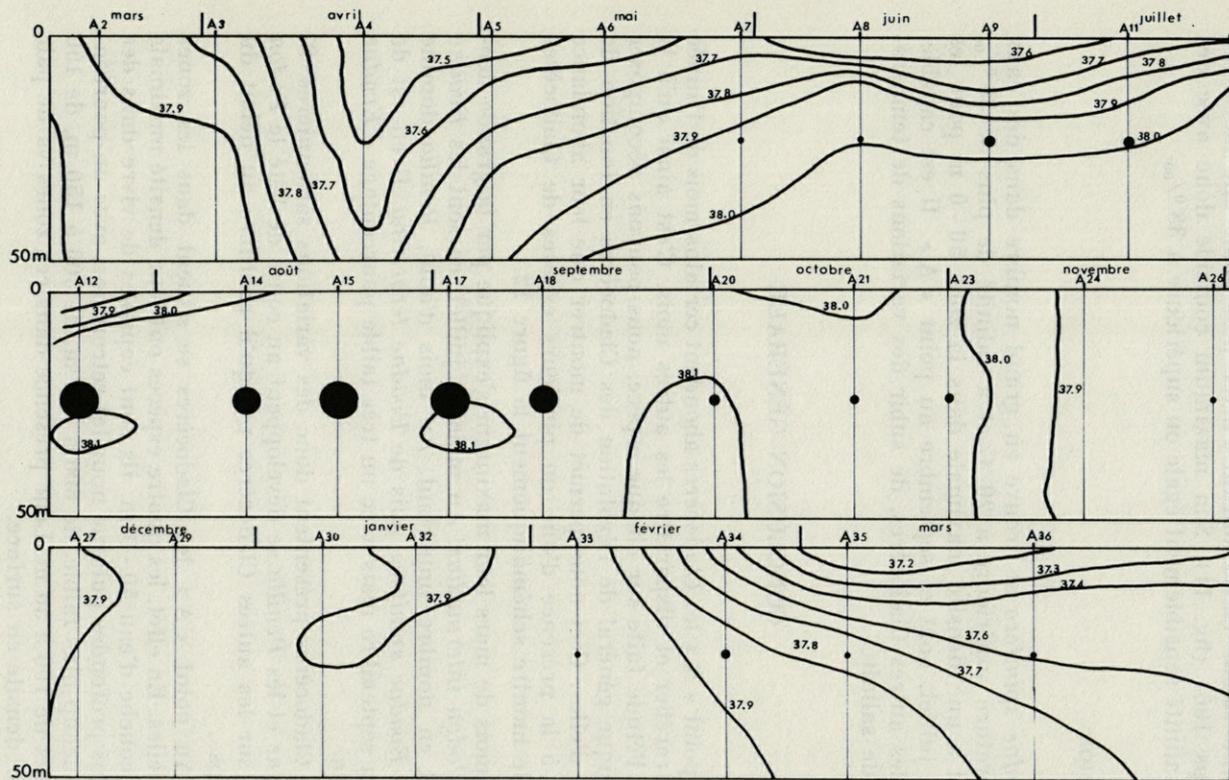


FIG. 11. — Répartition de l'*Evadne spinifera* et isohalines de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

Les cercles de diamètre croissant représentent respectivement : 0 à 10; 10 à 20; 20 à 50; 50 à 100; 100 à 300 individus.

cette valeur en juillet, août, septembre et octobre. Elle conserve encore une valeur élevée durant l'hiver puis subit une baisse au printemps 1964 (fig. 11). Son maximum coïncide donc avec des eaux à salinité sensiblement égale ou supérieure à 38 ‰.

#### CONCLUSION

*Evadne spinifera* se trouve en grand nombre dans des eaux à température supérieure à 20 °C et à salinité de plus de 38 ‰ puisqu'il a une densité maximale dans la zone 50 - 0 m pour les mois de juillet, août et septembre au point « A ». Il est capable, comme les autres Cladocères, de subir des variations de température et de salinité.

#### CONCLUSION GÉNÉRALE

Au point « A » les Cladocères abondent certains mois de l'année pour se raréfier et disparaître les autres mois. C'est ainsi qu'à la suite de l'étude faite sur chaque espèce, nous pouvons décomposer le graphique général de l'évolution des Cladocères en fonction de chacune d'elles. Ceci nous permet de montrer que leur abondance est due à la présence d'une ou plusieurs espèces de Cladocères comme le montre schématiquement la figure 12.

Au mois de mars leur maximum s'explique par la grande densité de *Podon intermedius*. Au mois de juillet, ce sont les *Evadne* qui sont en nombre important. Au mois d'août, *Penilia* domine suivi de *Evadne spinifera* puis de *Evadne tergestina*. Il en est de même en septembre mais avec un très faible pourcentage d'*Evadne tergestina*.

Ces Cladocères présentent donc des variations saisonnières. Si les *Evadne* et les *Penilia* se développent au cours de l'été le *Podon* tranche sur les autres Cladocères puisqu'il prolifère au début du printemps.

— Au point « A » les Cladocères se situent dans les zones superficielles. En effet, les quatre espèces ont leur densité maximale dans la couche d'eau 50 - 0 m. Ils sont capables de vivre dans des zones plus profondes puisque nous les retrouvons, avec un pourcentage beaucoup plus faible, de 600 à 300 m, de 300 à 150 m, de 150 à 100 m et de 100 à 50 m. Leur présence dans ces zones va de pair avec leur densité en surface.

— Au point « A » pour expliquer leur répartition nous avons

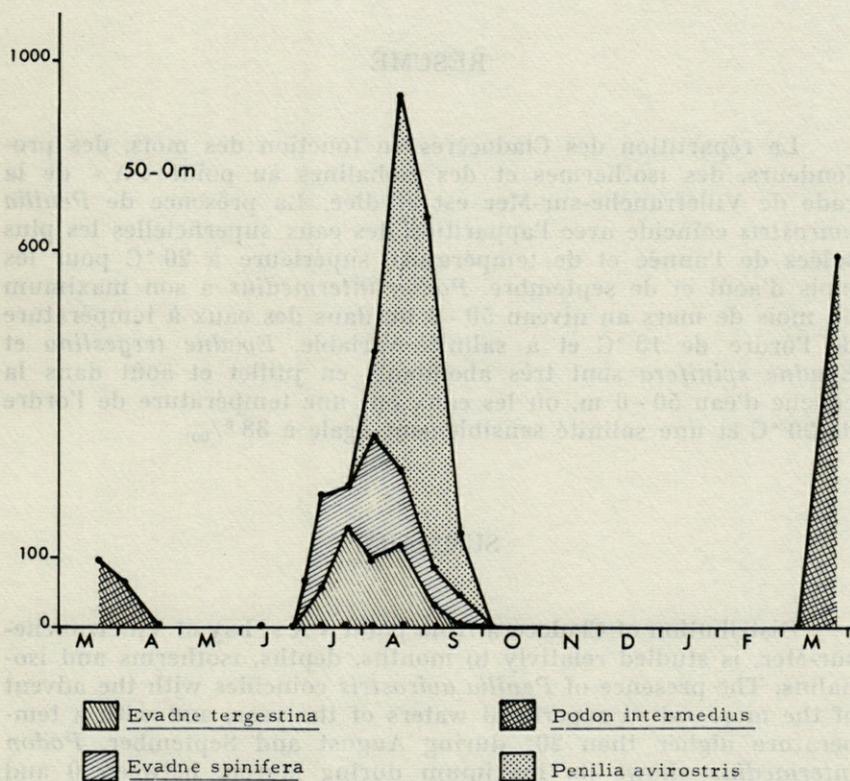


FIG. 12. — Répartition des Cladocères au point « A » de 50 à 0 m de mars 1963 à mars 1964.

En abscisse les mois, en ordonnée le semi-logarithme du nombre d'individus.

étudié les facteurs température et salinité. *Evadne* et *Penilia* sont très abondants dans les eaux à température supérieure à 20 °C et à salinité supérieure ou égale à 38 ‰. Le *Podon* domine dans une eau à température sensiblement égale à 13 °C et à salinité plus faible. Il ne faut pas oublier cependant que ces espèces sont capables de supporter des variations de température et de salinité importantes puisque nous les trouvons de 600 à 0 m.

— D'après les résultats obtenus au point « A », nous ne pouvons affirmer que l'abondance des Cladocères soit liée étroitement aux facteurs température et salinité et il est fort probable que d'autres facteurs, non envisagés au cours de ce travail, puissent également intervenir.

## RÉSUMÉ

La répartition des Cladocères en fonction des mois, des profondeurs, des isothermes et des isohalines au point « A » de la rade de Villefranche-sur-Mer est étudiée. La présence de *Penilia avirostris* coïncide avec l'apparition des eaux superficielles les plus salées de l'année et de température supérieure à 20 °C pour les mois d'août et de septembre. *Podon intermedius* a son maximum au mois de mars au niveau 50 - 0 m, dans des eaux à température de l'ordre de 13 °C et à salinité variable. *Evadne tergestina* et *Evadne spinifera* sont très abondants en juillet et août dans la couche d'eau 50 - 0 m, où les eaux ont une température de l'ordre de 20 °C et une salinité sensiblement égale à 38 ‰.

## SUMMARY

Distribution of Cladocera from point « A », bay of Villefranche-sur-Mer, is studied relatively to months, depths, isotherms and isohalins. The presence of *Penilia avirostris* coincides with the advent of the more salted superficial waters of the year, and with a temperature higher than 20° during August and September. *Podon intermedius* shows its maximum during March, between 0 and 50 meters, in waters of changeable salinity and temperature nearly 13°. *Evadne tergestina* and *E. spinifera* are very abundant during July and August, between 0 and 50 meters, in waters of about 20° and a salinity fairly equal to 38 ‰.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Verteilung der Cladoceren in Abhängigkeit der Jahreszeiten, der Tiefe, der Isothermen und der Isohalinen am Punkt « A » der Bucht von Villefranche-sur-Mer wurde untersucht. Die Gegenwart von *Penilia avirostris* im August und September fällt zusammen mit dem Erscheinen der oberen Wasserschicht mit dem stärksten Salzgehalt des Jahres und einer Temperatur die höher als 20 °C liegt. *Podon intermedius* ist am zahlreichsten im März, in einer Tiefe von 50-0 m, bei einer Temperature von ungefähr 13 °C und

wechselndem Salzgehalt. *Evadne tergestina* und *Evadne spinifera*, sind sehr häufig im Juli und August, in einer Tiefe von 50 - 0 m; die Temperatur beträgt ungefähr 20 °C, der Salzgehalt 38 ‰.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRACONNOT, J.C. *et alii*, 1966. Conditions hydrologiques pendant les années 1963 et 1964 en un point au large de Villefranche-sur-Mer. Particularités dues à l'hiver froid de 1963. *Cah. océanogr.*, **XVIII**: 423-437.
- CASANOVA, J.P., 1965. *Penilia avirostris* Dana : indicateur d'eau diluée. *Rev. Trav. Inst. Pêch. marit.*, **29**: 197-204.
- DELLA CROCE, N., 1964. Distribuzione e biologia del Cladocera marine *Penilia avirostris* Dana. *Bull. Inst. Océanogr., Monaco*, n° 1301 : 16 p.
- TRÉGOUBOFF, G., 1963. La distribution verticale des Cladocères au large de Villefranche-sur-Mer. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, n° 1279 : 23 p.

Reçu le 8 novembre 1966



# LARVES DE STOMATOPODES DU PLANCTON DE LA RÉGION DE BANYULS-SUR-MER

par Françoise JACQUES et Alain THIRIOT

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

## SOMMAIRE

Trois espèces de Stomatopodes sont présentes en quantité égale dans le plancton estival. Leurs variations saisonnières, leur distribution au-dessus du plateau continental, leur répartition verticale et l'étude des tailles permettent certaines remarques écologiques et biologiques.

## MÉTHODES ET PRÉLÈVEMENTS

Au cours de l'année 1966, des prélèvements de plancton ont été effectués au moyen de filets à large maille (vide de maille 1 mm), tirés horizontalement pendant quinze minutes en quatre points situés sur une ligne qui s'éloigne de la côte, entre le cap Béar et les fonds de 850 m à l'extrémité sud-est du rech Lacaze-Duthiers (Fig. 3 A).

Au point A, les pêches ont lieu une fois par semaine mais seulement jusqu'à la fin du mois de juillet; au point B, elles suivent un rythme hebdomadaire; elles sont bimensuelles en C et mensuelles en E.

A chaque station il y a deux prises, une en surface, l'autre en profondeur (près du fond A, B, C, à 500 m environ en E), les filets ne sont pas fermants. Toutes ces pêches ont été faites de jour.

Au laboratoire, les larves sont prélevées dans la totalité de la prise et mesurées après fixation.

Les travaux de GIESBRECHT (1910) et de GOURRET (1886) nous ont permis de distinguer trois espèces (Fig. 1). Deux appartiennent au genre *Squilla* Fabricius (J.C.) : *Squilla desmaresti* Risso et *Squilla mantis* (Linné); la troisième au genre *Lysiosquilla* Dana. Les adultes de *Squilla mantis* sont couramment récoltés dans la région. *Squilla desmaresti* a été trouvée par PRUVOT (1897) et nous avons pu observer le passage du dernier stade larvaire au premier stade post-larvaire. Par contre, on ne connaît pas d'adulte de *Lysiosquilla* dans la région de Banyuls-sur-Mer et nous n'avons pas réussi à observer la métamorphose de ses larves, c'est pourquoi, bien que la description de *Lysiosquilla eusebia* par GIESBRECHT (1910) ressemble à nos larves, nous préférons conserver la désignation *Lysiosquilla* sp.

Dans ce travail nous envisagerons successivement les variations saisonnières des trois espèces, leur distribution selon la distance à la côte, leur répartition verticale et les tailles des différentes larves récoltées.

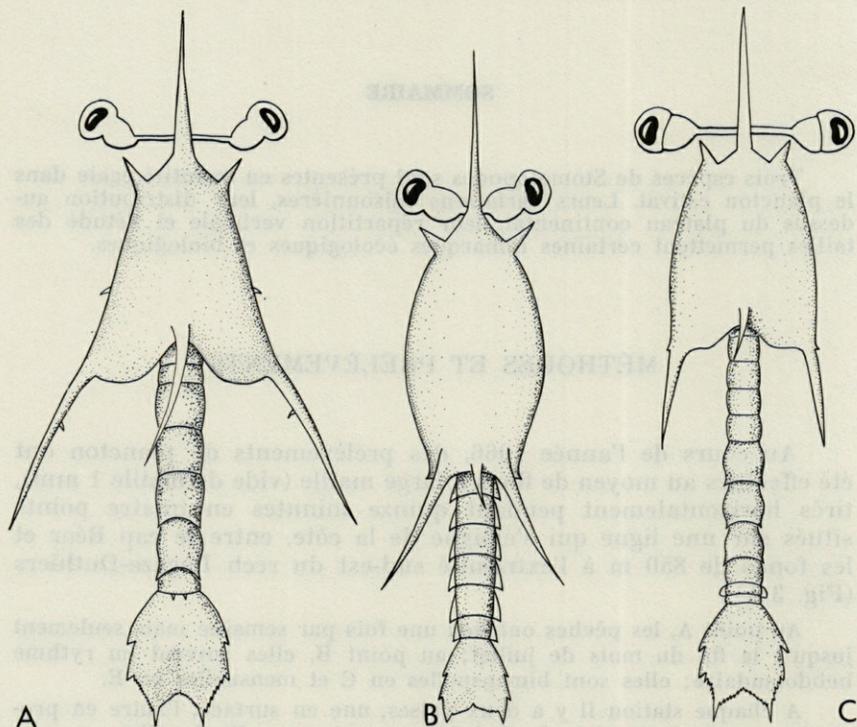


FIG. 1. — Dessin schématique des larves des trois espèces pour la taille de 8 mm.  
A, *Squilla mantis* (stade IV); B, *Lysiosquilla* sp., (stade VII); C, *Squilla desmaresti* (stade V).

## VARIATIONS SAISONNIÈRES

(Fig 2 A - D)

### MOYENNES MENSUELLES (Fig.2 A)

Ces moyennes sont obtenues en rapportant le nombre de larves récoltées par mois à chaque profondeur, à 50 minutes de trait en B et à 25 minutes en C (le nombre de sorties au point B est régulièrement deux fois supérieur à celui du point C). Pour chaque espèce le nombre total annuel de larves est très voisin (*Squilla desmaresti* 158, *Squilla mantis* 137, *Lysiosquilla* sp. 123). Le caractère saisonnier de leur présence dans le plancton est bien marqué, nous pouvons distinguer deux modes de variations.

*Squilla mantis*, présente pendant cinq mois, montre un maximum très important uniquement en septembre.

*Squilla desmaresti* et *Lysiosquilla* sp., présentes respectivement pendant six et cinq mois, montrent un maximum plus étalé (sur quatre et sur trois mois).

La période de reproduction de *Squilla mantis* est plus tardive que celle des deux autres espèces.

### RÉSULTATS PAR SORTIES, COMPARAISON DES POINTS B ET C

(Fig. 2 B - D)

Les chiffres indiqués pour les alima correspondent aux prélèvements profonds qui sont de loin les plus riches; pour les erichthus, il s'agit de la somme des deux prises (surface plus profondeur) car ces larves se trouvent aussi bien dans la couche superficielle que dans les eaux plus profondes (Fig. 3 B).

Ces courbes présentent des variations irrégulières difficilement explicables, mais apportent cependant quelques précisions.

La localisation dans le temps du maximum de *Squilla mantis* est encore plus stricte que celle que l'on observe sur la figure 2 A.

*Squilla desmaresti* apparaît un mois et demi plus tôt que *Squilla mantis* au point B et deux mois plus tôt au point C. Le nombre d'alima est plus important au point C.

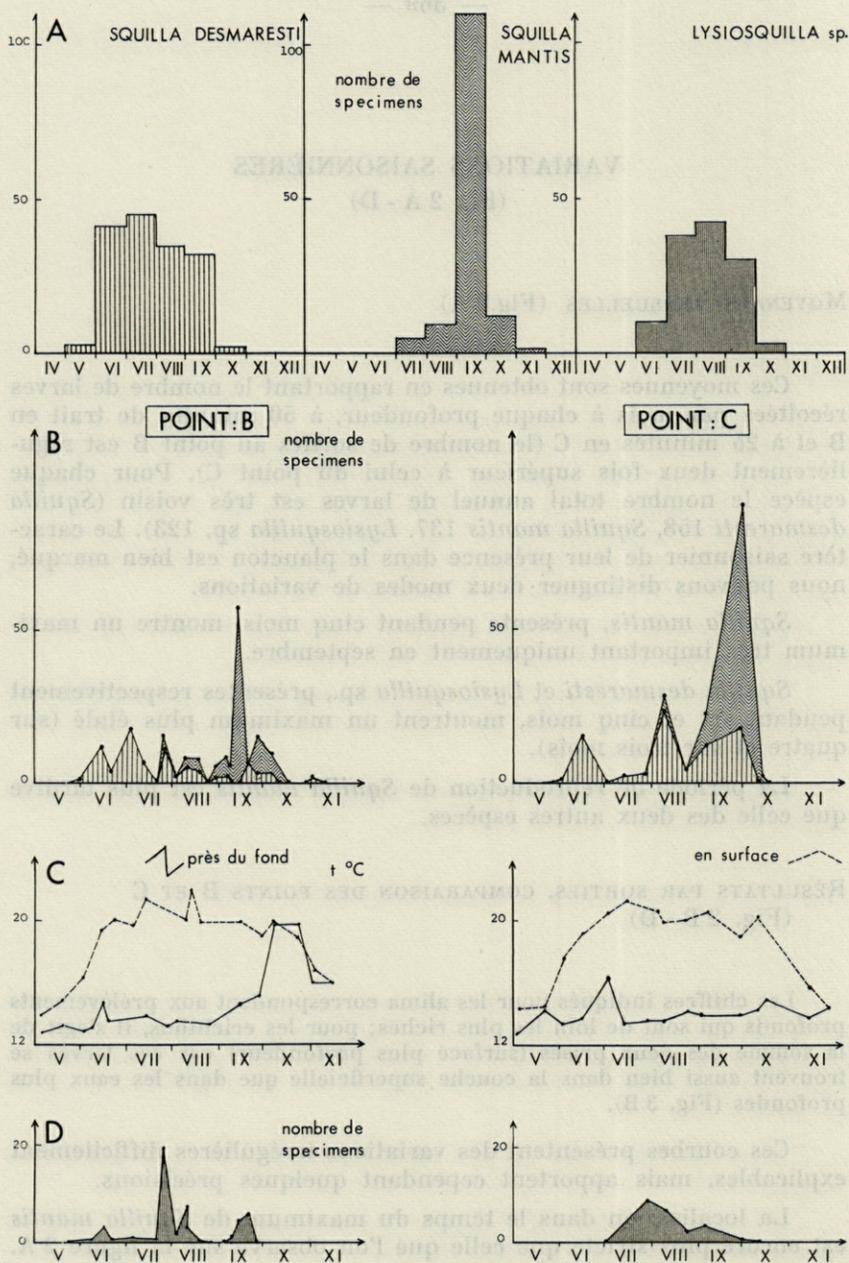


FIG. 2. — Variations saisonnières.

A : Variations saisonnières (valeurs mensuelles). B : Variations des alima (valeurs par prises près du fond). C : Variations des températures. D : Variations des erichthus (valeurs par sorties).

## VARIATIONS SPATIALES

(Fig. 3 A - C)

### VARIATIONS SELON LA DISTANCE A LA CÔTE (Fig. 3 A)

Dans ce schéma nous avons inscrit les résultats numériques sans tenir compte des différences dans le rythme des sorties. Il est nécessaire de comparer les points deux à deux pour analyser les variations de façon plus rigoureuse.

#### Comparaison des points A et B

Ceci ne peut se faire que de mai à la fin du mois de juillet (absence de sortie en A par la suite), donc pour *Lysiosquilla* sp. et *Squilla desmaresti*. Nous obtenons pour ces deux espèces les valeurs suivantes :

	Point A	Point B
<i>Lysiosquilla</i> sp.	6	26
<i>Squilla desmaresti</i>	6	59

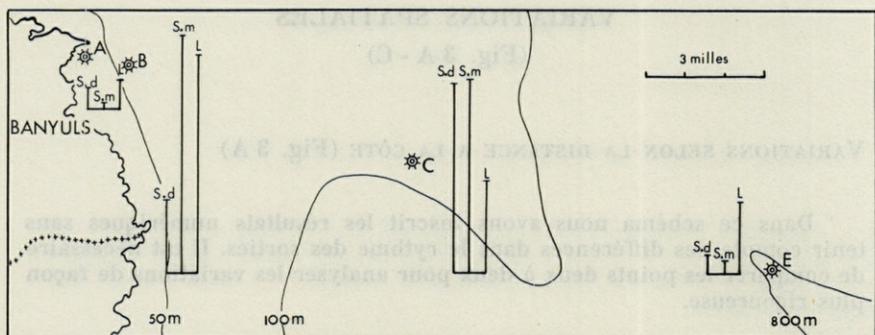
La différence entre les deux points est très sensible, le point A est plus pauvre en larves des deux espèces.

#### Comparaison des points C et E

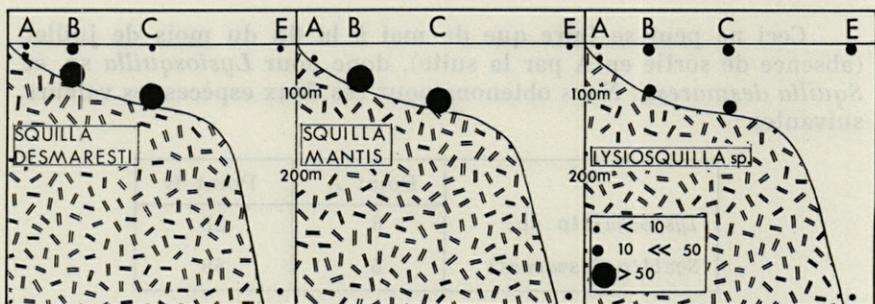
Elle peut se faire sur toute la durée du cycle à condition de ne considérer que les sorties communes aux deux points (une par mois).

	Point C	Point E
<i>Squilla desmaresti</i>	40	6
<i>Squilla mantis</i>	58	4
<i>Lysiosquilla</i> sp.	17	22

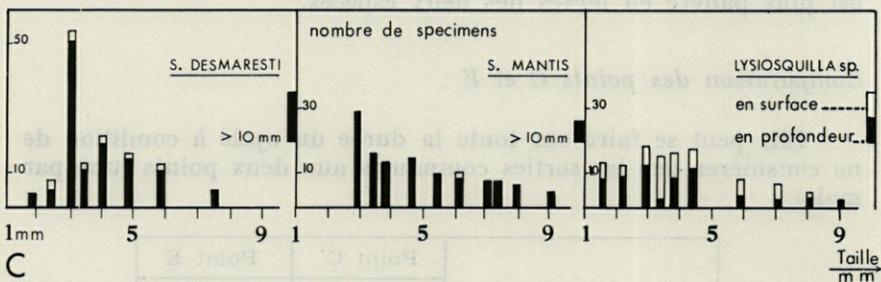
Les alima sont nettement plus abondantes au point C, par contre les erichthus se trouvent en nombre à peu près équivalent aux deux points.



A



B



C

FIG. 3. — Répartition.

A : Variations selon la distance à la côte (S.d. = *Squilla desmaresti*; S.m. = *Squilla mantis*; L. = *Lysiosquilla* sp.).

B : Répartition verticale (valeurs pour l'ensemble du cycle).

	en surface	en profondeur
<i>Squilla desmaresti</i>	23	135
<i>Squilla mantis</i>	2	135
<i>Lysiosquilla</i> sp.	65	58

C : Répartition par groupe de tailles.

*Comparaison des points B et C*

Ceci peut se faire sur l'ensemble du cycle en considérant les sorties communes aux deux points (deux par mois).

	Point B	Point C
<i>Squilla desmaresti</i>	62	58
<i>Squilla mantis</i>	20	59
<i>Lysiosquilla</i> sp.	35	29

On trouve davantage de larves de *Squilla mantis* au point C alors que les deux autres espèces sont en nombre sensiblement équivalent aux deux points.

Nous pouvons résumer cette répartition géographique par le tableau suivant, qui montre que la figure 3 A n'introduit pas d'erreur notable dans cette répartition (le nombre de croix correspond à la plus ou moins grande abondance).

	A	B	C	E
<i>Squilla desmaresti</i>	+	+++	+++	+
<i>Squilla mantis</i>		++	+++	+
<i>Lysiosquilla</i> sp.	+	++	++	++

RÉPARTITION VERTICALE (Fig. 3 B)

Les alima sont surtout abondantes près du fond en B et C, *Squilla mantis* serait plus particulièrement exclusive car nous n'avons récolté que deux spécimens relativement âgés en surface. Les erichthus, par contre, montrent une répartition verticale nettement plus homogène.

DIMENSIONS DES LARVES RÉCOLTÉES (Fig. 3 C)

Nous n'avons pas distingué les stades successifs des trois espèces, mais nous avons mesuré la longueur de chaque individu. Les mensurations vont du bord frontal (rostre exclu) à l'extrémité du telson. Le diagramme du nombre d'individus pour chaque taille montre plusieurs

maximums, nous avons groupé les larves situées de part et d'autre de ces tailles particulières.

### *Squilla desmaresti*

Les larves les plus jeunes que nous ayons récoltées mesurent entre 1,6 et 2 mm, 30 % du nombre total ont de 2,8 à 3,2 mm. Au-dessus de 7 mm les spécimens sont plus rares, mais représentent encore 15 % des larves recueillies, ils correspondent à l'ensemble des derniers stades larvaires et au premier stade post-larvaire. La taille de 7 mm représente le stade pélagique IV d'après les données de GIESBRECHT (1910).

En Méditerranée, les observations de divers auteurs, notamment LO BIANCO (1909) et RISSO (1826), indiquent que *Squilla desmaresti* possède deux époques de reproduction. Si nous étudions les pourcentages des jeunes stades (jusqu'à 4 mm), nous constatons qu'ils représentent 100 % de la population du mois de juin; à la fin du mois de juillet se produit un deuxième maximum de larves dans le plancton, et les jeunes stades constituent 60 % des spécimens; en septembre, ils ne forment plus que 30 % des larves.

La durée de présence de ces stades dans le plancton dépasse très largement le temps que met la larve après l'éclosion, pour atteindre cette taille (un mois environ d'après GIESBRECHT, 1910), il est donc tout à fait possible qu'une même population d'adultes puisse se reproduire deux fois.

### *Squilla mantis*

Les spécimens les plus jeunes de cette espèce dans nos prélèvements mesurent de 2,8 à 3,3 mm (taille supérieure à celle des premiers stades appelés propélagiques), ce sont les plus nombreux. Nous avons trouvé des larves en nombre légèrement décroissant jusqu'à 7 mm, par contre les individus de plus de 10 mm ne forment que 5 % du nombre total de larves récoltées (la taille de 7 mm correspond chez cette espèce au stade pélagique V d'après GIESBRECHT, 1910). Au cours de son développement larvaire, la durée de sa présence dans le plancton est donc plus réduite que celle de l'espèce précédente (dans les conditions de nos pêches).

### *Lysiosquilla* sp.

Les spécimens les plus jeunes mesurent de 1,5 à 2 mm, le nombre d'individus par groupe de taille varie peu jusqu'à 5 mm, au-dessus de 7 mm ils constituent encore 12 % du total des larves,

mais aucun d'entre eux n'atteint 10 mm (la taille de 7 mm correspond au stade pélagique VIII, le dernier stade larvaire mesure 10 mm d'après GIESBRECHT, 1910 chez *Lysiosquilla eusebia*).

La distribution des larves par tailles diffère donc pour les trois espèces. *Squilla desmaresti* se trouve à tous les stades de son développement, elle présente un maximum pour les tailles de 3 mm. *Squilla mantis* est absent de nos prélèvements au début et à la fin de son développement larvaire; elle montre aussi un maximum pour la taille de 3 mm, mais celui-ci est moins important que chez l'espèce précédente. *Lysiosquilla* sp. est présent en nombre à peu près égal jusqu'à la taille de 5 mm. La répartition en profondeur de ces différents groupes de taille (Fig. 3 C) n'introduit pas d'élément nouveau.

Les larves de *Squilla desmaresti* de taille supérieure à 6 mm se trouvent toutes en profondeur, celles de *Lysiosquilla* sp. sont également réparties en surface et en profondeur.

### DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Dans un travail très récent sur la présence des larves de Stomatopodes en mer du Nord, VAN DER BAAN et HOLTHUIS (1966) récapitulent les connaissances sur la distribution des adultes des trois espèces, *Squilla desmaresti*, *Squilla mantis* et *Heterosquilla eusebia*.

L'espèce dont la répartition est la plus nordique est *Squilla desmaresti*. L'adulte est connu en mer du Nord, en Manche (Plymouth Marine Fauna, 1957 et BOURDON, 1965) en mer d'Irlande (MIERS, 1880) et en Atlantique nord de la latitude de la mer du Nord aux côtes du Portugal.

Les observations sur les larves sont résumées dans le tableau suivant :

Lieu	Auteur	Période de présence larvaire
Mer du Nord nord sud	VAN DER BAAN et HOLTHUIS, 1966 MARSHALL, 1948	mi-août à début décembre août à septembre
Manche Dinard Roscoff Plymouth	FRANC, 1952 THIRIOT, 1965 RUSSELL, 1934	juillet et septembre mi-juillet à début août fin août à début octobre
Mer d'Irlande	WILLIAMSON, 1957	octobre à début novembre

La période de présence des premiers stades larvaires dans ces régions est nettement plus courte que celle observée à Banyuls-sur-Mer, il ne semble donc pas que les adultes aient la possibilité de se reproduire deux fois (les larves récoltées par VAN DER BAAN et HOLTHUIS, 1966 sont surtout des stades âgés).

L'adulte de *Squilla mantis* est connu en mer d'Irlande (MIERS, 1880), en Atlantique, de l'embouchure de la Manche au golfe de Guinée; sa présence est douteuse en mer du Nord (VAN DER BAAN et HOLTHUIS, 1966) et elle n'est pas citée en Manche. Par ailleurs, nous n'avons pas de renseignements sur les larves dans ces régions.

Nous donnons également les observations de *Lysiosquilla eusebia* dans ces régions, car c'est la seule espèce du genre actuellement signalée et celle que nous récoltons à Banyuls-sur-Mer, est vraisemblablement la même. Ces renseignements sont rares, cette espèce a été trouvée par FAGE (1927) à l'état adulte, sur la côte sud de la Bretagne, elle est connue en Atlantique sur les côtes du Portugal.

On trouve des erichthus dans le plancton de Plymouth (Plymouth Marine Fauna, 1957); en mer d'Irlande, TATTERSALL (1905) a récolté des larves de *Lysiosquilla eusebia* parfois en plus grand nombre que les alima; en mer du Nord, les larves de cette espèce sont présentes de la fin août à la fin septembre (VAN DER BAAN et HOLTHUIS, 1966) (1).

FAGE (1927) explique la rareté des captures d'adultes par le fait qu'ils ne quittent pour ainsi dire jamais leur galerie particulièrement profonde.

Dans la Manche, *Squilla desmaresti* se trouve préférentiellement dans la couche d'eau de 10 à 25 m (RUSSELL, 1927), elle a été récoltée à Roscoff essentiellement à 15 m sur des fonds de 20 m (THIRIOT, 1963). WERWEY (1966) a distingué tous les stades de cette espèce du deuxième stade larvaire au premier stade postlarvaire, et *Heterosquilla eusebia* du stade III au stade IX.

Ces différentes observations correspondent à nos résultats.

En Méditerranée les observations sont plus anciennes et plus nombreuses; pour les deux espèces du genre *Squilla*, elles peuvent être résumées par le tableau suivant (p. 377).

En ce qui concerne *Lysiosquilla eusebia*, nous ne possédons de renseignements que pour Naples où LO BIANCO (1909) cite la présence des adultes et la période des larves dans le plancton d'avril à juillet.

GIESBRECHT (1910) observe que les erichthus sont plus abondantes en surface et qu'elles ne descendent guère en dessous de 100 m, alors que les alima sont récoltées entre 50 et 200 m.

(1) MANNING (1963), scinde le genre *Lysiosquilla* en plusieurs genres nouveaux. *Lysiosquilla eusebia* devient *Heterosquilla eusebia* (Risso, 1816).

<i>Squilla desmaresti</i>		Adulte	Période de présence des larves
Lieu	Auteur		
Algérie	LUCAS, 1840	+	juin à décembre très rares en mars
Naples	LO BIANCO, 1909	+	
Nice	RISSO, 1826	+	septembre
Marseille	GOURRET, 1886	+	
Golfe du Lion	PRUVOT, 1897	+	mai à septembre (?)
Castellon	VIVES, 1966	+	
<i>Squilla mantis</i>			
Algérie	LUCAS, 1840	+	juin à novembre
Naples	LO BIANCO, 1909	+	
Nice	RISSO, 1826	+	juillet
Marseille	GOURRET, 1886	+	
Golfe du Lion	PRUVOT, 1897	+	mai à septembre
Castellon	VIVES, 1966	+	

### CONCLUSION

Nous observons dans la région de Banyuls-sur-Mer une population de Stomatopodes composée de trois espèces dont les larves sont présentes en quantité égale dans le plancton.

*Lysiosquilla* sp. est une espèce répartie de manière plus homogène que les deux autres : en surface et en profondeur, selon la distance à la côte et aux différents stades de son développement larvaire. Cette espèce est donc susceptible de subir plus fortement l'influence des courants, les adultes, non encore signalés pourraient être situés dans des zones plus éloignées des points étudiés.

Les distributions larvaires des deux espèces de *Squilla* sont peu différentes l'une de l'autre, leur abondance au-dessus du plateau continental tend à prouver que les adultes vivent dans des endroits peu éloignés. La rareté des captures des adultes de *Squilla desmaresti* (aucune récolte depuis PRUVOT, 1897) doit être attribuée soit aux méthodes de prélèvement, soit à des différences dans le comportement des adultes.

La présence des larves de *Squilla desmaresti* et de *Lysiosquilla* sp. dans le plancton persiste pendant une période plus longue que celles de *Squilla mantis*. Ces deux espèces sont récoltées dans des régions plus nordiques, ce qui permet de les classer parmi les espèces tempérées froides alors que *Squilla mantis* est une espèce tempérée chaude.

## RÉSUMÉ

L'observation des variations dans le plancton de trois espèces de larves de Stomatopodes : *Squilla desmaresti*, *Squilla mantis* et *Lysiosquilla* sp. (signalée pour la première fois dans le golfe du Lion) a permis aux auteurs de mettre en évidence des différences écologiques et biologiques :

- l'apparition plus précoce des larves de *Squilla desmaresti* suivie de *Lysiosquilla* sp. puis de *Squilla mantis*,
- la disparition des alima au-delà du plateau continental,
- la répartition verticale plus homogène des erichthus, opposée à l'hétérogénéité des alima plutôt localisées près du fond,
- l'absence des derniers stades larvaires de *Squilla mantis* dans les prélèvements diurnes.

## SUMMARY

Variations of *Stomatopoda* larvae in the plancton near Banyuls-sur-Mer (Mediterranean sea) were observed.

Three species are present : *Squilla desmaresti*, *Squilla mantis* and *Lysiosquilla* sp. (first record in the golfe du Lion).

These species show biological and ecological differences.

Larvae of *Squilla desmaresti* appear in May, larvae of *Lysiosquilla* sp. in June and larvae of *Squilla mantis* in July.

Alima are present only above the continental shelf and are more concentrated near the bottom.

The same number of erichthus was found in superficial waters and in deep waters.

The last larval stages of *Squilla mantis* are not present in our samples.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Wechsel im Auftreten von Stomatopodenlarven im Plankton von Banyuls-sur-Mer ist beobachtet worden. Drei Arten sind vorhanden : *Squilla desmaresti*, *Squilla mantis* und *Lysios-*

*quilla* sp. (zum ersten Mal im Golf von Lion gefunden). Diese 3 Arten zeigen oekologische und biologische Unterschiede.

— Die Larven von *Squilla desmaresti* erscheinen im Mai, diejenigen von *Lysiosquilla* sp. im Juni und die Larven von *Squilla mantis* schliesslich im Juli.

— Die Alima wenden nur über dem Kontinentalschelf gefunden; sie sind in Bodennähe zahlreicher als im freien Wasser.

— Im Gegensatz dazu ist die senkrechte Verteilung von Erichthus viel gleichmässiger.

— Die letzten Larvenstadien von *Squilla mantis* sind in den am Tage gemachten Proben nicht gefunden worden.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURDON, R., 1965. Décapodes - Stomatopodes. *Inventaire Faune Marine Roscoff*, p. 38.
- FAGE, L., 1927. Sur la présence du *Lysiosquilla eusebia* Risso (Crust. Stomatop.) sur la côte S. de Bretagne. *C.R. Ass. fr. Avanc. Sci.* : 529-532.
- FRANC, A., 1952. La répartition du zooplancton dans la baie de Dinard. *Bull. Lab. marit. Dinard* : 37-47.
- GIESBRECHT, W., 1910. Stomatopoden. *Fauna Flora Golf. Neapel*, 33 : 1-239.
- GOURRET, P., 1886. Considérations sur la faune pélagique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat., Marseille*, 2 (2) : 5-175.
- LO BIANCO, S., 1909. Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del golfo di Napoli. *Mitt. zool. Stat. Neapel*, 19 : 513-761.
- LUCAS, H., 1840. Histoire naturelle des Animaux articulés : Annélides, Crustacés, Arachnides, Myriapodes et Insectes. P. Dumenil Paris Edit. : 208-212.
- MANNING, R.D., 1963. Preliminary revision of the genera *Pseudosquilla* and *Lysiosquilla*, with descriptions of six new genera (Crustacea, Stomatopoda). *Bull. mar. Sci. Gulf Caribb.* 13 (2) : 308-327.
- MARSHALL, N.B., 1948. Continuous Plankton Records : Zooplankton (other than Copepoda and young fish) in the North Sea, 1938-1939. *Hull Bull. mar. Ecol.*, 2 : 173-213.
- MIERS, E.J., 1880. On the *Squillidae*. *Ann. Mag. nat. Hist.*, 5 : 21-28.
- PLYMOUTH MARINE FAUNA, 1957.
- PRUVOT, G., 1897. Les fonds et la faune de la Manche occidentale comparée à ceux du golfe du Lion. *Arch. Zool. exp. gén.*, 3<sup>e</sup> série, 5 : 511-644.
- RISSE, A., 1826. Histoire naturelle des principales productions de l'Europe Méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes. 5 : 85-89. Levrault Edit.

- RUSSELL, F.S., 1927. The vertical distribution of marine macroplankton. V. The distribution of animals in the ring-trawl in the daytime in the Plymouth area. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 14 (3) : 557-607.
- RUSSELL, F.S., 1934. The seasonal distribution of macroplankton as shown by catches in the 2 metre stramin ring-trawl in offshore waters of Plymouth. *Ibid.*, 19 : 73-81.
- TATTERSALL, W.M., 1905. On Stomatopod larvae from the W. Coast of Ireland. *Scient. Invest. Fish. Brch Ire.*, 1902-1903, 7 : 211-213.
- THIRIOT, A., 1963. Variations saisonnières des Crustacés planctoniques de la région de Roscoff (excepté les Copépodes). *Fac. sci. Paris, Thèse 3<sup>e</sup> cycle océanogr. biol.* : 82 p. ronéo.
- THIRIOT, A., 1965. Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. II C Zooplancton : les Crustacés (à l'exception des Copépodes). *Cah. Biol. mar.*, 6 : 232-242.
- VAN DER BAAN, S.M. et L.B. HOLTHUIS, 1966. On the occurrence of *Stomatopoda* in the North Sea, with special reference to larvae from the surface plankton near the lightship "Texel". *Neth. Jnl Sea Res.*, 3 (1) : 1-12.
- VERWEY, J., 1966. The origin of the Stomatopod larvae of the southern North Sea. *Ibid.* : 13-20.
- VIVES, F. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellon (Mediterraneo occidental). *Investigacion Pesq.*, 30 : 49-166.

Reçu le 12 décembre 1966

# INTRODUCTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES RÉSERVOIRS A POISSONS DE LA RÉGION D'ARCACHON

par Michel AMANIEU  
*Institut de Biologie marine, 33-Arcachon*

## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION .....	382
1.1. Présentation. Historique .....	382
1.2. Description sommaire .....	384
1.3. Alimentation et fonctionnement des réservoirs .....	385
1.4. Rendement annuel moyen .....	387
2. CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES À L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET FAU- NISTIQUE DES RÉSERVOIRS OU BASSINS SAUMÂTRES .....	388
2.1. Le problème des eaux saumâtres .....	388
2.2. Classifications des eaux saumâtres .....	390
2.3. Conclusion .....	393
2.4. Choix et méthodes de prospection des stations étudiées ..	393
3. PREMIÈRES DONNÉES CONCERNANT L'HYDROLOGIE DE SIX STATIONS DANS LES BASSINS SAUMÂTRES D'ARCACHON .....	399
3.1. Stations S. 59 Chabaud et P. 219 Nord Chabaud .....	399
3.1.1. Description des stations .....	399
3.1.2. Cycles annuels des salinités .....	400
Fluctuations de l'abondance de <i>Corophium insi-</i> <i>diosum</i> en fonction de la salinité .....	401
3.1.3. Cycles annuels des températures .....	403
3.1.4. Teneur en oxygène dissous .....	405
3.1.5. pH .....	407
3.1.6. Peuplements .....	407
3.2. Station P. 228 Cantarane .....	408
3.2.1. Description de la station .....	408
3.2.2. Cycle annuel des salinités .....	408
3.2.3. Cycle annuel des températures .....	409

3.2.4. Teneur en oxygène dissous .....	409
3.2.5. pH .....	410
3.2.6. Peuplements .....	411
3.3. Station P. 111 La Saussouze .....	411
3.3.1. Description de la station .....	411
3.3.2. Cycle annuel des salinités .....	411
3.3.3. Cycle annuel des températures .....	412
3.3.4. Teneur en oxygène dissous .....	413
3.3.5. pH .....	414
3.3.6. Peuplements .....	414
3.4. Stations P. 229 Certes creusement (ou profond) et plat (ou jas) .....	415
3.4.1. Description des stations .....	415
3.4.2. Cycles annuels des salinités .....	415
3.4.3. Cycles annuels des températures .....	417
3.4.4. Teneur en oxygène dissous .....	420
3.4.5. pH .....	423
3.4.6. Peuplements .....	424
4. LES PEUPELEMENTS ZOOLOGIQUES DES BASSINS SAUMÂTRES DE LA BAIE D'ARCACHON .....	424
4.1. Liste des espèces .....	424
4.2. Remarques concernant les espèces citées .....	427
4.3. Comparaison entre les peuplements des différentes sta- tions étudiées .....	435
4.4. Essai de classification des faunes saumâtres des résér- voirs à poissons de la baie d'Arcachon .....	440
4.4.1. Le domaine polyhalin .....	441
4.4.2. Le domaine mésohalin .....	441
4.4.3. Le domaine oligohalin .....	442

## I. — INTRODUCTION

### 1.1. PRÉSENTATION - HISTORIQUE.

Le bassin d'Arcachon (Fig. 1) apparaît comme une vaste baie qui rompt la monotonie du littoral landais dont il constitue l'accident principal entre la Pointe de Grave (embouchure de la Gironde) et la côte Basque. Sa forme générale est celle d'un triangle isocèle dont la base, allongée d'Est en Ouest, est d'environ 20 km (du cap Ferret au Teich) et la hauteur d'environ 12 km (d'Arcachon au Nord d'Arès). En communication avec la mer par les passes qui débouchent dans l'angle sud-ouest, il est également alimenté en eau douce par la rivière de l'Eyre (ou la Leyre) qui débouche dans la région du Teich et par le petit « courant » de Lège qui se jette au Nord d'Arès, en provenance des lacs d'eau douce



FIG. 1. — Photographie aérienne du bassin d'Arcachon; emplacement des réservoirs à poissons et stations prospectées.

de Lacanau et d'Hourtin. Le bassin d'Arcachon présente donc une grande variété de faunes saumâtres réparties soit sur les plages sablo-vaseuses du fond de la baie, soit encore dans les installations de pisciculture désignées sous le nom de « réservoirs à poissons ».

Malgré l'importance géographique des plages et des bassins saumâtres de la région d'Arcachon, bien peu d'auteurs ont examiné ces biotopes; à ma connaissance seuls P. ARNE (1938) et J. LE DANTEC (1953 et 1955) se sont quelque peu intéressés aux réservoirs à poissons de la région du Teich à propos des problèmes soulevés par l'élevage des muges et des anguilles. C'est à ce vaste domaine qu'est consacré le présent travail qui n'a d'autre ambition que de constituer une introduction à l'étude de ces bassins saumâtres dont l'intérêt, motivé tant par les peuplements que l'on y observe que par les remarquables possibilités d'expérimentation qu'ils offrent, justifie l'attention que nous y avons récemment apportée.

C'est principalement à l'Est et au Nord de la baie, entre le Teich et Audenge d'une part, dans la région d'Arès d'autre part, que sont aménagés les « réservoirs » saumâtres dans lesquels on pratique l'élevage de poissons euryhalins, principalement muges et anguilles.

A l'origine ces réservoirs étaient des marais salants; dans la région d'Audenge en particulier, on trouve des traces de l'exploitation et du commerce du sel dès le xv<sup>e</sup> siècle. Plus récemment un acte notarié daté du 7 décembre 1771, fait état d'une transaction entre le Marquis de Civrac et Messire Nicolas Cyrille Guesnon de Bonneuil par lequel le premier cédait au second les marais salants de Lanton sis dans la seigneurie de Certes. Dès cette époque cependant, le personnel chargé de l'entretien des marais tirait un profit appréciable de l'exploitation des muges qui y entraient et prospéraient spontanément. Progressivement l'exploitation du sel fut abandonnée au profit de l'élevage des poissons.

## 1.2. DESCRIPTION SOMMAIRE

De nos jours la structure des réservoirs à poissons traduit encore leur destination initiale. Ils se présentent comme un ensemble de bassins pénétrant plus ou moins profondément dans la mer, dont ils sont protégés par des levées de terre formant digues d'une hauteur moyenne de + 5,50 m, que ne peuvent inonder les plus fortes marées; du côté continental les réservoirs viennent se perdre dans les champs ou même la forêt voisine. A l'intérieur des digues, l'ensemble des réservoirs n'est pas uniformément creusé mais fragmenté en de nombreux bassins entrecoupés de digues secondaires, de talus, de hauts fonds. Les talus ou « bosses », surélevés des terres enlevées aux bassins immergés, sont utilisés pour la culture ou l'élevage des bestiaux. Les bassins sont de deux sortes; d'une part les « profonds » ou « creusements » dans lesquels la

hauteur d'eau atteint 1,50 à 2,00 m, d'autre part les « plats » ou « jas » qui sont immergés sous 50 à 60 cm d'eau seulement, parfois moins. Les profonds forment un système de canaux assurant la circulation des eaux, distribués principalement à la périphérie de l'exploitation, contre les digues, ouverts directement sur les écluses. Les jas sont raccordés en dents de peigne sur les profonds qui les alimentent; la forme, les dimensions, la distribution des bassins sont modelées par la topographie, mais en règle générale la largeur des profonds n'excède pas une dizaine de mètres tandis que celle des jas atteint couramment cinquante mètres.

Les digues qui ceignent le domaine sont entrecoupées d'écluses permettant la communication avec la mer. Chaque écluse se présente comme un couloir en maçonnerie dont la base ou radier est au-dessous du niveau de la mer. Le long des parois de l'écluse sont aménagées des rainures verticales dans lesquelles coulissent d'une part, au moyen d'une vis engagée dans un boulon mobile la vanne de l'écluse, d'autre part des cadres légers supportant des grillages et des filets. L'un de ces cadres, entre la vanne et le réservoir, porte une « manche », filet conique dont l'extrémité peut être libre ou fermée par un lien; la manche s'oriente dans le sens du courant et fonctionne comme une nasse permettant la circulation du poisson uniquement dans ce sens.

Les digues sont protégées des affouillements dus aux vagues par des fascines de bruyère imbriquées et retenues au sol par des fils de fer; des plantations de tamaris taillés en haies et, dans la mesure du possible, des mottes de gazon complètent ce système défensif qui fait l'objet de soins constants.

### 1.3. ALIMENTATION ET FONCTIONNEMENT DES RÉSERVOIRS

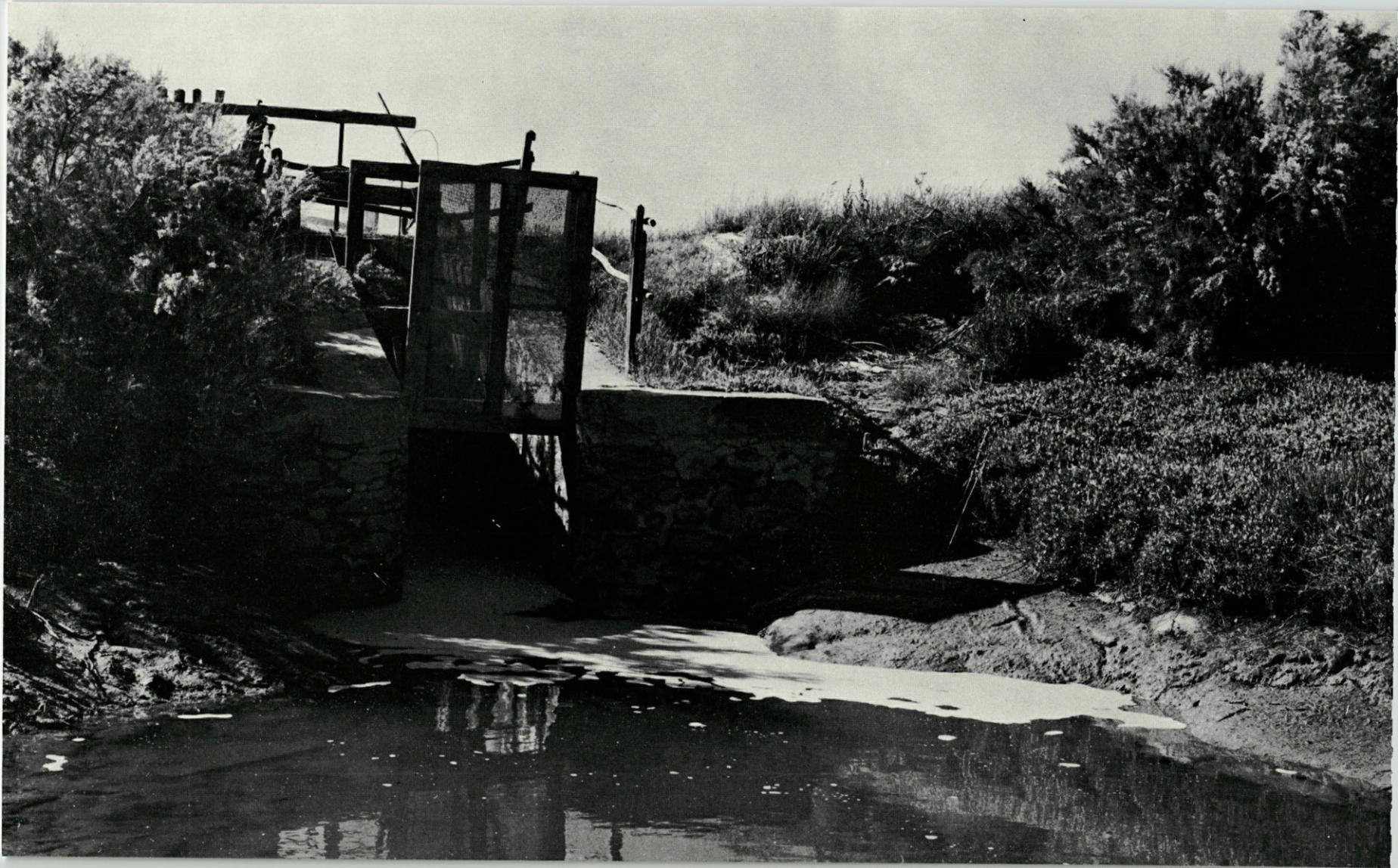
L'alimentation des réservoirs est assurée par le jeu des écluses que l'on ouvre à marée montante mais aussi par des sources et des ruisseaux d'eau douce. La stabilité thermique des sources continentales, dont par exemple, à Certes, la température oscille entre + 8 °C et + 12 °C seulement au cours de l'année, permet une régulation efficace aussi bien pour réchauffer les eaux en hiver que pour les rafraîchir en été.

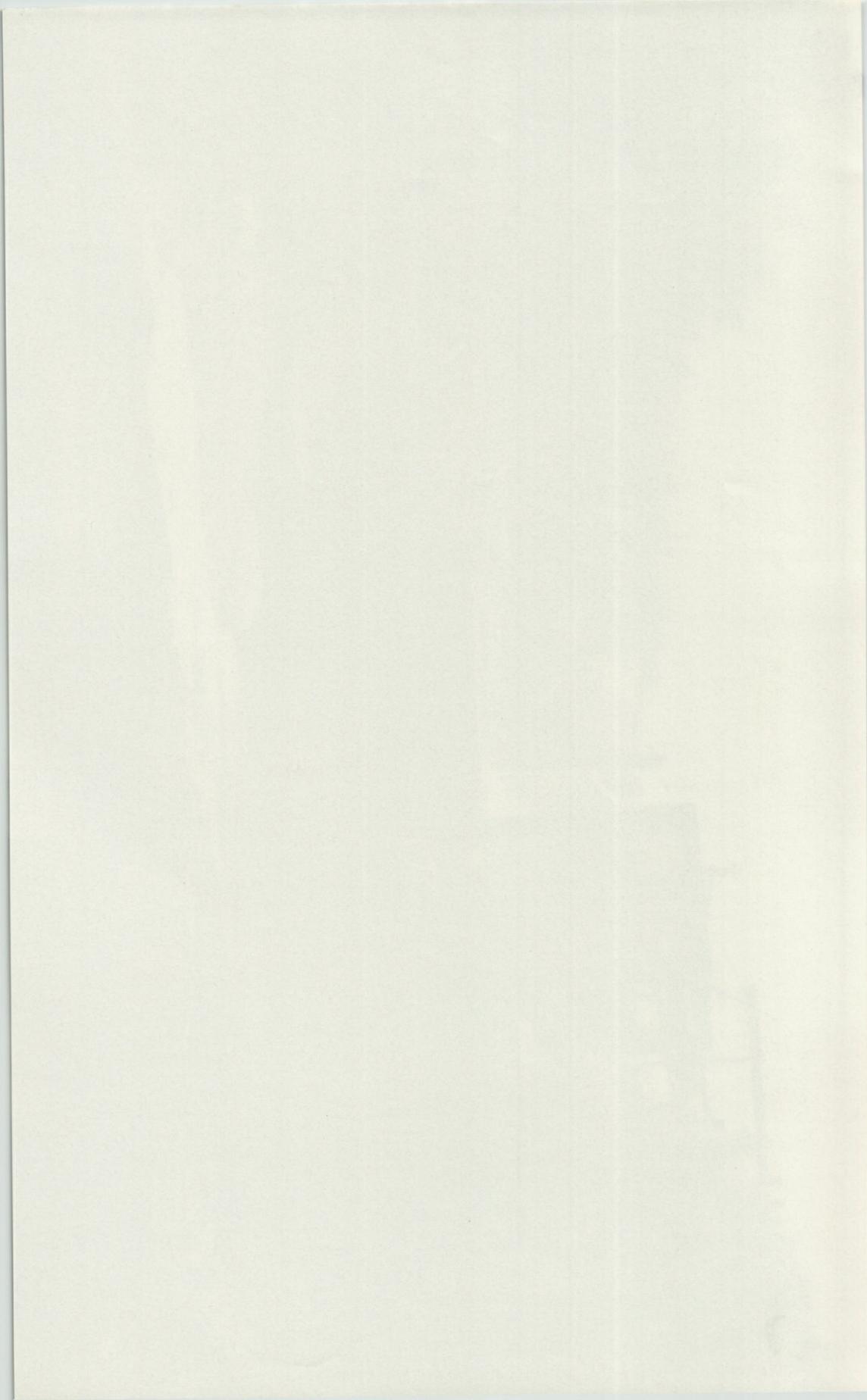
La manœuvre des écluses assure à la fois le renouvellement des eaux dans les bassins et la pénétration des jeunes poissons; elle a lieu seulement en vive eau, soit en moyenne deux fois six jours par mois. A marée basse on abaisse la manche alors liée et l'on ouvre la vanne de quelques centimètres; l'eau s'écoule vers la mer, l'opération consiste à « faire déboire » les réservoirs; le

courant créé attire les jeunes poissons venant du large qui se rassemblent dans les esteys formés à la sortie de chaque écluse; au fur et à mesure que la marée monte l'éclusier règle la hauteur de la vanne pour assurer le meilleur débit, son habileté consistant à apprécier à chaque instant l'intensité à donner au courant. Lorsque la mer atteint le niveau de l'eau dans les bassins, la vanne est complètement levée et, la mer continuant à monter, le courant se renverse allant alors du large vers le réservoir; l'opération consiste à « faire boire »; l'extrémité de la manche est déliée permettant ainsi la pénétration des jeunes poissons rassemblés devant l'écluse; les poissons adultes de grande taille qui sont déjà dans le réservoir, se rassemblent en masse autour de l'eau fraîche qui pénètre mais ne peuvent s'échapper à cause de l'intensité du courant et de la forme de la manche. C'est principalement entre début avril et fin octobre que l'on fait boire et déboire les réservoirs. Les anguilles (piballes) et le muge blanc (*Mugil ramada* Risso) entrent au printemps; les muges noirs (*Mugil chelo* Cuv. = *M. labrosus* Ris.) dorés (*M. auratus* Ris.) et le caborne ou muge à grosse tête (*M. cephalus* L.) pénètrent jusqu'à fin septembre. Les apports spontanés de piballes sont enrichis des achats auprès des pêcheurs de la région de Lège et de quelques points du littoral landais. Les réservoirs abritent encore des loups (*Labrax labrax* L.) plus rarement des dorades (*Sparus aurata* L.), des flets (*Platichthys flesus* L.) et des soles (*Solea solea* L.), des gobies (surtout *Gobius microps* Kröyer), parfois quelques *Syngnathidae*.

Tous les bassins sont envahis par une abondante végétation. Dans les jas ce sont surtout des algues vertes, *Cladophora*, *Enteromorpha* et *Ulva* auxquelles s'ajoutent dans les profonds des *Chaetomorpha* extrêmement envahissantes et qui constituent d'excellents abris pour la faune; plus rarement on note la présence de phanérogames marines, *Ruppia* et *Zostera*. Les jas mal entretenus se transforment en marais progressivement envahis par les Scirpes et les Roseaux; lorsque au contraire ils sont volontairement asséchés pour une période de quelque durée, ce sont les salicornes qui en recouvrent les fonds (Fig. 23).

Tous les bassins sont tenus en eau durant la belle saison. Les jeunes poissons s'abritent dans les jas peu profonds alors que les adultes se localisent davantage dans les creusements. Pendant l'été les muges se nourrissent des algues et de la petite faune qu'elles abritent (*Hydrobia* et *Corophium*); les anguilles et surtout les loups sont au contraire ichtyophages et prédateurs. A partir de début novembre, en même temps que commence la pêche, les bancs sont





progressivement chassés des jas vers les profonds où ils passeront l'hiver; les jas sont asséchés et le premier soleil du printemps grille la « mousse » ou « lège » (entéromorphes) qui s'y est accumulée durant l'année passée; ils sont alors nettoyés avant d'être remis en eau pour la nouvelle saison. La concentration des poissons dans les creusements permet de mieux les protéger du froid en hiver. Pendant les périodes les plus rigoureuses, les bancs sont autant que possible dirigés vers les profonds alimentés par les sources d'eau douce plus chaude; en effet lorsque la température descend au-dessous de 2 à 3 °C les muges sont incommodés; la mortalité survient vite si le froid persiste; selon P. ARNE (1938) c'est *Mugil auratus* qui meurt le premier bientôt suivi par les autres espèces. Le groupement des bancs dans quelques profonds facilite également la pêche qui a lieu de début novembre jusqu'à Pâques. Les pêcheurs, en bateaux, tendent alors les filets en formant un labyrinthe et frappent l'eau à grand bruit pour effrayer le poisson qui va se mailler. Un traict rapporte jusqu'à 150 kg de poissons. Le procédé plus original de la pêche à l'écluse est surtout utilisé pour la capture des anguilles. C. DESCAS le décrit en ces termes : « à partir du mois d'octobre et pendant l'hiver, par les gros mauvais temps avec vent et pluie, par les nuits très sombres et sans lune, on fait boire le soir de trois à six heures, pour attirer les mourgains (anguilles adultes au ventre blanc argenté) vers l'écluse. Quand la mer est retirée, au bout de deux heures environ, on place un cadre métallique à l'extérieur de l'écluse c'est-à-dire du côté de la mer, puis on lève la vanne à la hauteur de 2 cm environ. Il s'établit alors le « courant de déboire » c'est-à-dire allant du réservoir vers la mer et les mourgains passent avec ce courant sous la vanne et s'amoncellent dans l'écluse. Quand la quantité de ces anguilles est suffisante, on descend la vanne ou le cadre qui se trouve à l'extrémité de l'écluse, du côté du réservoir, pour empêcher l'anguille de revenir; puis on la prend dans des toiles et on la vide dans des caisses percées de trous ». Par bonne pêche l'opération rapporte 500 à 600 kg d'anguilles adultes par écluse; mais ce procédé ne peut être utilisé qu'en hiver, époque à laquelle les jeunes anguilles ne cherchent pas à quitter les réservoirs, alors qu'à partir de mars elles se dirigeraient également vers l'eau fraîche et regagneraient la mer à travers les mailles des grilles métalliques. On estime la durée moyenne de stabulation des poissons dans les réservoirs, pour obtenir une taille marchande, à quatre ans pour les muges et six ans pour les anguilles.

#### 1.4. RENDEMENT ANNUEL MOYEN.

Peut-on apprécier le rendement en poissons de ces installations ? P. ARNE (1938) indique pour le domaine de Certes que « le

rendement annuel de la pêche des muges et des anguilles est en moyenne de 300 kg à l'hectare ». Ces chiffres sont nettement surestimés et les indications de J. LE DANTEC (1955) qui signale seulement un rendement annuel moyen de 80 kg de muges et 40 kg d'anguilles à l'hectare, sont plus proches de la réalité. D'après les fiches d'expédition qu'ont bien voulu me communiquer divers exploitants, le rendement annuel moyen à l'hectare est de l'ordre de 60 à 80 kg pour les muges, de 40 à 50 kg pour les anguilles, de 10 à 20 kg pour les bars; des différences significatives, sur lesquelles je ne m'étendrai cependant pas ici, apparaissent suivant les domaines. Une comparaison entre la production pendant les périodes 1925-1930 et 1955-1960 fait ressortir que, pour les mêmes domaines et dans les mêmes conditions d'exploitation, la productivité est restée du même ordre. Il faut cependant faire exception pour le domaine de Malprat qui constitue un cas particulier; dans ce site en effet (l'île de Malprat est entourée par les deux bras de la Leyre) les circonstances géographiques particulièrement favorables permettaient d'obtenir, dans la période 1927-1932, un rendement moyen de l'ordre de 95 kg par hectare et par an pour les muges et les bars, dont certaines années 50 % provenaient des bars dont la valeur marchande est très supérieure à celle des muges. Par suite de la pollution industrielle qui sévit particulièrement dans cette région et du délaissement partiel des réservoirs qui en fut la conséquence, le rendement actuel dans le domaine de Malprat est tombé à des valeurs très basses (14 kg de muges par hectare et par an pour la saison 1958-1959). Rappelons également que les réservoirs à poissons, surtout dans la mesure où les bassins ne sont pas suffisamment entretenus, sont particulièrement soumis aux aléas des hivers rigoureux; c'est ainsi que les gels prolongés de l'hiver 1963-1964 ont eu pour conséquence, dans le domaine de Certes, la mort d'un tonnage de poissons au moins équivalent à la production annuelle.

## 2. — CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES A L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET FAUNISTIQUE DES RÉSERVOIRS OU BASSINS SAUMÂTRES

### 2.1. LE PROBLÈME DES EAUX SAUMÂTRES.

On désigne comme eaux saumâtres les eaux intermédiaires entre l'eau de mer et l'eau douce. Les eaux saumâtres proviennent généralement d'un mélange entre eau de mer et eau douce; c'est

donc l'ensemble des caractéristiques hydrologiques, température, teneur en oxygène dissous, pH, turbidité, composition chimique, etc., des eaux saumâtres ainsi constituées qui est intermédiaire entre les eaux d'origine. Aucune de ces caractéristiques n'est stable, autant dans l'eau de mer que dans l'eau douce, à l'exception de la teneur en chlorure qui est nulle ou faible dans l'eau douce, à peu près constante pour l'eau marine d'une mer donnée. On a donc pris coutume d'apprécier le caractère plus ou moins saumâtre de ces eaux intermédiaires en dosant leur teneur en chlorure. Comme il est d'usage pour l'eau de mer, on utilise à cet effet la méthode de Mohr-Knudsen (précipitation des halogènes par une solution titrée de sel d'argent), avec référence à l'« eau normale » de Copenhague; le chiffre obtenu donne la chlorinité (teneur en chlorures et leur équivalent); on le transforme très généralement en salinité totale en utilisant la relation qui lie la chlorinité à la salinité dans les eaux océaniques, ou encore en consultant les tables de Knudsen.

Chacune de ces démarches contient en réalité une certaine part d'erreur; la plus grave consiste à admettre qu'une eau saumâtre est une eau de mer diluée; ceci est faux. D'une part les eaux douces d'origine continentale ne sont pas des eaux pures mais sont elles-mêmes plus ou moins chargées en divers ions, d'autre part l'affrontement entre les eaux marines et les eaux continentales s'accompagne de changements physicochimiques brusques (température, pH, etc.) qui rompent l'équilibre ionique et favorisent la précipitation sélective de certains sels. L'application aux eaux saumâtres des techniques classiques en hydrologie océanique donne donc avec une remarquable précision une chlorinité dont on ignore dans quelle mesure elle est liée à la salinité totale et même la signification exacte. En effet à une même chlorinité peuvent correspondre des compositions ioniques extrêmement diverses. Enfin si la recherche d'une excellente précision a un sens dans le domaine océanique où les eaux sont stables et où un écart portant sur les décimales peut avoir une signification, dans le domaine saumâtre des échantillons prélevés simultanément à quelques mètres de distance peuvent présenter des écarts de plusieurs grammes par litre sans que, étant donnée l'instabilité de ces eaux, des conclusions utiles puissent en être déduites. Dans la mesure où chaque chercheur, spécialisé dans le domaine saumâtre, disposerait des moyens en matériel et en personnel qui seraient nécessaires à l'analyse hydrologique complète des échantillons recueillis, la complexité de l'exploitation des données risquerait d'être hors de proportion avec la nature des indications que l'on en attend. Tant sur le plan pratique que sur le plan théorique, il apparaît donc indispensable de se contenter dans la majorité des cas de données sommaires, dont on ignore même la signification exacte, mais qui restent accessibles à tous. C'est la comparaison des résultats obtenus par une méthode standard qui est plus utile pour le bionomiste, que l'appréciation exacte de la signification de cette méthode. Aussi la classification monofactorielle des eaux saumâtres basée sur la chlorinité, voire même la salinité calculée à partir de la chlorinité dans les tables de Knudsen, sera pendant longtemps encore, le plus simple moyen de désigner les divers domaines saumâtres

explorés. Les dosages hydrologiques plus fins, qui sont certes souhaitables, ne pourront être généralisés en bionomie que lorsque les recherches d'écophysiologie auront permis de mieux mettre en évidence les ions dont l'importance est décisive et de standardiser des méthodes simples accessibles aux chercheurs isolés.

## 2.2. CLASSIFICATIONS DES EAUX SAUMÂTRES.

Diverses classifications des eaux saumâtres ont été proposées. Pour les raisons que nous venons d'exposer toutes sont basées sur l'appréciation de leur chlorinité ou de leur salinité calculée à partir de la chlorinité. Le problème paraît donc simple et se résume à établir quelques coupures entre une eau douce dépourvue de chlorures et l'eau de mer. Nous ne ferons pas ici l'historique des diverses classifications proposées mais nous attacherons davantage à montrer comment les principes mêmes de la classification ont progressivement évolué.

H.C. REDEKE travaillant sur les eaux saumâtres hollandaises fut le premier à proposer une classification; il s'appuyait sur des principes simples consistant à désigner comme oligohalines les eaux dont la chlorinité est comprise entre 0,1 et 1,0 ‰, mésohalines entre 1,0 et 10,0 ‰, polyhalines au-dessus de 10 ‰. Le seul critère retenu est donc l'appréciation de la chlorinité; les coupures sont établies de manière arbitraire pour les valeurs décimales. Le système de REDEKE fut repris, amélioré, étendu à diverses mers, mais en définitive peu modifié dans son principe, les modifications portant essentiellement sur le choix des coupures à établir (BRUNELLI, MOLDER, VALIKANGAS). Le premier effort consista à justifier ce choix par des considérations de divers ordres. KNIPOWITSCH (1932), travaillant dans la mer d'Azov, mit l'accent sur une valeur remarquable de la salinité égale à 24,695 gr/‰; à cette valeur le point de congélation et la température de densité maxima coïncident et sont égaux à 1,332 °C. Au-dessous de cette salinité la température de congélation est inférieure à la température de la densité maxima tandis que c'est l'inverse au-dessus. La salinité de 24,695 gr/‰ marque donc une discontinuité dans les propriétés physiques de l'eau salée. U. D'ANCONA (1933) proposa de retenir cette valeur de la salinité comme limite des eaux saumâtres. Si la discontinuité signalée par KNIPOWITSCH est intéressante, elle n'introduit cependant qu'une seule coupure dont en outre la signification et l'intérêt biologique ne sont pas démontrés. Divers auteurs recherchèrent si les groupements de faunes permettaient de mettre en évidence des valeurs critiques de la salinité auxquelles on pourrait donc faire correspondre les coupures fondamentales du domaine saumâtre. Ainsi A. REMANE (1934) fait ressortir qu'en Baltique les espèces marines sont encore dominantes, bien que réduites en nombre, entre 15 et 10 ‰, tandis que les espèces spécifiquement saumâtres prendraient leur plus grande extension entre 10 et 8 ‰; à une salinité de 5 à 10 ‰ correspond un minimum d'espèces, enfin au-dessous de 5 ‰ ce sont les espèces limni-

ques qui dominant. C'est en tenant compte des divers efforts tentés dans ce sens que le symposium de Venise (1958) proposa d'adopter la classification suivante :

- eaux hyperhalines : salinité supérieure à 40 ‰
- eaux mixoeuhaines : 30 ‰
- eaux euhalines : de 40 à 30 ‰
- eaux mixopolyhalines : 30 à 18 ‰
- eaux mixomésahalines : 18 à 5 ‰
- eaux mixooligohalines : 5 à 0,5 ‰
- eaux limniques : au-dessous de 0,5 ‰.

On introduit parfois une coupure supplémentaire dans le domaine mésohalin, pour une valeur de  $S = 10$  ‰, séparant les eaux  $\alpha$  mésahalines d'une part (entre 10 et 18 ‰) et les eaux  $\beta$  mésahalines (entre 5 et 10 ‰) d'autre part.

Très tôt cependant, il apparut que la classification des eaux saumâtres devait tenir compte non seulement de la salinité moyenne mais aussi de son instabilité. U. D'ANCONA (1933) estime que l'appréciation du caractère saumâtre d'une eau doit être fixée de manière relative par référence aux mers voisines et non pas seulement en fonction de sa salinité absolue; dans ce cas une eau considérée comme saumâtre en Méditerranée peut éventuellement être tenue pour marine en mer du Nord. J.W. HEDGPETH (1951) distingua les eaux saumâtres vraies des lagunes, dont les variations de salinité restent modérées et soumises à un cycle saisonnier, des eaux d'estuaires qui supportent des fluctuations de grande amplitude plusieurs fois par jour. E. DAHL (1956) distingua dans le même ordre d'idée les eaux poikilohalines à fluctuations importantes et les eaux homoiohalines (douces ou salées) plus stables. Ainsi progressivement l'accent est mis non seulement sur le choix de valeurs judicieuses pour établir les coupures fondamentales mais encore sur l'allure de l'instabilité des eaux saumâtres. A ce point de vue, il apparaît fondamental de distinguer les systèmes de libre échange avec la mer (estuaires) et les systèmes fermés (marais, étangs ou lagunes saumâtres); dans les premiers les fluctuations, pour une même station géographique, sont soumises au rythme bi-quotidien de la marée et de grande amplitude; dans les seconds, bien que la salinité soit sous la dépendance d'une part de l'intensité des apports marins et fluviaux, d'autre part des circonstances climatiques (évaporation et eau météorique), les fluctuations sont cependant de moins grande amplitude et obéissent à un cycle essentiellement saisonnier. Les classifications les plus récentes se sont surtout attachées à résoudre le problème des systèmes fermés. P. AGUESSE (1957), travaillant en Camargue, proposa une classification originale, dans laquelle il est tenu compte à la fois de la valeur moyenne de la salinité et des fluctuations extrêmes autour de cette valeur. Une eau saumâtre, *sensu lato*, est donc désignée par un double qualificatif, l'un situant la valeur de la salinité moyenne, l'autre l'amplitude des variations. P. AGUESSE reconnaît ainsi quatre catégories et quatre types.

#### Catégories :

- oligosaumâtre : salinité moyenne annuelle comprise entre 0,5 et 5 gr/litre;

- saumâtre : salinité moyenne annuelle comprise entre 5 et 16 gr/litre;
- polysaumâtre : salinité moyenne annuelle comprise entre 16 et 40 gr/litre;
- salée : salinité moyenne annuelle supérieure à 40 gr/litre.

*Types :*

- oligopoïkilohalin : maximum et minimum de salinité se situent dans la même catégorie que la salinité moyenne;
- mésopoïkilohalin : le maximum se situe dans la catégorie immédiatement supérieure à celle du minimum, quelle que soit la catégorie où se situe la salinité moyenne. Le type est positif si le maximum est dans la catégorie au-dessus de la moyenne, il est négatif lorsque le minimum est au-dessous de la moyenne;
- polypoïkilohalin : le maximum se situe dans deux catégories au-dessus du minimum. Le type est positif si le maximum est au-dessus de la catégorie où se situe la moyenne, négatif si le minimum est au-dessous de la catégorie où se situe la moyenne, positif-négatif si maximum et minimum sont de part et d'autre de la catégorie où se situe la moyenne;
- subpoïkilohalin : ce type désigne les cas où l'influence stabilisante de l'homme est directe : rizières ou salines alimentées par pompage.

On aboutit ainsi à une catégorisation bi ou tri-nominale assez précise. Si la tentative de AGUESSE est intéressante, elle s'accompagne malheureusement d'un vocabulaire barbare dont la complexité interdit pratiquement l'usage. Ainsi une eau dont la salinité totale serait constante et égale par exemple à 34 ‰ devrait être désignée comme polysaumâtre oligopoïkilohaline; de même, qui peut apprécier rapidement ce que désigne une eau polysaumâtre polypoïkilohaline positif-négatif ? Malgré ces défauts, la classification de AGUESSE a introduit dans la désignation des eaux saumâtres un principe utile et dont il est devenu indispensable de tenir compte. U. D'ANCONA (1959) et surtout P. MARS (1961) s'y sont ralliés après avoir apporté les modifications qui s'imposaient. Nous adopterons ici une classification pratiquement identique à celle adoptée par P. MARS (1961) pour les étangs méditerranéens. Les coupures et la terminologie sont celles du système de Venise (1958); mais chaque domaine saumâtre est désigné par un ou plusieurs adjectifs, le premier situant la position de la moyenne annuelle, le second et éventuellement le troisième la position des valeurs extrêmes lorsque celles-ci se situent dans une autre catégorie que la moyenne. Une telle classification convient de manière satisfaisante aux systèmes fermés (étangs, mares ou lagunes saumâtres) dans lesquels les fluctuations sont essentiellement saisonnières; le calcul de moyennes mensuelles ou annuelles de salinités garde alors tout son sens. Par contre cette classification n'est plus adaptée aux systèmes ouverts, particulièrement aux estuaires; les fluctuations de salinité sont alors si rapides et si amples que le calcul d'une moyenne n'a aucun sens. Il n'a été proposé aucune classification utile pour ces systèmes; si pour des commodités d'écriture il est pratique de donner un qualificatif aux eaux d'estuaires nous proposons de les désigner dans leur ensemble comme hyperpoïkilohalines.

### 2.3. CONCLUSION

Nous nous sommes efforcés de montrer quels problèmes tant théoriques que pratiques se posaient quant à la définition et à la classification des eaux saumâtres. Les classifications actuelles, au moins pour les systèmes fermés, nous paraissent convenir à exprimer la nature et l'importance des informations que l'on peut en attendre. Nous ne pensons pas qu'il soit indispensable en matière de bionomie de descendre à une échelle plus fine; en revanche, des recherches d'écophysiologie, ayant pour point de départ des observations sur le terrain, mais se prolongeant par une expérimentation au laboratoire portant sur le matériel désigné par le bionomiste, permettront d'aborder les problèmes fondamentaux que pose l'étude de la répartition des faunes saumâtres. L'écologiste de terrain est apte plus que tout autre à comprendre comment se posent ces problèmes et quel matériel biologique doit être choisi pour l'expérimentation; au laboratoire, seul le physiologiste peut y apporter une réponse. Une telle collaboration permettra de mieux poser les problèmes des faunes saumâtres, qualificatif qui à bien des points de vues apparaît déjà comme trop vague pour avoir une signification utile (voir à ce sujet M. FONTAINE, 1960). Actuellement toute classification des eaux saumâtres ne peut déjà plus être considérée comme un outil de travail mais simplement comme un mode d'expression. Il nous paraît donc indispensable de lui garder la plus grande simplicité et d'éviter, en l'affinant ou en la compliquant exagérément, de donner l'impression que la solution des problèmes viendra d'une amélioration de la classification.

### 2.4. CHOIX ET MÉTHODES DE PROSPECTION DES STATIONS ÉTUDIÉES

A une prospection discontinue de l'ensemble des réservoirs de la baie d'Arcachon, j'ai préféré l'examen systématique durant un cycle annuel complet de quelques stations préalablement repérées. Si l'on dispose pour d'autres régions, par exemple pour les étangs littoraux méditerranéens, d'une masse d'informations qui permet d'orienter les prospections nouvelles suivant un choix défini, il n'en était pas de même ici, étant donnée l'absence totale de renseignements tant faunistiques qu'écologiques concernant les bassins saumâtres d'Arcachon. Le choix des six stations retenues est donc en partie arbitraire; j'ai cependant été guidé par quelques prospections préliminaires, par des considérations a priori telles que l'orientation au vent dominant ou les relations plus ou moins immédiates soit

avec les écluses donnant sur la mer, soit avec les sources continentales, par la recherche d'un éventail suffisamment large des différents types de réservoirs (jas et profonds) enfin par des raisons matérielles telles que la commodité d'accès en toutes saisons (par exemple les réservoirs d'Arès ont été éliminés par suite de leur éloignement).

Les six stations retenues sont les suivantes :

— Station S. 59 dite Chabaud.

Cette station est située dans le domaine de Certes au lieu dit « Chabaud », à l'extrême limite continentale de l'exploitation; elle a été retenue en raison du fait que, aux dires du contremaître du domaine, elle bénéficiait d'un apport immédiat d'une source souterraine d'eau douce, ce que confirment en effet les graphiques de salinité. Elle est cependant bien irriguée par les eaux provenant de la mer et a donné lieu à des observations concernant particulièrement le mouvement de la faune (*Corophium insidiosum* et Hydrobiidés).

— Station P. 219 dite Nord Chabaud.

Située immédiatement au nord de la précédente, d'où son nom, cette station est un ancien profond en grande partie comblé et envahi par les roseaux. Elle a été choisie en raison de sa proximité avec la précédente et de son aspect a priori plus limnique. Elle s'est révélée en effet moins salée en moyenne que Chabaud mais assez peu intéressante du point de vue faunistique.

— Station P. 228 Cantarane.

La station P. 228 se situe au Teich dans le domaine de la Saussouze. Elle a été choisie comme station présumée oligohaline en raison de la présence de *Gammarus chevreuxi* lors des prospections préliminaires; P. 282 ne s'est pas confirmée être une station oligohaline, bien que très différente de la station P. 111 voisine. Située à proximité du moulin de Cantarane, d'où son nom, P. 228 est d'un accès facile.

— Station P. 111 La Saussouze.

La station P. 111 se situe également au Teich, dans le domaine de la Saussouze, d'où son nom, au nord de la précédente; à proximité d'une écluse qui alimente directement le creusement où elle se situe, P. 111 a été choisie en raison de l'abondance de sa faune et de sa flore. Nous verrons qu'elle constitue le type même de la station « souche ». Elle se situe cependant dans le même système de bassins que P. 228 dont elle est éloignée d'environ 700 mètres.

— Station P. 229 Certes creux.

La station P. 229 Certes creux est un profond du domaine de Certes, bien entretenu, éloigné d'environ 600 mètres de l'écluse la plus proche. Elle a été choisie en raison de la densité de la flore et de la faune qui la peuplent et pour établir une comparaison éventuelle avec une station plus proche d'une écluse telle que P. 111.

— Station P. 229 Certes plat.

Située immédiatement à côté du profond précédent, cette station est un jas typique dans lequel les conditions écologiques sévères sélectionnent une faune originale.

Les relevés hydrologiques de température et salinité ont eu lieu pour chaque station au moins une fois par semaine en hiver et deux fois par semaine en été. Chaque prélèvement fut effectué non pas immédiatement à la surface de l'eau mais à — 20 cm de la surface ou (P. 229 plat) à mi-distance entre la surface et le fond; sauf indication contraire (par exemple étude de cycles de 24 heures), les relevés ont toujours eu lieu entre 11 heures et 15 heures. Dans la mesure du possible il fut tenu compte des conditions météorologiques, aucun relevé n'ayant été effectué par jour de grand vent ou de forte pluie. En ce qui concerne l'insolation j'ai choisi de préférence en toutes saisons les jours où le ciel était découvert. Malgré ces précautions l'allure des graphiques hebdomadaires n'est pas satisfaisante; par contre les graphiques mensuels où il est tenu compte de la moyenne des 4, 8 ou plus, relevés effectués durant le mois, permettent de donner une image cohérente de l'évolution de chaque station. Les moyennes sont portées sur le tableau figure 3 et traduites graphiquement sur les figures 4 (salinités) et 5 (températures). C'est donc sur ces moyennes mensuelles que s'appuieront les discussions et les comparaisons. En ce qui concerne les moyennes thermiques, on gardera présent à l'esprit qu'elles sont calculées à partir de températures diurnes (relevées entre 11 h et 15 h); il s'agit donc des moyennes des températures diurnes. Des éléments concernant les cycles thermiques par 24 h sont cependant donnés.

Les six stations étudiées ont été classées en fonction de la salinité, suivant la nomenclature indiquée au paragraphe 2.2. Trois stations (Chabaud, Nord Chabaud et Cantarane) sont du type méso-oligohalin; pour Chabaud et Nord Chabaud la salinité moyenne se situe dans le domaine  $\beta$  mésohalin, alors qu'elle est dans le domaine  $\alpha$  mésohalin pour Cantarane; les trois moyennes sont cependant très proches. Les trois autres stations (La Saussouze, Certes creux et Certes plat) sont du type poly-mésohalin. Chaque station a cependant son originalité propre tant au point de vue hydrologique que faunistique.

En ce qui concerne l'échantillonnage de la faune, les prélèvements ont été effectués une fois par mois seulement. Ce rythme est suffisant pour le premier aperçu auquel nous nous proposons d'atteindre mais l'étude fine des cycles et des migrations de la faune demandera un échantillonnage plus fréquent. J.P. LABOURG à partir des premiers résultats exposés ici, a entrepris en 1965 un

	TEMPERATURES DIURNES - MOYENNES MENSUELLES							SALINITES - MOYENNES MENSUELLES						
	Le Teychan à Eyrac	P. 219	S. 59	P. 228	P. 111	P. 229 Creux	P. 229 Plat	Le Teychan à Eyrac	P. 219	S. 59	P. 228	P. 111	P. 229 creux	P. 229 plat
Février 1963	6,1°C	6,5°C	6°C	6°C	5°C	6,7°C	6,2°C	31,56‰	11,1‰	6,6‰	8,2‰	18,2‰	19,3‰	15,0‰
Mars 1963	10,9	11	12	12	11	12	15	30,30	11,1	12,5	7,3	13,1	17,5	14,0
Avril 1963	12,9	17	16	15	16	16	16,5	28,76	8,5	8,5	5,3	16,6	15,0	12,2
Mai 1963	15,8	18	19	17	21	17	19	30,64	8,0	7,5	8,7	22,5	18,0	21,9
Juin 1963	19,2	20,5	22	25	24	20	22	31,78	7,5	7,9	12,2	21	23,5	21,7
Juil. 1963	21,0	23	25	25	25	25	27	31,82	5,5	8,9	12,4	22,0	23,3	29,1
Août 1963	20,8	20,5	21	21	23	20,5	21	32,0	10,9	10,8	16,2	22,0	23,2	28,4
Sept. 1963	19,3	19	19,5	22	22	20	21	32,04	5,6	12,2	12,8	21,6	23,7	29
Oct. 1963	17,6	17,5	17,5	16	19	19	21	32,16	5,2	15,4	12,6	21,4	24,5	27,9
Nov. 1963	13,6	15	16	17	16,5	17	17	31,55	7,0	10,8	12,4	21,5	23,8	20
Déc. 1963	8,3	5	10	2	8	4	4	29,55	4,0	2,95	3,6	12,6	16,5	12,9
Janvier 1964	6,7	7	6,5	6	6	6	6,5	30,87	9,0	8,8	11,1	22,9	20,5	16,5
Moyen, Annuel	14,4	15,0	15,9	15,3	16,4	15,3	16,4	31,09	7,8	9,4	10,2	19,6	20,7	20,7
Ecart maxi.	14,9	18	19	23	20	21	23	3,4	7,1	12,45	12,6	10,3	9,5	16,9

FIG. 3. — Hydrologie des réservoirs. Tableau des températures et salinités (moyennes mensuelles)

travail portant spécialement sur les amphipodes de ces bassins saumâtres; l'échantillonnage a lieu deux fois par mois en hiver et une fois par semaine en été.

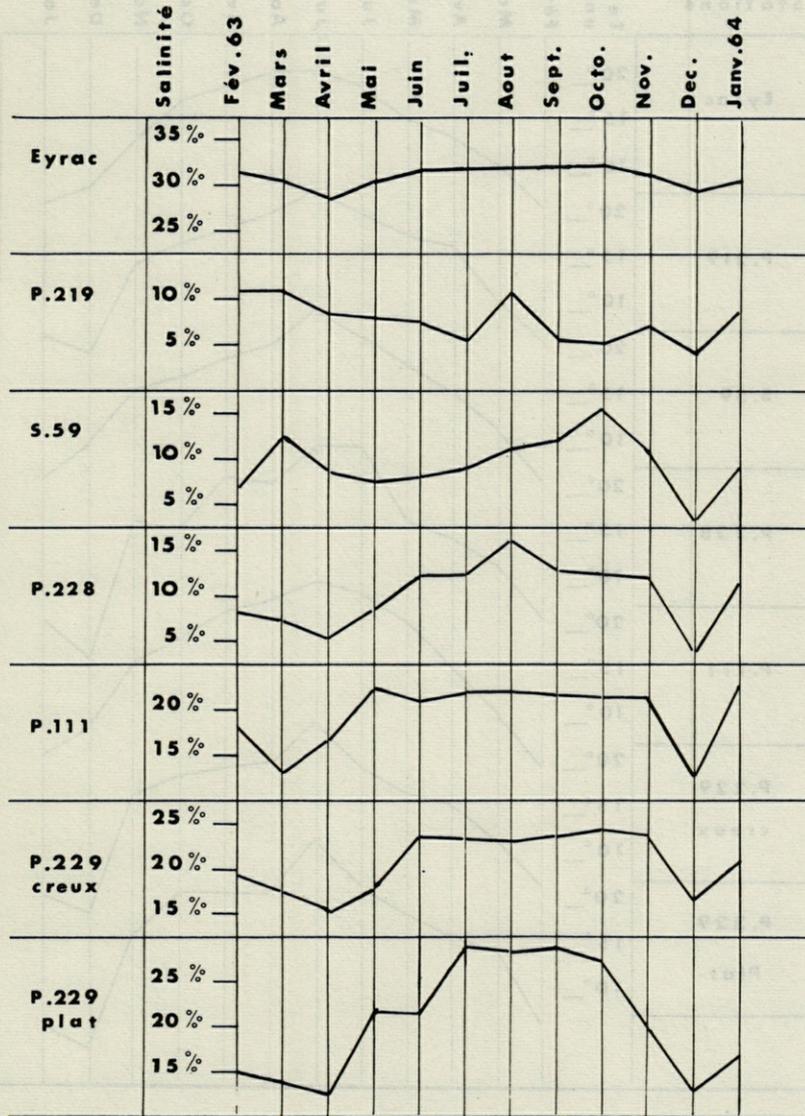


FIG. 4. — Hydrologie des réservoirs. Graphique des variations saisonnières de salinité.

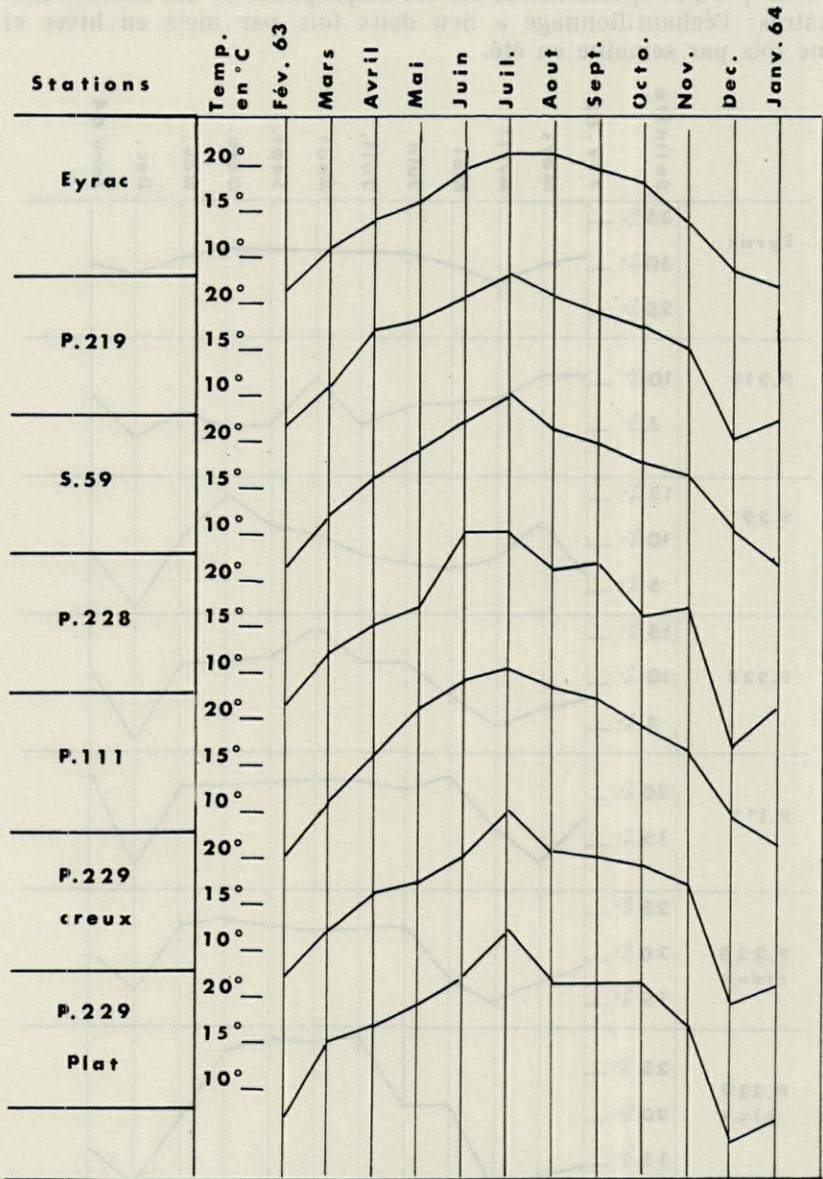


FIG. 5. — Hydrologie des réservoirs. Graphique des variations saisonnières de température.

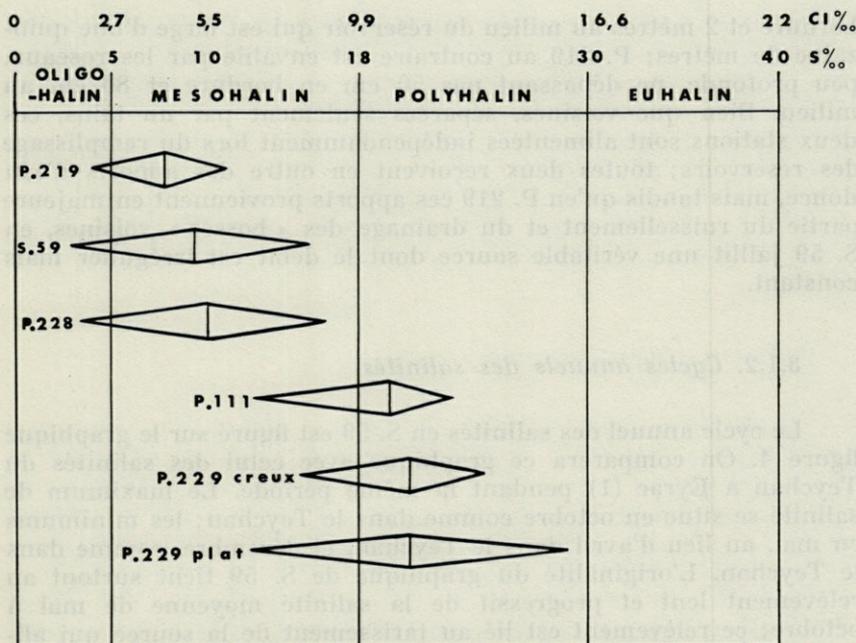


Fig. 6. — Classification des stations prospectées en fonction de la salinité.

### 3. — PREMIÈRES DONNÉES CONCERNANT L'HYDROLOGIE DE SIX STATIONS DANS LES BASSINS SAUMÂTRES D'ARCACHON

#### 3.1. STATIONS S. 59 CHABAUD ET P. 219 NORD CHABAUD.

##### 3.1.1. Description des stations.

S. 59 et P. 219 (voir photos figures 7 et 8) sont deux stations situées en bordure des réservoirs du domaine de Certes. Toutes deux se présentent comme un cul de sac dans lequel les eaux sont refoulées mais circulent mal et se renouvellent peu. S. 59, régulièrement entretenue est relativement profonde, atteignant 1 mètre en

bordure et 2 mètres au milieu du réservoir qui est large d'une quinzaine de mètres; P. 219 au contraire est envahie par les roseaux, peu profonde, ne dépassant pas 50 cm en bordure et 80 cm au milieu. Bien que voisines, séparées seulement par un talus, ces deux stations sont alimentées indépendamment lors du remplissage des réservoirs; toutes deux reçoivent en outre des apports d'eau douce, mais tandis qu'en P. 219 ces apports proviennent en majeure partie du ruissellement et du drainage des « bosses » voisines, en S. 59 jaillit une véritable source dont le débit est irrégulier mais constant.

### 3.1.2. Cycles annuels des salinités.

Le cycle annuel des salinités en S. 59 est figuré sur le graphique figure 4. On comparera ce graphique avec celui des salinités du Teychan à Eyrac (1) pendant la même période. Le maximum de salinité se situe en octobre comme dans le Teychan; les minimums en mai, au lieu d'avril dans le Teychan, et décembre, comme dans le Teychan. L'originalité du graphique de S. 59 tient surtout au relèvement lent et progressif de la salinité moyenne de mai à octobre; ce relèvement est lié au tarissement de la source qui alimente cette station, au fur et à mesure de l'abaissement de la nappe phréatique dans le courant de l'été.

Le graphique de P. 219 est particulièrement irrégulier. La faible profondeur et le mauvais renouvellement des eaux dans cette station la rendent en effet très sensible aux phénomènes atmosphériques, autant l'intensité des vents ou l'échauffement qui provoquent une évaporation, que les précipitations atmosphériques responsables de la dilution. Toutefois la chute de salinité est particulièrement faible entre novembre et décembre (de 7 à 4 ‰), beaucoup plus faible que dans la plupart des autres stations et notamment qu'en S. 59; les gels du mois de décembre ont en effet saisi en glace les eaux douces et contribué à maintenir une salinité non négligeable des eaux résiduelles dans cette station par suite de la faible profondeur, et donc du faible volume d'eau, de l'ensemble des réservoirs.

En définitive la salinité annuelle moyenne est un peu plus élevée en S. 59 (9,4 ‰) qu'en P. 219 (7,8 ‰); les salinités ex-

(1) Le Teychan est le grand chenal qui longe les plages d'Arcachon et notamment la plage d'Eyrac, devant la Station biologique.





trêmes, tant plus fortes que plus faibles, ont été atteintes en S. 59 qui présente donc le plus grand écart (12,45). Les deux stations sont cependant du type méso-oligohalin ( $\beta$  méso-oligo- $\alpha$  mésohalin).

*Fluctuations de l'abondance de Corophium insidiosum en fonction de la salinité.*

*Corophium insidiosum* est un petit amphipode qui pullule dans la majorité des réservoirs saumâtres. Dans la plupart des stations où j'ai récolté cette espèce les fluctuations saisonnières de salinité, bien que souvent importantes, se situent très en deçà de la limite des valeurs tolérables; en conséquence ces fluctuations sont sans incidence mesurable sur l'abondance de *Corophium insidiosum* dans ces stations. Il n'en est pas de même en P. 219 et S. 59 où la salinité moyenne se situe au voisinage des valeurs limitantes. Dans ces deux stations *Corophium insidiosum* est parfois absent, parfois présent mais alors en abondance variable, constituant par conséquent des populations instables. En 1963 j'ai essayé d'apprécier numériquement le degré d'abondance de cette espèce. Cette appréciation est très malaisée car il est difficile de fixer une dimension de référence à laquelle doit être rapportée l'abondance des individus lors de chaque récolte; les indications données sont donc plus qualitatives que quantitatives mais conduisent cependant à des résultats significatifs.

J'ai opéré de la manière suivante : durant toute l'année furent prélevés au moins une fois par mois 500 gr d'Entéromorphes, pesés après égouttage de 1 heure sur une gaze; ces 500 gr sont alors rincés au jet d'eau sur un tamis de maille 0,5 mm. La faune recueillie sur le tamis comprend essentiellement des gastropodes Hydrobiidés, des larves de diptères Chironomides et des amphipodes, comprenant principalement *Corophium insidiosum* et *Leptocheirus pilosus*. L'ensemble de la faune est fixé dans l'alcool à 70°; les Hydrobiidés sont éliminés par décantation; les larves de diptères sont triées à la pince; la totalité des amphipodes est pesée après égouttage de 1 heure sur papier filtre, puis une fraction est reprise pour comptage, sous la loupe binoculaire, de la proportion entre *Corophium* et les autres amphipodes; cette proportion varie de 5 à 50 % suivant les prélèvements. Le poids total d'amphipodes est alors multiplié par un coefficient représentant le pourcentage numérique des *Corophium*; on obtient ainsi un poids corrigé dont les variations sont représentées sur le graphique fig. 9. Il est intéressant et il paraît significatif de rapprocher ce graphique des variations de salinité comme nous l'avons fait sur la fig. 9; en première approximation l'abondance de *Corophium insidiosum* semble bien liée à la salinité. Mais il est surprenant de donner à ces résultats une autre présentation, par exemple de grouper les salinités non plus chronologiquement mais dans l'ordre

FIG. 8. — Station P. 219 — Nord Chabaud.

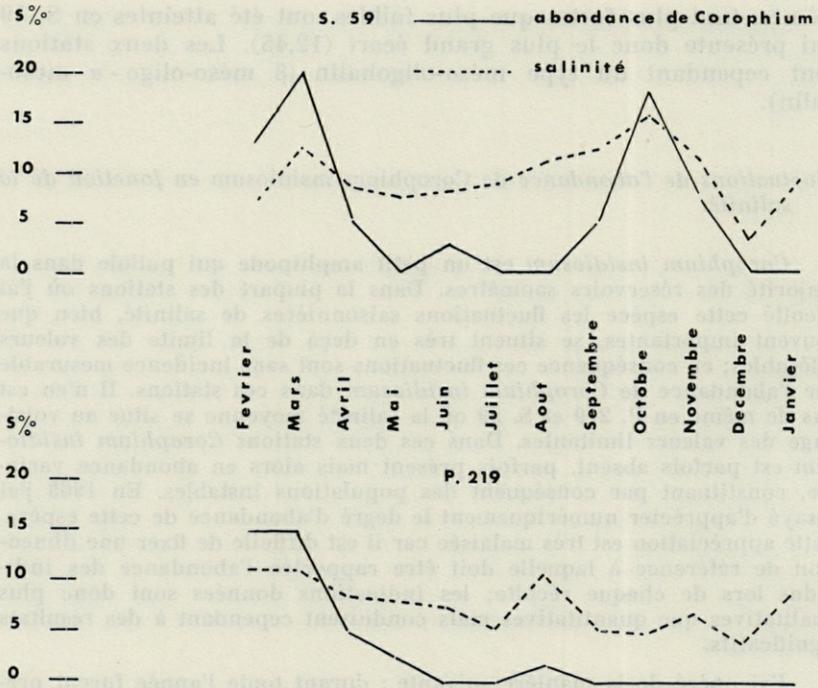


FIG. 9. — Graphique des variations saisonnières d'abondance de *Corophium insidiosum* en S. 59 et P. 219 en fonction de la salinité.

de leur valeur croissante et de faire figurer vis-à-vis le coefficient d'abondance. On obtient alors la série suivante :

STATION S. 59			STATION P. 219		
Mois	Salinité	Abondance	Mois	Salinité	Abondance
Décembre	2,95 ‰	0	Décembre	4,0 ‰	0
Février	6,6	12,5	Octobre	5,2	0
Mai	7,5	0	Juillet	5,5	0
Juin	7,9	2,5	Septembre	5,6	0
Avril	8,5	5	Novembre	7,0	0
Janvier	8,8	0	Juin	7,5	0
Juillet	8,9	0	Mai	8,0	2,5
Août	10,8	0	Avril	8,5	5
Novembre	10,8	7,5	Janvier	9,0	0
Septembre	12,2	5,0	Août	10,9	1,5
Mars	12,5	20,0	Mars	11,1	15
Octobre	15,4	17,5	Février	11,1	15

Contrairement à ce que suggérait le graphique, ce tableau fait ressortir que l'abondance de *Corophium insidiosum* dans les deux stations étudiées n'est pas liée apparemment à une valeur privilégiée de la salinité. Par exemple à une faible valeur de  $S. = 6,6\text{‰}$  en février correspond en S. 59 une abondance relativement élevée de 12,5; tout au plus peut-on noter que les coefficients d'abondance les plus élevés correspondent généralement à des salinités supérieures à  $10\text{‰}$  (l'exemple précédent apparaissant à ce titre comme une exception). On remarque également que, même pour des salinités moyennes ou faibles, c'est en février-mars que l'on obtient les meilleurs coefficients d'abondance alors que décembre et janvier ne donnent pas de récolte même par exemple pour une salinité de  $9\text{‰}$  en janvier en P. 219. Comment interpréter ces résultats ? Il faut tenir compte, pensons-nous, de deux phénomènes distincts : d'une part des périodes d'activité migratoire, liées au cycle même de l'espèce, d'autre part de l'hospitalité des territoires envahis, liée aux facteurs écologiques et notamment à la salinité. La poussée migratoire est plus forte au printemps qu'en hiver, époque à laquelle les populations sont sédentaires; elle donnera lieu à l'installation de populations stables dans des territoires nouveaux à condition que l'environnement se révèle favorable. Contrairement à des stations que nous étudierons plus loin, telle P. 111 par exemple, où *Corophium insidiosum* est présent toute l'année et que pour cette raison nous appellerons « station souche », S. 59 et P. 219 ne permettent de recenser que des populations mobiles et instables. Cette instabilité est liée ici en premier lieu à la salinité qui intervient donc comme « facteur limitant »; si la salinité est importante dans cet exemple cela tient à ce que la marge dans laquelle elle fluctue, conditionne son aspect limitant mais ne signifie pas qu'elle constitue le seul facteur de présence et d'abondance de *Corophium insidiosum* dans un territoire donné. En d'autres stations les fluctuations d'abondance pourront être modulées par un tout autre facteur, notamment la teneur en oxygène dissous. Ces exemples illustrent les précautions qui doivent être prises dans l'interprétation de la causalité du comportement écologique d'une population; des observations régulièrement répétées, portant au moins sur un cycle annuel, conduisent à des résultats intéressants, alors que des mesures même précises mais épisodiques n'ont aucune signification.

Des migrations de *Corophium insidiosum* analogues à celles que nous venons d'envisager ont été signalées par G. PETIT (1953) qui rapporte que cet amphipode a disparu de l'étang du Canet (Pyrénées-Orientales) entre 1950 et 1951, au profit d'Hémiptères et de Coléoptères aquatiques, alors que la salinité passait de 15,3 à  $16,9\text{‰}$ . Si le déplacement des populations de *Corophium insidiosum* en rapport avec des variations de salinité dans le domaine mésohalin est certain, nous verrons que le peuplement par des insectes n'est pas nécessairement lié au même facteur.

### 3.1.3. Cycles annuels des températures.

Les cycles annuels des températures des deux stations sont figurés sur le graphique (Fig. 5). Le talus qui limite la station

S. 59 a sa concavité tournée face au Sud, tandis qu'elle est dirigée vers le Nord pour la station P. 219. S. 59 est donc exposée au soleil et abritée des vents de Nord, alors que P. 219 est exposée au vent froid et le plus souvent dans l'ombre; il en résulte un écart thermique assez sensible puisque la température moyenne annuelle est de 15,9 °C en S. 59 contre 15,0 °C en P. 219. Malgré sa faible profondeur P. 219 s'échauffe moins en été, grâce à son exposition au Nord, que S. 59 (+ 23 °C contre + 25 °C en juillet). En décembre P. 219 est également plus froide que S. 59, ce qui tient à la fois à son exposition, à la faible profondeur du réservoir mais surtout au mode d'alimentation en eau douce; par exemple le 16 décembre 1963 à 14 h j'ai noté les températures suivantes :

Stations	Eau de surface	Sous la glace	A moins 50 cm de la surface
P. 219	0 °C	0 °C	+ 4,5 °C
S. 59	+ 1,5 °C	0 °C	+ 9,8 °C

De larges blocs de glace recouvraient les deux stations mais tandis que P. 219 restait dans l'ombre, S. 59 était bien ensoleillée; entre les blocs de glace l'eau superficielle s'échauffait en S. 59; immédiatement au-dessous de la glace la température était de 0 °C dans les deux stations; enfin à — 50 cm de la surface l'eau était à + 4,5 °C en P. 219 (au contact du sol) mais atteignait + 9,8 °C en S. 59 grâce à l'apport des eaux douces souterraines beaucoup plus chaudes. En revanche, en février 1963 et janvier 1964, P. 219 a bénéficié d'une température moyenne un peu plus élevée que celle de S. 59, ce qui tient probablement à une meilleure protection contre le vent. Enfin l'écart thermique global au cours de l'année a été plus élevé en S. 59 (de + 6 °C à + 25 °C soit 19 °C) qu'en P. 219 (de + 5 °C à + 23 °C soit 18 °C). Ces chiffres montrent que, même pour des stations distantes de quelques mètres seulement, les conditions microclimatiques peuvent être sensiblement différentes. Comparativement aux autres stations les écarts annuels restent assez faibles, ce qui confirme l'opinion des exploitants quant à la différence entre les bassins les plus continentaux et les plus avancés dans la mer.

Un exemple de l'incidence des différences thermiques sur la faune est mis en évidence par l'observation du comportement de *Potamopyrgus jenkinsi* au cours de l'hiver. Ce petit gastropode Hydrobiidé fut régulièrement présent dans les deux stations pendant toute la période étudiée; il est installé parmi les algues, notamment les entéromorphes qui flottent en pleine eau en S. 59, alors qu'en P. 219 on le récolte plutôt parmi les débris végétaux déposés sur le fond. Dès le mois de décembre

1963 *Potamopyrgus jenkinsi* entra en hibernation en P. 219, s'enterrant dans les couches superficielles du sol et cessant toute vie active; en S. 59 au contraire il demeura constamment en pleine eau, dans la strate réchauffée par les apports d'eau douce. En janvier 1964 la température au voisinage du sol s'élevait à + 7 °C en P. 219, alors qu'en S. 59 elle s'abaissait à + 6,5 °C (apparemment par suite du tarissement temporaire de la source, ce que confirme d'ailleurs le graphique de salinité). *Potamopyrgus jenkinsi* resta cependant actif en S. 59 et en hibernation en P. 219. Mais il faut noter que, s'il quittait l'abri du sol dans cette dernière station *Potamopyrgus jenkinsi* se trouvait très rapidement dans l'eau sous-jacente à la glace à 0 °C; le maintien de l'hibernation paraît donc avoir été conditionné par l'impossibilité d'atteindre une strate trophique à une température convenable; il est possible qu'ait également joué le faible taux de la teneur en oxygène dans la strate où hivernait ce gastropode en P. 219, alors qu'en S. 59 la présence d'entéromorphes maintenait une bonne oxygénation des eaux.

### 3.1.4. Teneur en oxygène dissous.

La teneur en oxygène dissous varie selon un cycle de 24 h en rapport avec l'activité chlorophyllienne des végétaux verts. Le graphique de la figure 10 donne le cycle du 20 juin 1964. Les échantillons ont été prélevés à partir du bord à l'aide d'une pompe Wab (photo figure 11), les prises de surface dans les 10 premiers centimètres, les prises du fond dans les 10 centimètres au contact du sol; dosages par la méthode de Winkler; les résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

#### Station S. 59 :

Heures	01.00 h	05.00 h	08.30 h	13.30 h	16.30 h	19.00 h	20.00 h	01.00 h
Surface	6,72	4,27	7,20	14,16	16,32	17,00	11,52	7,00
Fond	4,08	2,23	5,71	9,36	12,09	12,08	7,5	4,01

#### Station P. 219 :

Heures	01.00 h	05.00 h	08.30 h	13.30 h	16.30 h	19.00 h	20.00 h	01.00 h
Surface	3,00	6,40	7,50	11,57	13,20	13,00	6,5	3,30
Fond	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	1,53	1,20	0,00

Le 20 juin 1964 le soleil s'est levé à 05.16 h, il s'est couché à 20.52 h (heure légale). La température des eaux s'est maintenue durant cette journée entre 20 et 23 °C.

*Station S. 59.* — Les eaux sont toujours oxygénées tant en surface qu'au fond. Les taux les plus forts ont été notés en fin d'après-midi alors que la station bénéficiait encore d'une bonne insolation; grâce à l'activité chlorophyllienne qui est alors intense les eaux sont sursaturées en oxygène; dès que la station passe dans l'ombre le taux décroît rapidement, l'activité chlorophyllienne con-

sidérablement ralentie ne compensant plus les pertes d'oxygène qui se dégage spontanément de l'eau; au bout d'une heure environ on atteint un nouvel état d'équilibre et la diminution du taux d'oxygène est plus lente, en rapport avec la consommation biologique; on passe par un minimum vers 05.00 h du matin; au delà, tandis que le jour se lève, le taux en oxygène recommence à croître en même temps que reprend l'activité chlorophyllienne. Les deux graphiques ayant trait l'un à la strate superficielle, l'autre à la strate profonde, sont sensiblement parallèles mais la strate profonde est toujours un peu moins oxygénée que la strate superficielle.

*Station P. 219.* — En surface les eaux sont toujours oxygénées mais beaucoup moins cependant qu'en S. 59; la valeur relativement élevée de la prise de 05.00 h est liée à la présence d'un léger vent de Nord qui ramenait les eaux superficielles des réservoirs voisins ayant déjà subi une demi-heure d'éclairement. Par contre dans la strate profonde le taux d'oxygène est nul par suite de l'action réductrice intense exercée par les débris végétaux en décom-

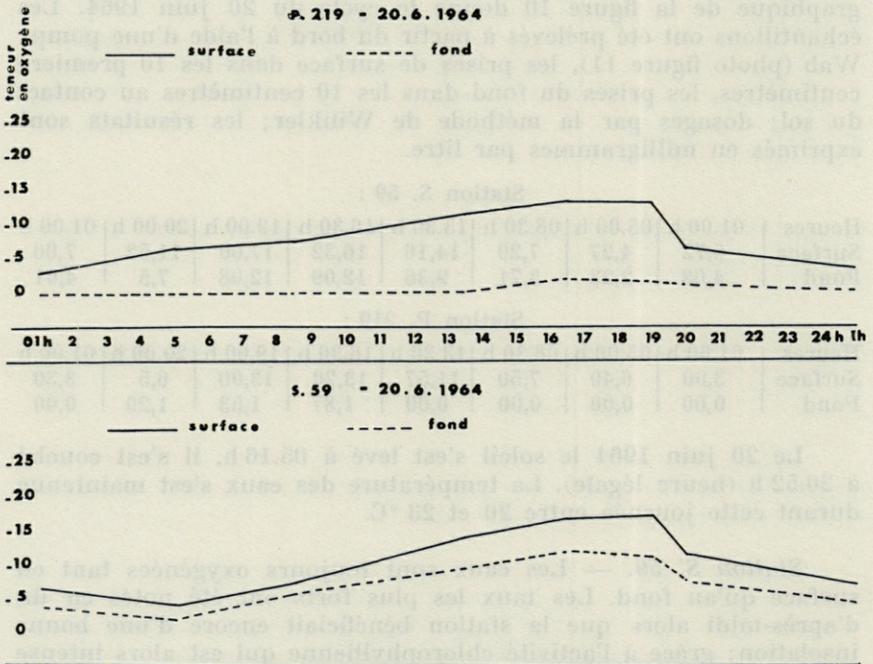


FIG. 10. — Cycle de la teneur en oxygène dissous en S. 59 et P. 219 au cours de la journée du 20 juin 1964.

position accumulés sur ces fonds; ce n'est qu'en fin d'après-midi que la forte teneur des couches superficielles diffuse suffisamment d'oxygène pour empêcher la réduction totale.

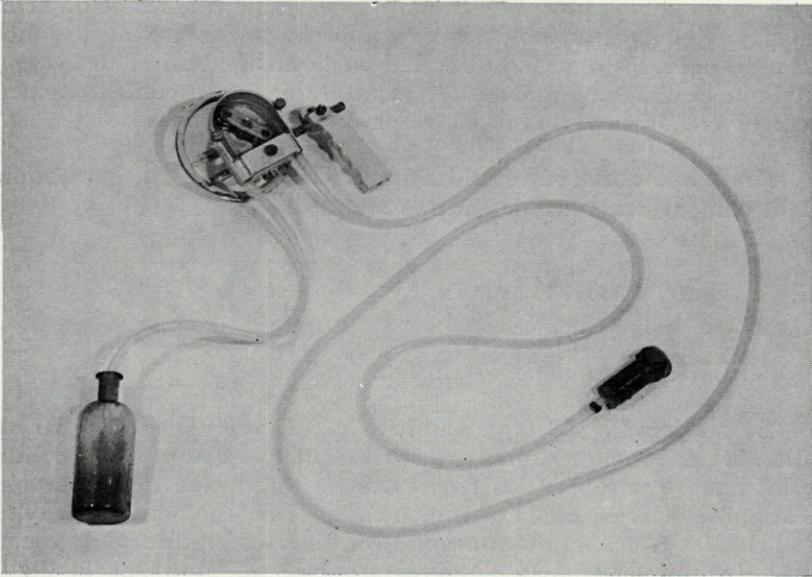


FIG. 11. — Pompe Wab pour échantillonnage de l'eau dans les réservoirs.

A droite la crépine lestée, à gauche le flacon d'échantillonnage. On peut utiliser un tuyau d'une dizaine de mètres à condition que la dénivellation reste de l'ordre du mètre. Il ne peut y avoir ni pollution, ni prise d'air après évacuation de l'air enfermé dans le tuyau au moment de l'amorçage). L'appareil est d'un maniement particulièrement pratique pour échantillonner soit à partir de la rive soit depuis une petite embarcation.

### 3.1.5. *pH*.

Le pH subit également des variations quotidiennes importantes. Il est neutre ou légèrement acide peu avant le lever du jour, alcalin dans l'après-midi. Ainsi le 20 juin 1964 à 05.00 h du matin le pH était de 6,9 en S. 59 et de 6,3 en P. 219; à 16 h il était de 8,2 en S. 59 et de 8,0 en P. 219. Je n'ai pu noter de différence entre surface et fond. Le pH des ruisseaux voisins qui drainent les sols des Landes est très acide, entre 6 et 7.

### 3.1.6. *Peuplements*.

*Flore*. — En S. 59 on trouve simultanément des phanérogames représentées surtout par des roseaux dont les pieds baignent dans l'eau du réservoir et des Cryptogames flottants ou immergés (*Cla-*

*dophora*, *Enteromorpha* et *Ulva*). En P. 219 les roseaux sont plus envahissants, tandis que les algues semblent davantage venir en épaves que croître sur place, si ce n'est quelques *Vaucheria* et des Cyanophycées; en outre, surplombée par des chênes, la station P. 219 a un sol recouvert d'abondants débris de feuilles et de branchages auxquels se mêlent des tiges mortes de roseaux et de joncs. On note dans les deux stations l'absence de *Zostera* et de *Ruppia* ainsi que de l'algue *Chaetomorpha linum* qui est au contraire extrêmement envahissante dans les réservoirs polyhalins.

*Faune.* Les relevés faunistiques sont donnés au paragraphe 4.1 et comparés à ceux des autres stations.

### 3.2. STATION P. 228 CANTARANE

#### 3.2.1. *Description de la station.*

La station P. 228 (voir photo Fig. 12) est constituée par un petit abri de quelques mètres carrés seulement, situé en bordure de la digue qui sépare les réservoirs de Cantarane des réservoirs de la Saussouze. La digue dessine à cet endroit une petite concavité; des arbustes (*Baccharis halimifolia*) et diverses graminées la recouvrent. Le plus souvent à l'ombre, protégée du midi par la digue, P. 228 est peu profonde, 50 cm environ; bien qu'elles communiquent avec cette station, les eaux du « profond » qui la bordent l'envahissent mais se renouvellent peu, la concavité de la digue étant un obstacle à leur circulation; en outre les ruissellements et les infiltrations d'eau douce sont abondants. La tranquillité des eaux en P. 228 est attestée par le fait que durant toute une année les mêmes épaves (débris de bois) n'ont pas été chassés par les courants. P. 228 constitue en définitive une sorte d'enclave originale, de petites dimensions, en bordure d'un vaste bassin dont les caractères d'ensemble sont ceux de P. 111 que nous étudierons ultérieurement.

#### 3.2.2. *Cycle annuel des salinités.*

Le cycle annuel des salinités est irrégulier, présentant deux minimums en avril ( $S = 5,3 \text{ ‰}$ ) et en décembre ( $S = 3,6 \text{ ‰}$ ) et un maximum en août ( $S = 16,2 \text{ ‰}$ ). La salinité moyenne est assez basse ( $S = 10,2 \text{ ‰}$ ) donc très différente de celle de la station P. 111 qui appartient cependant au même système de réservoirs. P. 228 est en effet fortement perturbée par les apports d'eau douce, ce qui tient à la fois à sa faible profondeur et au mauvais renouvellement

des eaux par le creusement qui la borde. L'élévation de salinité en août est en rapport avec l'ampleur des opérations de boire et déboire pratiquées à cette époque; elle apporte un élément de discontinuité dans le graphique qui, pour le reste, est assez semblable à celui de P. 111 mais se situe à des valeurs plus basses.

### 3.2.3. Cycle annuel des températures.

Le cycle annuel des températures (graphique fig. 5) frappe tout d'abord par son irrégularité. La température s'est maintenue à une moyenne élevée (+ 25 °C en juin et juillet) puis elle s'abaisse en août mais remonte en septembre; chute de nouveau importante entre septembre et octobre suivie d'une remontée d'octobre à novembre. Ces variations en dents de scie de la température moyenne, à mesure que la saison s'avance, sont a priori surprenantes et constituent un cas isolé parmi les six stations suivies. On notera également la très faible moyenne de décembre (+ 2 °C) due au fait que durant tout ce mois la glace se maintint en permanence en P. 228 alors que partout ailleurs elle disparaissait, au moins temporairement, à l'occasion des journées ensoleillées. La moyenne thermique annuelle est basse (+ 15,3 °C), l'écart annuel des moyennes est le plus élevé qu'il ait été noté, de + 25° à + 2 °C, soit 23 °C, contre un écart de 14,9 °C pour la même période dans le Teychan.

P. 228 est presque constamment envahie par un tapis d'Enteromorphes épais de plusieurs centimètres formant isolant thermique; ainsi durant un cycle quotidien de mesures effectuées de 2 h en 2 h j'ai relevé des températures à la surface des algues allant de + 32 °C (11 juillet 1963 15 h) à + 20 °C (12 juillet 06 h), soit un écart de 12 °C dans la journée; dans le même temps la température sous le tapis d'algues était beaucoup plus stable passant seulement de + 25 °C dans la journée à + 23 °C dans la nuit, soit un écart de 2 °C seulement. L'écart positif n'est pas toujours en faveur de la surface; c'est ainsi qu'en septembre la température mensuelle moyenne était de 22 °C sous les algues contre 21 °C en surface. Il semble que le réchauffement de la strate profonde à partir de septembre soit en rapport avec la fermentation des algues accumulées pendant l'été; l'introduction de ce nouvel élément dans les fluctuations de température en automne est peut être responsable de l'allure irrégulière du graphique.

### 3.2.4. Teneur en oxygène dissous.

Le graphique de la fig. 13 donne le cycle de la teneur en oxygène dissous pendant la journée du 25 juin 1964. Les prises ont été faites d'une part en surface (crépine reposant sur le tapis d'algues), d'autre part au-dessous des algues mais à une trentaine de centi-

mètres du fond. Elles conduisent dans ces deux cas à des résultats identiques (différences portant sur la première ou la deuxième décimale) sauf pour les échantillons prélevés à 10.30 h et à 11.30 h.

Heures	00.45 h	05.45 h	09.15 h	10.30 h	11.30 h	15.00 h	17.30 h	19.00 h	20.15 h	21.30 h	00.45 h
Surface	1,15	0,60	12,70	8,70	8,80	7,5	6,35	6,30	5,05	3,15	1,00
Sous les algues	«	»	»	12,00	9,50	»	»	»	»	»	»

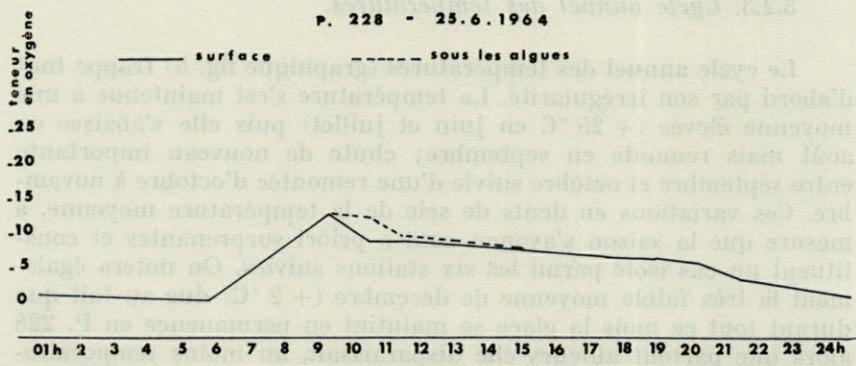


FIG. 13. — Cycle de la teneur en oxygène dissous en P. 228; 25 juin 1964.

Le 25 juin 1964 le soleil s'est levé à 05.17 h., il s'est couché à 20.53 h. Dans la journée la température de l'eau au niveau des prises en surface a oscillé entre + 26 °C (à 17.30 h) et + 19 °C (à 05.45 h).

Durant la nuit la teneur en oxygène est faible, le minimum (0,60) étant atteint à l'aurore. Dès le matin la station étant alors baignée par les premiers rayons de soleil, le taux d'oxygène augmente en même temps que reprend l'activité chlorophyllienne et atteint un maximum (12,70) vers 09 h; au-delà la station passe dans l'ombre et la teneur en oxygène décroît rapidement dès l'heure suivante; toutefois la chute est plus lente au-dessous du tapis d'algues que dans la strate superficielle; l'eau reste saturée pendant toute la journée puis, après 20 h., la consommation respiratoire l'emporte sur l'activité chlorophyllienne qui cesse et durant la nuit le taux d'oxygène s'abaisse progressivement.

### 3.2.5. pH.

Les variations du pH au cours de la journée du 25 juin ont été très faibles; par contre on a noté des différences sensibles entre

FIG. 12. — Station P. 228 Cantarane.





surface et fond. A 06 h du matin le pH était de 7,90 en surface contre 7,50 au fond; à 19 h il était de 7,95 en surface contre 7,60 au fond. Ces différences sont nettement supérieure au degré de sensibilité de l'appareil utilisé (pH-mètre portatif marque Métrohm).

### 3.2.6. *Peuplements.*

*Flore.* — La flore de la station P. 228 Cantarane est très monotone; sauf échouage accidentel, je n'y ai jamais observé que des entéromorphes.

*Faune.* — Les relevés faunistiques sont donnés au paragraphe 4.1. et comparés à ceux des autres stations.

## 3.3. STATION P. 111 LA SAUSSOUZE

### 3.3.1. *Description de la station.*

La station P. 111 est constituée par un bassin d'une cinquantaine de mètres de large placé à l'angle d'un profond dans lequel s'ouvre une écluse; la hauteur d'eau, très variable suivant les saisons, est restée toujours supérieure à 1 mètre pendant la durée des observations. P. 111 est bien protégée de l'insolation et des vents par la digue plantée de tamaris contre laquelle elle s'appuie; elle n'est perturbée ni par des apports importants d'eau douce (ni source, ni ruisseau), ni par un échauffement ou une évaporation trop intense dont elle est protégée par la disposition de la digue. Cette station se situe dans le même système de réservoir que P. 228 dont elle est distante d'environ 700 mètres.

### 3.3.2. *Cycle annuel des salinités.*

Le cycle annuel des salinités apparaît sur le graphique Fig. 4. La forme générale du graphique est semblable à celle du Teychan mais les écarts sont plus accusés et la moyenne est plus faible. On note, comme dans le Teychan, une période de salinité élevée et stable de mai à novembre, encadrée par des périodes de faible salinité au printemps et en hiver. Au printemps la plus basse salinité apparaît en mars (13,1 ‰) au lieu d'avril dans le Teychan; la baisse de salinité dans cette station est à cette époque directement

liée à l'importance de la pluviosité (le maximum des précipitations atmosphériques se situe en effet en mars) et non au mouvement des eaux souterraines (comme dans le Teychan). Par contre au début de l'hiver la chute de salinité apparaît seulement en décembre, comme dans le Teychan et non en novembre, mois de pluviosité maximum; à cette époque en effet la salinité mensuelle moyenne est encore modulée par les fluctuations de salinité dans les chenaux, tandis que sont toujours pratiquées les opérations de boire et déboire. Ce n'est donc que fin novembre début décembre, lorsque ces opérations ont complètement cessé, que la salinité reste sous la seule dépendance des phénomènes atmosphériques. La salinité annuelle moyenne est de 19,6 ‰; la station P. 111 est du type poly-mésosalin.

### 3.3.3. Cycle annuel des températures.

Le cycle annuel des températures apparaît sur le graphique fig. 5; là encore la forme générale des graphiques est voisine de celle du Teychan mais les extrêmes sont plus accusés. La moyenne annuelle des températures diurnes est élevée (16,4 °C). Les températures estivales atteignent un maximum en juillet (25 °C) et les températures hivernales un minimum en février (+ 5 °C); même au plus froid de l'hiver la couche de glace qui a occasionnellement envahi P. 111 est restée mince et n'a que peu modifié l'allure de la courbe des températures; la profondeur des réservoirs en effet est ici suffisante pour entretenir une strate d'eau chaude au-dessous de la glace. De même, en plein été, si l'échauffement des nappes superficielles atteint parfois + 30 °C (juillet et août) la température s'abaisse très rapidement dans les dix premiers centimètres pour se stabiliser en moyenne à + 25 °C. En définitive si l'écart des températures mensuelles extrêmes est élevé (de + 5 °C en février à + 25 °C en juillet, soit 20 °C) la régularité de la courbe traduit une bonne stabilité d'ensemble très supérieure à celle des flaques par exemple.

Cette impression de stabilité se confirme si l'on examine le cycle des températures de 2 h en 2 h au cours d'une journée complète; sur le tableau ci-dessous il a été porté pour la journée du 30 au 31 mai 1963 (mortes eaux) les températures relevés toutes les deux heures à la station P. 111 d'une part, dans les eaux de la slikke voisine située de l'autre côté de la digue (dans les flaques à marée basse) d'autre part, enfin les températures atmosphériques prises à l'ombre et à 1 mètre au-dessus du sol.

En P. 111 la température des eaux est passée de 19,5 °C à 22,0 °C, soit un écart de 2,5 °C; sur la slikke la température des eaux de recouvrement est passée de 16,8 °C à 21,3 °C soit un écart de 4,5 °C. Enfin la température atmosphérique est passée de 14,8 °C à 22,4 °C soit un

	<i>Heures</i>	<i>P. 111</i>	<i>Slikke</i>	<i>Air</i>
30 mai 1963	19.00 h	22.0 °C	19,2 °C	22,0 °C
	21.00	21,3	18,8	18,6
	23.00	20,8	16,8	16,8
31 mai 1963	01.00	20,5	17,5	15,3
	03.00	20,5	17,0	15,8
	05.00	20,5	17,0	15,0
	07.00	19,5	16,8	14,8
	09.00	19,5	20,0	16,5
	11.00	20,0	20,0	20,0
	13.00	21,3	21,3	22,4
	15.00	21,3	19,3	20,0
	17.00	21,3	19,5	20,0
	19.00	21,0	19,3	20,0

écart de 7,6 °C. En résumé, du point de vue thermique, si les eaux de la station P. 111 présentent des variations annuelles d'assez grande amplitude (20 °C) ces variations sont régulières et progressives, il n'y a pas sur de courts intervalles de temps de fluctuations brusques perturbant sensiblement l'équilibre thermique de la masse de'eau.

Si l'on revient aux graphiques annuels, tant pour la salinité que pour la température, on remarque que la station P. 111 est la plus régulière dans son évolution; contrairement à ce que l'on pouvait attendre, la présence d'une écluse voisine constitue ainsi à long terme un élément régulateur et non de perturbation.

### 3.3.4. Teneur en oxygène dissous.

Le tableau ci-dessous et le graphique de la fig. 15 montrent le cycle de la teneur en oxygène dissous pendant la journée du 25 juin 1964.

Heures	00.00 h	05.15 h	10.00 h	11.00 h	16.30 h	19.45 h	21.45 h	24.00 h
P. 111	5,00	2,15	4,25	8,85	8,85	10,30	7,5	5,65
Ecluse surface	3,5	—	5,0	—	6,5	—	3,5	2,5
Ecluse fond	1,5	—	1,5	—	4,0	—	2,5	1,0

Le graphique reflète de nouveau l'importance de l'activité chlorophyllienne durant la journée; on notera principalement que le taux de la teneur en oxygène n'est jamais nul même à la fin de la nuit. Pendant la même période on a mesuré le taux de la teneur en oxygène à proximité immédiate de l'écluse voisine de P. 111 dans un bassin profond de plus de 2 mètres et non peuplé par des

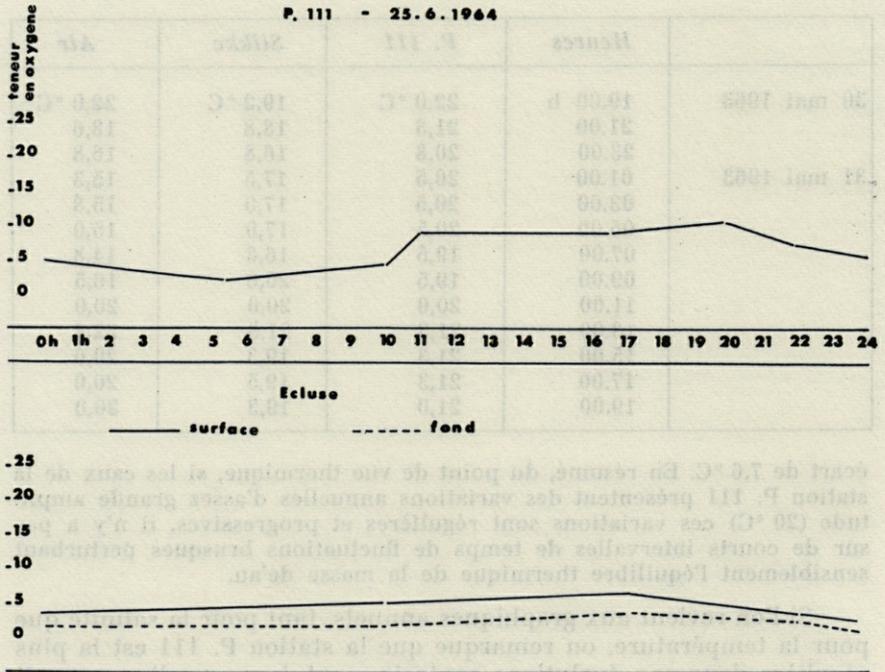


Fig. 15. — Cycle de la teneur en oxygène dissous en P. 111 et au voisinage; 25 juin 1964.

algues. La teneur en oxygène est beaucoup plus stable mais aussi plus faible; la remontée lente et continue du taux d'oxygène pendant le jour est en rapport avec la diffusion d'oxygène venant des masses voisines qui surmontent les zones envahies par la végétation.

### 3.3.5. pH.

Comme à Cantarane le pH varie peu au cours de la journée mais présente par contre des écarts sensibles suivant que l'on considère la strate superficielle ou la strate profonde. Le 25 juin 1964 à 05 h du matin le pH était de 8,0 en surface et de 7,1 au fond; à 20 heures il était de 8,2 en surface et de 7,3 au fond. L'acidification au contact du sol est ici particulièrement sensible.

### 3.3.6. Peuplements.

**Flore.** — La flore de la station P. 111 est dense mais monotone; elle est constituée essentiellement par des algues du genre *Chaeto-*

*morpha* qui forment d'épais radeaux flottants, auxquelles s'ajoutent quelques *Enteromorpha*.

*Faune.* — La faune qui grouille entre les algues est particulièrement dense et stable en P. 111. Les relevés faunistiques sont qualitativement homogènes durant toute l'année (station souche). Les listes de faune sont données au paragraphe 4.1. et comparées à celles des stations voisines.

### 3.4. STATIONS P. 229 CERTES CREUSEMENT (OU PROFOND) ET PLAT (OU JAS)

#### 3.4.1. Description des stations.

La station P. 229 est constituée par un ensemble de 9 grands réservoirs parallèles et sensiblement orientés NNW-SSE, longs d'environ 500 mètres, larges d'une cinquantaine de mètres pour les jas et d'une dizaine de mètres pour les profonds. Sur ces 9 réservoirs 7 sont des jas, les deux autres des profonds. Les bassins sont creusés au milieu d'une vaste plaine et ne bénéficient d'aucune protection, si ce n'est quelques haies basses qui protègent les creusements. La profondeur est faible, de 0,20 à 0,60 mètre pour les jas, de 1,0 à 1,5 m pour les creusements. Tous ces bassins communiquent entre eux par un canal qui longe le côté nord et s'appuie sur la digue extérieure du domaine, communiquant lui-même avec la baie de Lanton par trois écluses.

#### 3.4.2. Cycles annuels des salinités.

Les cycles annuels des salinités sont figurés sur le graphique fig. 4. La forme générale de ces graphiques est analogue au graphique du Teychan mais les écarts sont beaucoup plus accusés particulièrement dans les plats. La moyenne annuelle est la même (20,7 ‰) pour les plats et les creusements; elle est un peu supérieure à celle de P. 111 (19,6 ‰). Les minimums sont situés en avril et en décembre, tant dans les plats que dans les creusements, coïncidant avec les minimums de salinité dans le Teychan; étant donné le bon entretien du mouvement des écluses dans ce domaine, la salinité moyenne est ici largement modulée par les fluctuations de salinité dans les chenaux. Les influences atmosphériques sont beaucoup plus sensibles en ce qui concerne les maximums. En effet le maximum se situe en octobre pour les creusements qui, étroits et encaissés, ne sont que peu soumis à l'évaporation et se compor-

tent comme un chenal; par contre c'est en juillet, août et septembre, au moment où l'ensoleillement conditionne une très forte évaporation, que se situent les maximums dans les jas.

Le graphique des profonds est relativement régulier, du type de la station P. 111, avec un large sommet en été, encadré de chutes au printemps et en automne; l'amplitude des écarts est de 9,5 gr ‰ seulement, ce qui est faible eu égard en particulier à la valeur élevée de la moyenne. Le graphique des plats est plus irrégulier et présente des écarts considérables dont l'amplitude atteint 16,9 gr ‰, c'est-à-dire la plus forte valeur notée dans tous les réservoirs. Les relevés de l'année 1963 ne donnent cependant qu'une idée imparfaite de l'intensité de l'évaporation en période estivale. A cet égard la comparaison entre 1963 et 1964 est intéressante.

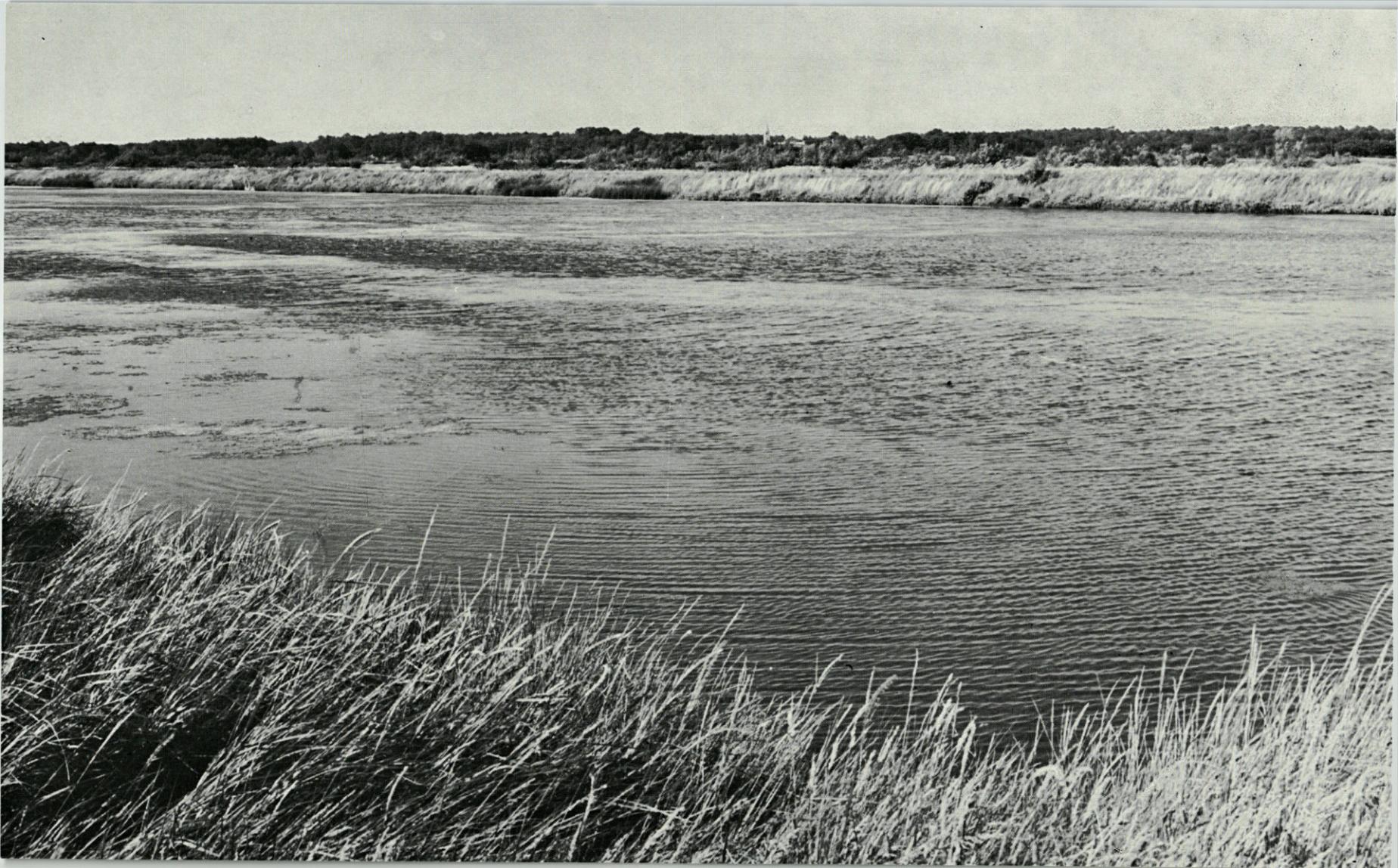
Périodes	Pluviosité	Salinités		
		Profonds	Jas	Teychan
Juillet 1963	40,4	23,3 ‰	29,1 ‰	31,82 ‰
Juillet 1964	9,5	24,3 ‰	38,0 ‰	33,86 ‰

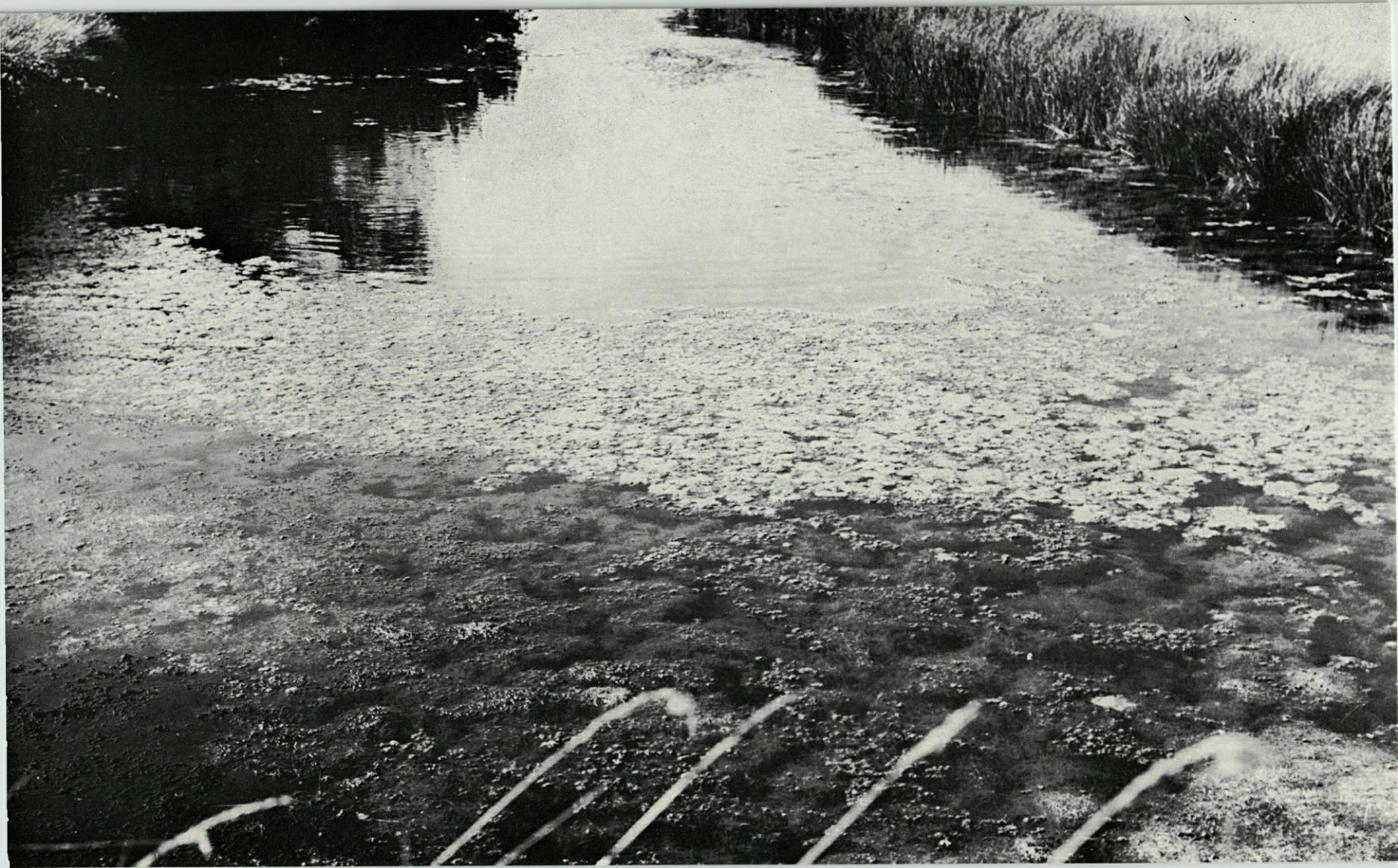
Certaines journées très ensoleillées de l'été 1964, la salinité totale est montée à 45,1 dans les jas; la chute est d'autant plus brutale au moment où l'on fait boire.

En définitive il apparaît que les fluctuations de salinité dans les plats sont largement conditionnées par les phénomènes atmosphériques locaux, surtout par l'évaporation en été, alors que dans les creusements ces mêmes phénomènes jouent de manière plus discrète.

A diverses reprises j'ai recherché s'il y avait une stratification des eaux en fonction de la salinité; dans les plats la profondeur des bassins est trop faible pour que j'ai pu mettre en évidence une telle stratification. Par contre dans les profonds on observe des différences sensibles; en hiver la salinité au fond est constamment plus élevée qu'en surface; ainsi durant toute la journée du 11 février 1965 la salinité en surface s'est régulièrement maintenue à 15,6 ‰ alors qu'au fond elle était de 16,5 ‰. En été la fréquence des opérations de boire et déboire crée un mouvement des eaux qui gêne leur stratification spontanée; toutefois lorsque ces opérations ne sont pas pratiquées (mortes eaux) et par période très ensoleillée, l'évaporation provoque une augmentation de la salinité diurne en surface, suivie d'une augmentation nocturne en profondeur; il y a en fin de journée chute des eaux denses formées en surface qui s'accumulent alors au fond. Ainsi durant la journée du 20 juillet

FIG. 16. — Station P. 229. Un « jas » ou « plat » de Certes.





1964 la salinité a augmenté de 2 gr par litre en surface entre 05.00 h du matin et 17.00 h; puis elle a augmenté de 1,1 gr par litre au fond entre 17.00 h et 22.00 h. De telles variations, qui sont considérables, ne semblent cependant intervenir que quelques jours par an; elles sont habituellement atténuées soit par les circonstances atmosphériques, soit par le mouvement des eaux grâce au jeu des écluses (vives eaux).

### 3.4.3. Cycles annuels des températures.

Les cycles annuels des températures apparaissent sur le graphique 5. Il s'agit là encore de moyennes diurnes calculées d'après des relevés hebdomadaires en hiver, ou bi-hebdomadaires en été, effectués entre 11 h et 15 h, à l'abri du soleil et à — 20 cm de la surface.

La moyenne annuelle est de 16,4 dans les plats mais seulement de 15,3 dans les creusements. La température diurne est en effet généralement supérieure dans les plats sauf en novembre et décembre où elle est identique à celle des creusements et en février où elle est un peu plus faible. La température dans les plats accompagne presque immédiatement les fluctuations de la température atmosphérique alors que dans les creusements la plus grande profondeur d'eau permet un volant thermique qui atténue les fluctuations rapides. Cette différence ressort particulièrement des enregistrements du 20 au 24 juillet 1964 figurés sur le graphique 18 (thermographe J.M. BOUCHET). On note sur ces enregistrements que dans les creusements la courbe est d'une part plus aplatie que dans les plats, d'autre part que les extrêmes sont retardés. Ce graphique fait également ressortir que le retard des creusements par rapport aux plats est plus accusé pour les maximums (en moyenne de 3 à 4 heures) que pour les minimums (en moyenne 1 heure). Ainsi au matin du 21 juillet le minimum dans les plats est noté à 07.00 h et dans les creusements à 08.00 h; par contre le maximum apparaît à 16.00 h dans les plats mais seulement à 21.00 h dans les creusements. Les thermographes étaient posés à même le sol, immergés sous 1,50 m d'eau dans les creusements mais sous quelques centimètres seulement dans les plats; il fut choisi intentionnellement une période de morte eau (coef. inférieur à 70) pendant laquelle les écluses restent fermées, de manière à ce que les opérations de boire et déboire ne perturbent pas l'évolution thermique des masses d'eau étudiées. Si les maximums dans les plats coïncident à très peu près avec l'heure du maximum atmosphérique, par contre l'heure tar-

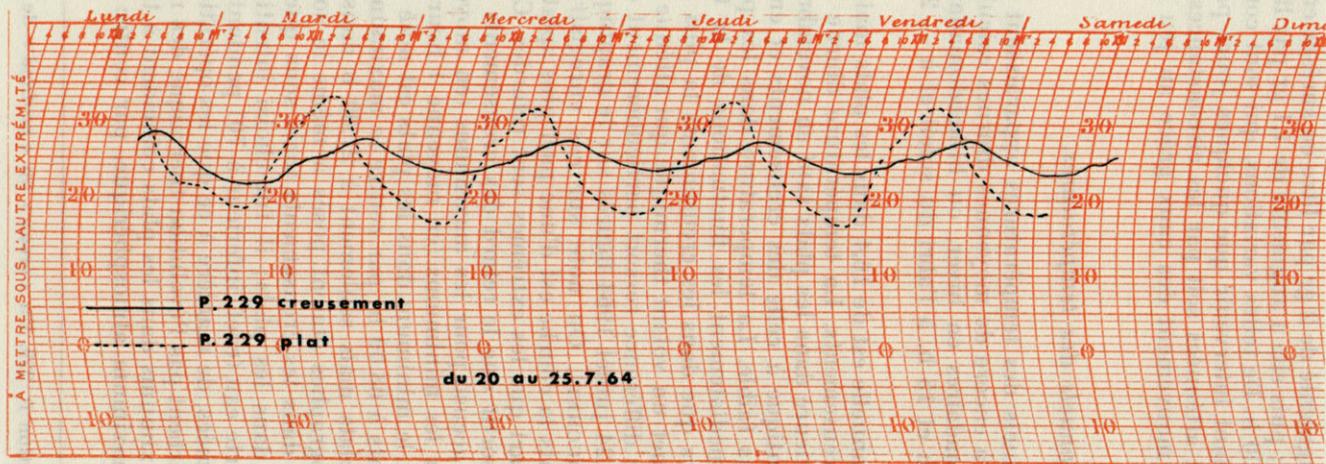


Fig. 18. — Cycle thermique des eaux en P. 229 creux et P. 229 plat du 20 au 25 juillet 64.

dive (21 h) à laquelle on note le maximum dans les creusements suggère qu'il y a dans ces bassins une migration verticale des eaux; En effet durant la journée les eaux superficielles se concentrent par évaporation, leur densité augmente et leur migration vers le bas débute à la fin de la journée avant qu'elles ne soient complètement refroidies, de telle sorte que le maximum thermique au fond des creusements apparaît avec un retard de plusieurs heures sur le maximum atmosphérique. Ces migrations s'accompagnent, comme nous le signalions au paragraphe précédent, d'une augmentation de la salinité au contact du fond en fin de journée (de 27,5 ‰ à 17 h à 28,6 ‰ à 22 h).

Les plus fortes moyennes se situent en juillet, atteignant + 25 °C dans les creusements et + 27 °C dans les plats. Ces chiffres concernent les températures relevées à l'ombre, au bord des bassins; mais au milieu, en pleine exposition au soleil, les températures sont différentes; voici par exemple les relevés du 11 juillet 1963 qui se rapprochent le plus des valeurs moyennes du même mois.

<i>Niveaux</i>	<i>Bassin n° 5 creux</i>	<i>Bassin n° 2 plat</i>
Surface, ombre .....	26,5 °C	27,0 °C
— 30 cm, ombre .....	25,0 °C	27,0 °C
Au contact du sol .....	24,0 °C (— 1,5 m)	27,0 °C (— 35 cm)
Surface, soleil .....	29,0 °C	31,0 °C
— 30 cm, soleil .....	25,5 °C	27,0 °C
Au contact du sol .....	24,0 °C (— 1,2 m)	27,0 °C (— 35 cm)

Enfin sous 10 cm de vase la température du sol est de 22,0 °C autant dans les creusements que dans les plats, à l'ombre ou au soleil. Les relevés furent effectués entre 13 et 14 h, la température atmosphérique à l'ombre et à 1 mètre du sol étant de 26 °C.

A l'ombre, dans les creusements, la température diurne est plus forte en surface qu'au fond, l'écart étant de 2,5 °C. Dans les plats la hauteur d'eau (35 cm) est insuffisante pour qu'il s'établisse un gradient thermique; la vase au contact du fond est à la même température que l'eau de surface; par contre quelques centimètres de vase font tomber la température de 5 °C (de 27 à 22 °C). Au soleil, dans les creusements, l'écart entre surface et fond est de 5 °C mais sous 30 cm d'eau on retrouve déjà une valeur presque identique à celle notée à l'ombre. De même dans les plats, au soleil, la température est de 31 °C mais elle diminue très rapidement et tombe à 27 °C sous 35 cm d'eau atteignant alors la même valeur qu'en exposition à l'ombre. En définitive, suivant que l'on est à l'ombre ou au soleil, l'écart de température de l'eau superficielle

est de 2,5 °C pour un creusement, de 4 °C pour un plat; à — 35 cm il n'y a plus de différence, pour un même type de réservoir, suivant que l'on est à l'ombre ou au soleil, entre surface et fond; par contre la différence entre les deux types de réservoirs, plat et creusement, persiste dans toute la hauteur d'eau et ne disparaît qu'à une certaine profondeur dans la vase.

Ces différentes conditions ont des incidences importantes sur la faune. En été, aux plus chaudes heures de la journée, la faune pélagique trouve des strates tempérées à une certaine distance du fond dans les creusements mais non dans les plats; par contre la macrofaune hypogée et notamment les lamelibranches enfouis à une certaine profondeur dans le sol ne trouvent pas de différence sensible du point de vue thermique entre les jas et les profonds. Or, les relevés faunistiques montrent que la macrofaune de pleine eau est très différente dans les deux types de bassins alors que la macrofaune hypogée est semblable. Il est certain que la température joue dans cette répartition un rôle essentiel soit directement soit indirectement, par exemple par la manière dont elle conditionne la teneur en oxygène dissous.

*Températures d'hiver.* — Il est a priori étonnant que les minimums soient identiques dans les plats et dans les creusements; mais là encore le calcul des moyennes ne donne qu'une idée imparfaite des fluctuations propres à chaque type de bassins. Voici les relevés du 16 décembre 1963 qui se rapprochent le plus des valeurs moyennes du même mois.

Température de l'air à 15 h, à l'ombre et à 1 mètre du sol : — 1,5 °C.

Creusement : température de l'eau en surface : 0 °C (glace peu épaisse et discontinue); à partir de — 0,20 m et jusqu'au fond : + 4 °C.

Plat : la majeure partie du réservoir est prise dans la glace à — 1 °C. Sur les bords, la vase non recouverte d'eau est également gelée mais à 0 °C. En soulevant les blocs de vase gelée sur 5 à 6 cm d'épaisseur, le sol sous-jacent est à + 4 °C; de même sous des épaves d'Entéromorphes gelées le sol est à + 4 °C; enfin au milieu du réservoir, l'eau libre sous la glace au contact du fond est entre + 2 et + 4 °C suivant les endroits. La température de 4 °C est un peu inférieure à celle (+ 4,5 °C) notée le même jour à 14 h à — 50 cm de la surface, à la station P. 219 plus abritée.

#### 3.4.4. Teneur en oxygène dissous.

Le cycle de la teneur en oxygène dissous pendant la journée du 20 juin 1964 apparaît sur le tableau ci-contre, traduit graphiquement Fig. 19. Le métabolisme est particulièrement intense dans

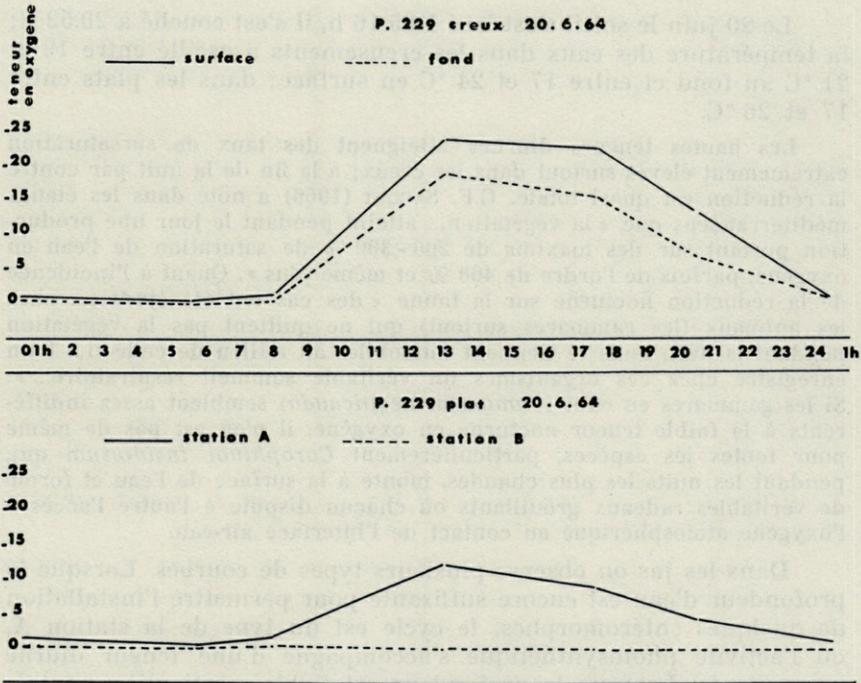


Fig. 19. — Cycle de la teneur en oxygène dissous en P. 229 creux et P. 229 plat, au cours de la journée du 20 juin 1964.

les profonds; la présence d'algues, surtout des *Chaetomorpha*, dans toute la hauteur du bassin, explique que le taux d'oxygène évolue de manière semblable dans la strate superficielle et au ras du fond.

**P. 229  
creux**

Heures ..	00.30 h	05.30 h	08.00 h	13.00 h	17.30 h	20.30 h	00.30 h
Surface .	1,19	0,38	1,54	24,00	23,00	13,6	1,00
Fond ...	1,2	0,00	0,58	19,15	15,80	7,00	0,95

**P. 229  
plat**

Station A	1,44	0,77	1,82	12,20	9,01	4,51	1,51
Station B	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,48

Le 20 juin le soleil s'est levé à 05.16 h, il s'est couché à 20.52 h; la température des eaux dans les creusements a oscillé entre 19 et 21 °C au fond et entre 17 et 24 °C en surface; dans les plats entre 17 et 26 °C.

Les hautes teneurs diurnes atteignent des taux de sursaturation extrêmement élevés surtout dans les creux; à la fin de la nuit par contre la réduction est quasi totale. C.F. SACCHI (1966) a noté dans les étangs méditerranéens que « la végétation... atteint pendant le jour une production portant sur des maxima de 200 - 300 % de saturation de l'eau en oxygène, parfois de l'ordre de 400 % et même plus ». Quant à l'incidence de la réduction nocturne sur la faune « des cas ont été étudiés... chez les animaux (les gammares surtout) qui ne quittent pas la végétation pendant la nuit, mais se tiennent immobiles au milieu de celle-ci... L'on enregistre chez ces organismes un véritable sommeil respiratoire... ». Si les gammares en effet (*Gammarus aequicauda*) semblent assez indifférents à la faible teneur nocturne en oxygène, il n'en est pas de même pour toutes les espèces, particulièrement *Corophium insidiosum* qui, pendant les nuits les plus chaudes, monte à la surface de l'eau et forme de véritables radeaux grouillants où chacun dispute à l'autre l'accès à l'oxygène atmosphérique au contact de l'interface air-eau.

Dans les jas on observe plusieurs types de courbes. Lorsque la profondeur d'eau est encore suffisante pour permettre l'installation de quelques entéromorphes, le cycle est du type de la station A, où l'activité photosynthétique s'accompagne d'une teneur diurne assez élevée. Lorsque la profondeur est faible, particulièrement le long des pentes douces qui conduisent au bord et où s'accumulent des détritrus en décomposition, la réduction est totale pendant toute la journée (station B); dans de telles stations la faune se réduit à des larves de diptères et à des essaims d'hémiptères aquatiques qui nagent en surface.

A titre de comparaison on a étudié la variation du taux d'oxygène pendant une journée d'hiver, le 11 février 1965 de 03.00 h à 24.00 h.

---

P. 229 creux

Heures	03.00 h	06.30 h	09.30 h	12.00 h	15.00 h	18.30 h	21.30 h	24.00 h
	15,0	13,75	12,80	15,02	17,21	19,65	16,95	15,02

P. 229 plat

	9,96	7,60	6,95	7,51	9,97	9,90	8,10	7,42
--	------	------	------	------	------	------	------	------

---

Le 11 février 1965 le soleil s'est levé à 8.10 h, il s'est couché à 18.24 h. Durant la journée la température des eaux a varié entre 6 °C et 4,5 °C. En comparant ces résultats aux mesures effectuées en été, on constate tout d'abord que la plus forte teneur est atteinte seulement en fin de journée et que le taux de sursaturation est

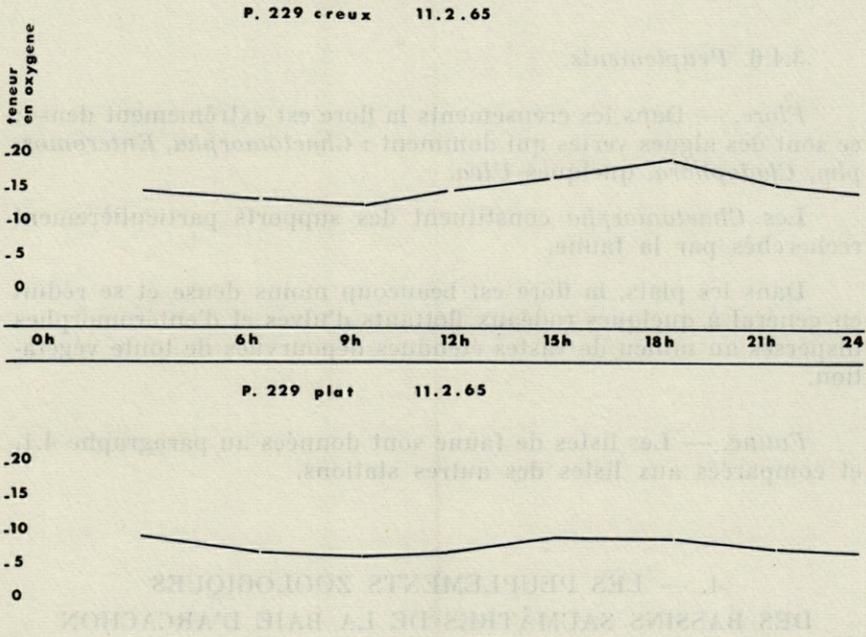


FIG. 20. — Cycle de la teneur en oxygène dissous en P. 229 creux et P. 229 plat, au cours de la journée du 11 février 1965.

beaucoup moins élevé; par contre, ce qui est sans doute plus important encore, la réduction nocturne est très faible et ne joue certainement qu'un rôle négligeable au point de vue écologique.

### 3.4.5. pH.

Le pH subit également des variations quotidiennes importantes; il y a alcalinisation diurne; en outre le pH est plus acide dans les plats que dans les creusements. Voici les valeurs relevées durant la journée du 20 juin 1964 :

Heures .....	07.00 h	15.00 h	17.00 h
P. 229 plat .....	7,3	8,0	8,1
P. 229 creux .....	8,1	9,0	9,1

### 3.4.6. Peuplements.

*Flore.* — Dans les creusements la flore est extrêmement dense; ce sont des algues vertes qui dominent : *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, *Cladophora*, quelques *Ulva*.

Les *Chaetomorpha* constituent des supports particulièrement recherchés par la faune.

Dans les plats, la flore est beaucoup moins dense et se réduit en général à quelques radeaux flottants d'ulves et d'entéromorphes dispersés au milieu de vastes étendues dépourvues de toute végétation.

*Faune.* — Les listes de faune sont données au paragraphe 4.1. et comparées aux listes des autres stations.

## 4. — LES PEUPELEMENTS ZOOLOGIQUES DES BASSINS SAUMÂTRES DE LA BAIE D'ARCACHON

Les listes de faunes ont été établies d'après les relevés mensuels. Etant donné la proximité des différents types de réservoirs et les échanges des masses d'eau au moment du boire et du déboire, toutes les espèces citées sont susceptibles d'être capturées accidentellement dans chaque station; par exemple lorsque une touffe de *Chaetomorpha* vagabonde d'un profond vers un jas, celui-ci abritera temporairement la faune qui cherchait abri dans cette touffe. Pour tenter de mieux apprécier la faune caractéristique de chaque type de bassin nous nous sommes donc limités à ne citer dans chaque station que les espèces qui y ont été capturées ou observées au moins à quatre reprises.

### 4.1. LISTE DES ESPÈCES

La liste globale des espèces récoltées, avec indication de la répartition par station, est donnée dans le tableau suivant :


LISTE DES ESPÈCES

	P. 219	S. 59	P. 228	P. 111	P. 229 creux	P. 229 plat
CNIDAIRES HYDRAIRES						
<i>Sertularia cupressina</i> (Linné) .....				+	+	
PLATODES TURBELLARIES						
<i>Enterostomula graffi</i> .....				+	+	
<i>Plagiostomum ponticum</i> .....				+	+	
ANNELIDES POLYCHETES						
<i>Arenicola marina</i> (Linné) .....				+	+	
<i>Mereis diversicolor</i> O. F. Müller ...	+	+	+	+	+	+
ANNELIDES OLIGOCHETES						
<i>Nais elinguis</i> Müller .....	+	+				
MOLLUSQUES GASTEROPODES						
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa) .....				+		
<i>Gibbula cineraria</i> (Linné) .....				+	+	
<i>Gibbula umbilicalis</i> (Da Costa) .....				+	+	
<i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant) .....				+	+	+
<i>Hydrobia ventrosa</i> (Montagu) .....	+	+	+	+	+	+
<i>Littorina littorea</i> (L.) .....				+	+	
<i>Littorina obtusata</i> (L.) .....				+	+	
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i> (E. A. Smith) ..	+	+				
<i>Rissoa</i> sp. ....				+	+	
MOLLUSQUES LAMELLIBRANCHES						
<i>Abra ovata</i> (Phil.) .....				+	+	+
<i>Cardium edule</i> Linné .....				+	+	+
<i>Cardium exiguum</i> Gmelin .....				+	+	
<i>Scrobicularia plana</i> (Da Costa) .....				+		+
<i>Solen marginatus</i> Donovan .....						+
CRUSTACES OSTRACODES						
<i>Cytherois fischeri</i> (Sars) .....	+	+		+		+
<i>Leptocythere castanea</i> (Sars) .....					+	+
<i>Loxococoncha elliptica</i> Brady .....	+	+		+		+
CRUSTACES MYSIDACES						
<i>Neomysis integer</i> (Leach) .....		+		+	+	

	P. 219	S. 59	P. 228	P. 111	P. 229 creux	P. 229 plat
<b>CRUSTACES ISOPODES</b>						
<i>Asellus aquaticus</i> L. ....	+	+				
<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer) .....			+	+	+	+
<i>Idotea viridis</i> (Slabber) .....		+		+	+	
<i>Sphaeroma rugicauda</i> Leach .....	+	+	+	+	+	+
<b>CRUSTACES AMPHIPODES</b>						
<i>Corophium insidiosum</i> Crawford .....	+	+	+	+	+	+
<i>Corophium volutator</i> (Pallas) .....	+	+	+	+	+	+
<i>Erichthonius brasiliensis</i> (Dana) ...				+	+	
<i>Erichthonius difformis</i> H. M. E. ....				+	+	
<i>Gammarus aequicauda</i> Martynov .....		+	+	+	+	
<i>Gammarus chevreuxi</i> Sexton .....	+	+	+			
<i>Leptocheirus pilosus</i> Zaddach .....	+	+	+	+	+	+
<i>Melita palmata</i> (Montagu) .....				+	+	
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> A. Costa .			+	+	+	
<b>CRUSTACES DECAPODES</b>						
<i>Carcinus maenas</i> (L.) .....			+	+	+	+
<i>Crangon crangon</i> (L.) .....				+	+	+
<i>Palaeomonetes varians</i> (Leach) .....	+	+	+	+	+	+
<b>INSECTES HETEROPTERES</b>						
<i>Corixa affinis affinis</i> Leach .....	+	+			+	+
<i>Naucoris maculatus maculatus</i> Fab ...	+	+	+		+	
<i>Notonecta viridis viridis</i> Delcourt ..		+			+	+
<i>Plea leachi</i> Mc Gregor & Kirk ....	+	+				
<i>Sigara (Halicorixa) selecta</i> (Fieb.) ..				+	+	+
<i>Sigara (Halicorixa) stagnalis</i> (Leach)					+	+
<b>INSECTES DIPTERES</b>						
<i>Ceratopogonides</i> (larves) .....	+	+	+	+	+	+
<i>Chironomides</i> (larves) .....	+	+	+	+	+	+
<i>Ephydra riparia</i> Fal. (larves) .....						+
<i>Stratiomyia</i> sp. (larves) .....			+	+	+	
<b>INSECTES ODONATOPTERES</b>						
Anisoptères (larves) .....	+	+				
Zygoptères (larves) .....	+	+	+			

	P. 219	S. 59	P. 228	P. 111	P. 229 creux	P. 229 plat
<b>INSECTES COLEOPTERES</b>						
<i>Agabus biguttatus</i> Olivier .....	+	+	+			
<i>Colymbetes fuscus</i> Linné .....	+	+	+			
<i>Enochrus melanocephalus</i> Olivier .....	+	+				
<i>Gyrinus substriatus</i> Steph. ....	+	+				
<i>Halplus lineaticollis</i> Marsh .....	+	+				
<i>Hydroporus limbatus</i> Aubé .....			+	+	+	+
<i>Hydroporus palustris</i> Linné .....	+	+	+	+	+	+
<i>Hydrous piceus</i> Linné .....	+	+				
<i>Hygrotus inaequalis</i> F. ....	+	+				
<i>Philydrus bicolor</i> Fab. ....	+	+	+	+	+	+
<i>Stictionectes lepidus</i> Ol. ....	+					
<b>ECHINODERMES</b>						
<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck) ...				+		
<b>TUNICIERS ASCIDIÉS</b>						
<i>Molgula manhattensis</i> de Kay .....				+	+	
<b>VERTEBRES TELEOSTEENS</b>						
<i>Anguilla anguilla</i> (L.) .....	+	+	+	+	+	+
<i>Gambusia affinis</i> .....	+	+				
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linné .....	+	+				
<i>Gobius microps</i> Krøyer .....			+	+	+	+
<i>Labrax labrax</i> (L.) .....		+	+	+	+	+
<i>Mugil</i> sp. ....	+	+	+	+	+	+
<i>Platichthys flesus</i> (L.) .....				+	+	+

#### 4.2. REMARQUES CONCERNANT LES ESPÈCES CITÉES

##### HYDRAIRES

*Sertularia cupressina* (Linné). L'un des hydraires le plus constant des chenaux saumâtres du fond de la baie d'Arcachon (Claouey). Envahit en hiver les réservoirs poly-mésosalins, particulièrement P. 111; ses colonies disparaissent en été. Manque dans les réservoirs méso-oligo-halins.

##### TURBELLARIÉS

*Enterostomula graffi* - *Plagiostomum ponticum*.

Ces deux espèces m'ont été signalées par P. Ax lors d'une excursion commune dans le domaine de Certes (station P. 229 creux), fin septembre

1964. Je les ai retrouvés ultérieurement en P. 111. A la fin de l'été (août - septembre) on les récolte parmi les *Chaetomorpha*. Je ne les ai pas récoltées dans les stations mésahalines ni dans les jas.

Les deux espèces sont citées par P. Ax (1956) des étangs côtiers méditerranéens (Salses et Canet pour *Enterostomula graffi*; Salses et Sigean pour *Plagiostomum ponticum*). Toutes deux appartiennent au peuplement des algues (domaine phytal). P. Ax considère *Enterostomula graffi* comme une espèce typique des eaux saumâtres (mésohaline) alors que *Plagiostomum ponticum* est classé comme turbellarié d'origine marine plus sténohalin. Les stations observées à Arcachon se signalent par l'abondance de *Plagiostomum ponticum* qui pullule sur les tiges de *Chaetomorpha* alors qu'*Enterostomula graffi*, dans le même habitat, est plus dispersé.

#### ANNÉLIDES POLYCHÈTES

Les polychètes constituent une part importante de la macrofaune endogée des réservoirs. *Arenicola marina* (Linné) est présent, bien que rare, dans les bassins de type poly-mésahalins, mais je ne l'ai jamais récolté dans les bassins méso-oligoahalins. Par contre *Nereis diversicolor* pullule partout et notamment dans les jas les plus réduits.

*Streblospio shrubsolei* est plus abondant encore dans les jas.

#### ANNÉLIDES OLIGOCHÈTES

Ce groupe n'a pas été recherché systématiquement dans les bassins saumâtres. Je signale toutefois l'abondance de *Nais elinguis* Müller (dét. P. LASSERRE) qui pullule parfois dans les bassins méso-oligoahalins (P.219 et S. 59 notamment au printemps). En Baltique cette espèce est fréquente dans les eaux saumâtres à  $S = 12,7\text{‰}$ . A Certes *Nais elinguis* se tient en pleine eau parmi les entéromorphes.

#### MOLLUSQUES GASTÉROPODES

Les gibbules et les littorines sont cantonnées aux réservoirs poly-mésahalins principalement du type « profonds ». Aucune espèce n'y est réellement abondante. Il en est de même pour *Bittium reticulatum* et *Rissoa* sp. Le cas des Hydrobiidés est plus intéressant.

*Hydrobia ulvae* (Pennant), appartient essentiellement à la faune des plages; cette espèce envahit occasionnellement les réservoirs poly-mésahalins (principalement P. 111) où elle reste cependant peu dense.

*Hydrobia ventrosa* (Montagu), est l'espèce la plus largement répandue dans toutes les stations prospectées; elle pullule régulièrement dans les bassins poly-mésahalins du type « profond » comme du type « jas »; dans ces derniers, où la végétation est peu fournie, *Hydrobia ventrosa* mène une vie benthique, broutant la pellicule superficielle riche en diatomées qui recouvre le sol; l'hiver il s'enterre sous quelques millimètres de vase et tolère les froids rigoureux; ainsi en janvier 1963 des blocs de vase gelés, ramenés au laboratoire, libéraient de nombreux individus d'*Hydrobia ventrosa* qui reprenaient vie à mesure que la vase se réchauf-

fait. Dans les profonds *Hydrobia ventrosa* se tient davantage en pleine eau, au milieu des algues.

*Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith), est une espèce qui peuple parfois les réservoirs mésohalins. L'historique de la pénétration de cette espèce en France, dont l'introduction est récente, a été résumé par A. LUCAS (1959a et b) et P. MARS (1961). J'ai donné des indications sur sa répartition dans la région d'Arcachon (AMANIEU, 1962). *Potamopyrgus jenkinsi* est une espèce des eaux douces et oligohalines qui peuple accidentellement des eaux mésohalines; ainsi PETIT et VEUILLEZ (1961) la signalent en Méditerranée, au Grau Saint-Ange, dans des eaux dont la chlorinité atteint 9,5 ‰ (S = 17 ‰). Dans l'ensemble cependant *Potamopyrgus jenkinsi* ne dépasse pas le domaine  $\beta$  mésohalin. Dans les environs d'Arcachon cette espèce est largement répandue dans toutes les stations d'eau douce littorales; elle envahit également les réservoirs de type méso-oligohalins mais entre alors en compétition avec *Hydrobia ventrosa*. Suivant les années, c'est l'une ou l'autre des deux espèces qui domine. Ainsi à la station S. 59, en 1962, je récoltai exclusivement *Hydrobia ventrosa* (AMANIEU, 1962); dans le courant de l'année 1963 la station fut progressivement envahie par *Potamopyrgus jenkinsi* (71 % de *H. ventrosa* et 29 % de *P. jenkinsi* en août; 13 % de *H. ventrosa* et 87 % de *P. jenkinsi* en novembre) et fin 1963, *Hydrobia ventrosa* avait disparu. Il y eut de nouveau inversion de la faune en 1964, *Hydrobia ventrosa* remplaçant *Potamopyrgus jenkinsi*. La salinité moyenne de la station S. 59 n'ayant été relevée que pour l'année 1963 il n'est pas possible de rapprocher ces mouvements de la faune des variations de salinité. Toutefois 1962 et 1964, années à *Hydrobia ventrosa*, furent moins pluvieuses que 1963, année à *Potamopyrgus jenkinsi*. A bien des égards d'ailleurs la station S. 59 apparaît comme une station charnière; elle est actuellement suivie par MM. P.J. LABOURG (pour les amphipodes) et G. REAL (pour les hydrobiidés).

#### MOLLUSQUES LAMELLIBRANCHES

Les lamellibranches recensés sont localisés aux bassins poly-mésohalins. *Cardium exiguum* est rare. *Cardium edule* est souvent abondant, vivant non pas sur le sol mais fixé aux algues flottantes par grappes d'une dizaine d'individus. P. MARS a eu l'amabilité d'examiner mes échantillons qui appartiennent bien « au groupe de *Cardium edule* L. à caractères de forme lagunaire (petite taille, minceur du test, coloration), conservant les caractères d'*edule* par la forme générale, l'angle du côté postérieur et l'ornementation des côtes... » (communication personnelle du 31 mars 1965).

*Solen marginatus* Donovan, est un hôte accidentel dont j'ai constaté la présence dans certains jas de Certes.

*Scrobicularia plana* (Da Costa), est présent dans la plupart des réservoirs, particulièrement poly-mésohalins, mais en densité très variable.

*Abra ovata* (Phil.), est une espèce lagunaire classique dont la présence habituellement discrète et révélée en période estivale, surtout par

temps d'orage; c'est alors par milliers d'individus que les *Abra ovata* jaillissent du sol et, si les circonstances météorologiques continuent à être favorables, les animaux périssent en masse et flottent en surface. C'est ainsi qu'en 1964 certains jas de Certes étaient entièrement recouverts des valves d'*Abra ovata* qui formaient un tapis continu sur près d'un hectare. Ces densités remarquables contrastent avec les récoltes rares que l'on fait de cette espèce dans les vases de la slikke ouverte.

#### CRUSTACÉS OSTRACODES

Les espèces récoltées ont été déterminées par I. YASSINI. *Lox-concha elliptica* est une forme euryhaline d'eau douce que l'on rencontre fréquemment dans les réservoirs mésosalins, presque toujours associée à *Cytherois ficheri*.

#### CRUSTACÉS MYSIDACÉS

*Neomysis integer* (Leach), espèce euryhaline des bassins bien oxygénés; également signalée des flaques de la slikke.

#### CRUSTACÉS ISOPODES

*Asellus aquaticus* L., est une espèce limnique et oligohaline, accidentelle en P. 219 où elle est entraînée lors du débordement des eaux douces voisines mais où elle ne survit que peu de temps.

*Cyathura carinata* (Kröyer), espèce également signalée dans la slikke; *Cyathura carinata* est un représentant typique du domaine polyhalin, abondant dans les jas et les profonds de Certes et de la Saus-souze. Accidentel à Cantarane. Absent habituellement à Chabaud et Nord Chabaud.

*Idotea viridis* (Slabber). Également du domaine polyhalin. Pullule dans les profonds de Certes mais rare dans les jas typiques; accidentel dans les bassins mésosalins (Chabaud, parfois en été).

*Sphaeroma rugicauda* Leach, régulièrement présent dans tous les types de bassin mais semble plus abondant dans les réservoirs polyhalins. Je n'ai pas récolté *Sphaeroma hookeri* Leach qui n'a pas encore été signalé à Arcachon, où sa présence paraît cependant a priori probable.

#### CRUSTACÉS AMPHIPODES

*Corophium insidiosum* Crawford. L'espèce a été décrite en 1937 par G.I. Crawford. La première mention en France en a été faite par H. BERTRAND en 1938 dans les bassins à flots de Saint-Malo; ultérieurement *Corophium insidiosum* a été signalé par G. PETIT (1950) dans les étangs du Roussillon (Salses et Canet), par J.H. STOCK (1952) à Ambleteuse, A. BART (1960) dans la même région mais au voisinage de la Slack, AMANIEU et CAZAUX (1962) dans les bassins saumâtres de la baie d'Arcachon, Y. TURQUIER (1964) dans l'étang de Berre et, d'après un lot récolté par M. TRUCHOT, dans la région de Roscoff (Pempoul).

*Corophium insidiosum* est une espèce typiquement liée aux eaux saumâtres, préférentiellement aux eaux dont la salinité moyenne se situe autour de 15 ‰. Selon CRAWFORD l'observation de Ussing (1924) d'après laquelle *C. Bonelli* du Mariagerfjord aurait un optimum de salinité à 13-18 ‰ doit être rapportée en réalité à *C. insidiosum*. A Ambleteuse STOCK (1952) signale avoir récolté l'espèce dans des eaux « of full atlantic salinity » mais dans la même région BART (1960) localise plus précisément *C. insidiosum* au voisinage de la Slack, petite rivière d'eau douce qui traverse la slikke d'Ambleteuse. Beaucoup plus qu'à la faune des estuaires, *Corophium insidiosum* appartient à la faune des étangs saumâtres à salinité plus stable (bassins à flots de St-Malo, réservoirs saumâtres d'Arcachon, étangs de la côte méditerranéenne, lagunes de Venise, etc.). A Arcachon même nous avons signalé les petites migrations de cette espèce en fonction de la salinité à propos de l'étude des stations S. 59 et P. 219; dans notre région *Corophium insidiosum* appartient à la faune du domaine polyhalin mais, particulièrement au printemps, les populations qu'il constitue vagabondent et colonisent temporairement les stations mésohalines. Ses gîtes stables sont cependant nettement liés aux profonds du type P. 111 ou P. 229 creux dans lesquels on le récolte toute l'année.

*Corophium insidiosum* est une espèce extrêmement envahissante qui appartient habituellement à la faune du phytal. Selon CRAWFORD (1937) il construit ses tubes sur les hydriques ou sur les herbes, notamment *Ruppia maritima*; à Arcachon ses tubes, étroitement accolés, recouvrent de manière dense les *Chaetomorpha*. J.H. STOCK (1952) a toutefois signalé que dans le canal reliant Amsterdam à la Mer du Nord *Corophium insidiosum* accompagne *C. volutator*, "Burrowing in a mud flat", édifiant des tubes en U et atteignant alors une densité de 10 individus au dm<sup>2</sup>; ce curieux habitat serait dû à l'absence des supports habituellement préférés, alors que les autres facteurs sont favorables à l'établissement de l'espèce. Un habitat analogue a été signalé également par Y. TURQUIER (1964) dans l'étang de Berre; de même dans les jas de Certes, *Corophium insidiosum* s'installe parfois sur un substrat vaseux en l'absence de toute végétation mais uniquement dans les sites où le mouvement de l'eau entraîne une bonne oxygénation, alors que dans les zones stagnantes et réduites l'espèce est totalement absente.

*Corophium volutator* (Pallas), espèce préférentiellement liée à la haute slikke; présente également dans les réservoirs mais plus rare et moins dense que la précédente.

*Erichthonius brasiliensis* (Dana) et *Erichthonius difformis* H.M.E.

Les deux espèces ont été capturées à de nombreuses reprises en P. 111 et P. 229 creux, noyées dans la masse des tubes de *Corophium insidiosum*; CHEVREUX et FAGE (1925) ne signalent pas les affinités saumâtres de ces espèces que j'ai récoltées également à Arcachon sur les slikkes ouvertes mais en général dans les herbiers de *Zostera nana* qui se situent à la périphérie des réservoirs.

*Gammarus aequicauda* Martynov. C'est le Gammare le plus envahissant de toute la baie d'Arcachon. Il pullule dans les réservoirs polyhalins alors que dans les réservoirs mésohalins il est très inconstant.

*Gammarus chevreuxi* Sexton. Espèce oligohaline mal représentée dans les stations étudiées; c'est surtout en hiver, au moment des plus faibles salinités, qu'elle envahit les bassins mésohalins, jamais les stations polyhalines. *Gammarus chevreuxi* est abondant dans la plupart des petits ruisseaux qui se jettent à la périphérie de la baie d'Arcachon (Le Port du Teich). Très dense dans les *Callitriche* des eaux oligohalines, mais ses stations sont souvent instables.

*Leptocheirus pilosus* Zaddach. C'est, avec *Corophium insidiosum*, l'un des amphipodes les plus répandus dans les bassins saumâtres. Présence constante en 1963 dans toutes les stations, sauf les jas très réduits, particulièrement abondant en hiver en S. 59.

*Melita palmata* (Montagu). Espèce également signalée dans la slikke; pullule dans les bassins poly-mésohalins; absente dans les bassins mésohalins.

*Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa. Espèce abondante en été en P. 111 et P. 229 creux; moins dense à Cantarane. Citée des « marais salants » d'Arcachon par CHEVREUX et FAGE (1925).

#### CRUSTACÉS DÉCAPODES

*Carcinus maenas* (Linné). Très envahissant, particulièrement dans les jas.

*Crangon crangon* (L.). Envahit en été les réservoirs polyhalins, s'avance peu au-delà des écluses.

*Palaeomonetes varians* (Leach). Pullule partout.

#### INSECTES HÉTÉROPTÈRES

En collaboration avec C. CAZAUX nous avons déjà donné (AMANIEU et CAZAUX, 1963) la liste des principaux hémiptères des eaux saumâtres de la région d'Arcachon dont le recensement n'avait pas encore été fait.

*Corixa affinis affinis* Leach. Espèce présente dans tous les types de réservoirs. R. POISSON (1957) la signale comme « largement répandue en France..., plus commune dans les eaux supralittorales maritimes légèrement saumâtres ».

*Naucoris maculatus maculatus* Fabricius. Selon R. POISSON (1957) cette espèce est « fréquente dans les eaux des mares et ruisseaux, sublittoraux maritimes, parfois très légèrement saumâtres ». Les adultes peuplent régulièrement en fin d'été les bassins méso-oligohalins les plus continentaux; par contre il n'est pas rare de récolter des larves, appartenant apparemment à la même espèce, dans le courant de l'été, même dans les stations poly-mésohalines.

*Notonecta viridis viridis* Delcourt. Des captures isolées, en été, dans tous les réservoirs.

*Plea leachi* McGrégor & Kirk (= *Plea minutissima* Fieber). N'est pas signalée comme saumâtre par R. POISSON (1957); cette espèce est cependant un hôte constant des réservoirs méso-oligohalins, en particulier de S. 59.

*Sigara (Halicorixa) selecta* (Fieber) et *Sigara (Halicorixa) stagnalis* (Leach).

Ces deux espèces sont extrêmement abondantes surtout dans les jas, où elles constituent d'immenses populations, souvent mélangées, se maintenant à la surface de l'eau; elles affectionnent particulièrement les jas putrides et réduits qu'elles disputent à *Ephydra riparia*. *Sigara stagnalis* est le plus couramment cité par les auteurs qui se sont intéressés à la bionomie des régions saumâtres (MONOD, 1926; E. FISCHER, 1928; LELOUP & KONIETZKO, 1956, etc...) généralement sous le synonyme d'*Arctocorixa lugubris*. R. POISSON, à qui nous devons la confirmation des déterminations des deux espèces, les signale toutes deux des eaux saumâtres. J'ai effectué durant les étés 1962 et 1963 des chasses entomologiques nocturnes à la lumière, au Teich et à Certes; les captures renferment régulièrement des diptères chironomides qui pullulent, quelques lépidoptères et coléoptères, des *Sigara* mais jamais en grand nombre. Je n'ai pu observer pour ces espèces et dans les circonstances de mes chasses, des vols d'essaimage analogues à ceux rapportés en Bretagne pour des espèces voisines par R. POISSON et Col. (1957) et G. RICHARD (1958). De tels vols sont cependant l'explication probable de la rapidité avec laquelle se peuplent ou se dépeuplent les jas.

#### INSECTES DIPTÈRES

Les larves de Chironomides et Cératopogonides pullulent dans tous les réservoirs. *Ephydra riparia* Fal. est très dense dans les jas de Certes ou de Malprat; cette mouche constitue même la seule espèce qui survit dans les anciens jas abandonnés dont la salinité dépasse couramment en été 40 ‰, mais on sait que le groupe des *Ephydra* est particulièrement bien adapté à ces conditions difficiles. P. PESSON (1958) rappelle que dans le grand lac salé de l'Utah (U.S.A.) les *Ephydra* pullulent avec une telle abondance dans des eaux dont la salinité dépasse 200 ‰ qu'elles étaient autrefois recueillies comme nourriture par les indiens. *Ephydra riparia* prospère particulièrement dans le jas les moins profonds, les plus réduits, les plus riches en épaves végétales en décomposition; les adultes courent à la surface des eaux dont elles se disputent l'espace avec les *Sigara*; les larves grouillent dans la vase organique. Leur densité est telle que l'on conçoit en effet qu'elles puissent être considérées comme source de nourriture.

Les larves de *Stratiomyia* sp. s'éloignent de cet habitat inhospitalier mais par contre sont les hôtes habituels, bien que peu denses, des réservoirs poly-mésosalins du type profonds (P. 111 et surtout P. 229 creux).

#### INSECTES ODONATOPTÈRES

On sait depuis les travaux d'OSBURN (1906) et plus récemment de D. STRALLA (1948) et surtout de P. AGUESSE (1948) que diverses larves de libellules sont susceptibles de coloniser les eaux saumâtres, généralement dans le domaine oligo ou  $\beta$ -mésosalin (D. STRALLA indique cependant des récoltes dans des flaques dont la salinité atteignait 23,2 ‰).

Dans la région d'Arcachon, j'ai observé fréquemment des larves de

Zygotères, plus rarement d'Anisoptères, dans les stations S. 59 et P. 219; en P. 228 je n'ai observé que des larves de Zygotères. Dans les autres stations les captures de larves d'odonates sont accidentelles.

#### INSECTES COLÉOPTÈRES

Parmi les coléoptères qui peuplent les eaux saumâtres des réservoirs on peut distinguer nettement deux groupes. Un premier renferme un certain nombre d'espèces qui sont plus ou moins largement répandues dans les eaux douces et oligohalines de la région et qui envahissent assez régulièrement les réservoirs mésohalins. Dans cette liste, qui n'est point exhaustive, nous citerons : *Agabus biguttatus*, *Colymbetes fuscus*, *Enochrus melanocephalus*, *Gyrinus substriatus*, *Haliplus lineaticollis*, *Hydrous piceus*, *Hygrotus inaequalis*, *Stictonectes lepidus*; toutes ces espèces ont été capturées à Chabaud et à Nord Chabaud, quelques-unes également à Cantarane; bien que certaines d'entre elles apparaissent comme constantes (*Haliplus lineaticollis* par exemple que je récolte fréquemment à nord Chabaud) ou abondantes (par exemple *Gyrinus substriatus* qui pullule parfois en S. 59), on ne peut pas les considérer comme caractéristiques du domaine mésohalin; mais plutôt comme des témoins des affinités limniques de ce domaine. Un second groupe renferme un petit nombre d'espèces, strictement inféodées aux eaux saumâtres et qui pullulent, parfois avec une densité très importante, dans les bassins polyhalins; dans ce groupe il faut citer : *Hydroporus limbatus* et *Hydroporus palustris*, surtout abondants au printemps et au début de l'été, et *Philydrus bicolor* qui est l'hôte le plus constant des stations polyhalines.

#### ÉCHINODERMES

*Paracentrotus lividus* (Lamarck). Rare, quelques individus dans les réservoirs polyhalins notamment au Teich.

#### TUNICIERS ASCIDIÉS

*Molgula manhattensis* de Kay. Assez constant et parfois très abondant dans les bassins polyhalins; l'espèce pullule en bordure des écluses qui ont directement accès sur la mer, notamment à Certes.

#### VERTÉBRÉS TÉLÉOSTÉENS

Nous avons déjà signalé au paragraphe 3.1.3. la liste des poissons euryhalins qui peuplent les réservoirs et sont exploités commercialement. Aux espèces citées il convient d'ajouter l'épinoche *Gasterosteus aculeatus* Linné. On trouvera dans le travail de L. BERTIN (1925) l'étude d'une station de *Gasterosteus aculeatus* dans la région du Teich en bordure de la Leyre (station 40 de L. BERTIN); sont signalées les formes *hologymna* (jeunes) et *gymnura* (adultes). Les épinoches sont bien représentées dans la plupart des stations méso- et oligohalines. C'est au printemps que l'on capture des femelles gonflées d'œufs et, dans le courant de l'été, de nombreux jeunes nageant de concert.

L'épinochette, *Pygosteus pungitius* Linné, comme le signale L. BERTIN (1925), est abondante dans les environs de Bordeaux mais semble manquer à Arcachon où je ne l'ai jamais récoltée.

Les gambusies tolèrent des salinités assez élevées et ne sont pas rares, bien que leur présence soit inconstante, dans les stations mésohalines explorées. L'espèce semble largement répartie dans de nombreuses stations à Malprat où je l'ai récoltée lors de chaque excursion.

#### 4.3. COMPARAISON ENTRE LES PEUPELEMENTS DES DIFFÉRENTES STATIONS ÉTUDIÉES

Le tableau fig. 21 résume une comparaison globale entre les six stations étudiées. On remarque tout d'abord le petit nombre d'espèces appartenant à la macrofaune qui ont été recensées. Etant donné le caractère pionnier de ce travail on peut attendre que ces listes s'enrichissent ultérieurement de la citation d'espèces nouvelles dont la récolte ou l'observation m'auraient échappé. Il n'en reste pas moins que les peuplements des réservoirs saumâtres d'Arcachon sont cependant monotones, ce qui tient à diverses causes, notamment à leur étendue modeste et au fait que la faune qui les envahit est déjà triée par la baie d'Arcachon elle-même. Ce nombre réduit d'espèces permet cependant des évaluations significatives quant à l'origine et à la répartition de la faune de ces réservoirs.

1°) Les stations de même type abritent à peu près le même nombre d'espèces; par exemple on recense 34 espèces à Nord Chabaud et 38 à Chabaud, mais là peut jouer un effet de proximité; par contre un tel effet ne joue plus lorsque l'on compare P. 111 et P. 229 creux qui abritent toutes deux 48 espèces, dont la majorité est commune aux deux stations qui sont chacune du type « profond-polyhalin ». Inversement des stations même proches mais appartenant à des types différents abritent des faunes très dissemblables; ainsi on recense 32 espèces dans P. 229 plat contre 48 dans P. 229 creux qui est voisine. La comparaison du nombre total d'espèces qui peuplent chaque station fait ressortir l'originalité de P. 228 Cantarane dans laquelle on n'a recensé que 26 espèces. Dans cette station intervient un facteur d'ordre géographique. Cantarane est une petite enclave mésohaline confrontée de toutes parts à un vaste bassin polyhalin; elle sélectionne les espèces polyhalines susceptibles d'effectuer des incursions plus ou moins prolongées dans le domaine mésohalin; c'est le cas pour *Carcinus maenas* ou *Cyathura carinata*. Inversement P. 228 est difficilement atteinte par des espèces limniques ou oligohalines comme *Asellus aquaticus*, *Nais elinguis*, ou *Potamopyrgus jenkinsi*, qui colonisent les autres sta-

Total	4	34	4	38	4	26	4	48	4	48	4	32
Poissons	4	34	4	38	4	26	4	48	4	48	4	32
Ascidies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Echinodermes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coléoptères	10	9	5	3	1	1	3	3	3	3	3	3
Odonatoptères	2	2	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-
Diptères	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Hétéroptères	3	4	1	4	1	1	1	5	5	4	4	4
Décapodes	1	1	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Amphipodes	4	5	6	5	8	8	8	8	8	2	2	2
Isopodes	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Mysidacès	-	1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-
Ostracodes	2	2	-	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Lamellibranches	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4
Gastéropodes	2	2	1	2	8	7	7	7	7	2	2	2
Oligochètes	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychètes	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1
Turbellariés	-	-	-	-	2	2	2	2	2	-	-	-
Hydraires	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-
P. 219												
S. 59												
P. 228												
P. 111												
P. 229 c.												
P. 229 p.												

Fig. 21. — Nombre d'espèces dans chaque type de stations saumâtres.

tions mésohalines mais sont ici arrêtées par la barrière polyhaline puis a disparu. Il apparaît donc d'une part que c'est bien l'environnement simple; au début de 1964 j'aiensemencé P. 228 en *Potamopyrgus jenkinsi*; l'espèce y a prospéré pendant plus d'un an puis a disparu. Il apparaît donc d'autre part que c'est bien l'environnement de P. 228 qui limite son peuplement, d'autre part qu'en l'absence d'apports renouvelés *Potamopyrgus jenkinsi* n'est pas apte à se maintenir indéfiniment dans une station mésohaline. Par contre *Gammarus chevreuxi* envahit fréquemment P. 228; si la colonisation de cette station par cette espèce était purement passive, provenant par exemple de l'ensemencement à partir de supports flottants puis échoués, le cortège faunistique qui accompagne habituellement *Gammarus chevreuxi*, notamment *Potamopyrgus jenkinsi* voire même *Asellus aquaticus*, s'y retrouverait, ce qui n'est pas le cas; la colonisation de la station de Cantarane par *Gammarus chevreuxi* est donc un phénomène actif, l'amphipode étant particulièrement apte par suite de son euryhalinité et de sa mobilité à transiter rapidement à travers les réservoirs polyhalins pour atteindre P. 228.

2°) La *macrofaune endogée* est liée aux réservoirs polyhalins; seul *Nereis diversicolor* édifie indistinctement ses galeries sur toutes les berges, encore qu'il soit très peu dense dans les stations mésohalines. Toutes les espèces signalées dans la strate endogée sont d'origine marine et appartiennent également à la faune des slikkes ouvertes; seul *Abra ovata* est vraiment caractéristique de la faune lagunaire des réservoirs dans lesquels il pullule. Il n'y a pas de différence, du moins qualitative, entre la macrofaune endogée des réservoirs de type Jas et ceux de type Profond. En fait les conditions écologiques au niveau de la strate endogée apparaissent comme beaucoup plus homogènes qu'au niveau de la strate superficielle; la vase joue un rôle tampon qui tend à atténuer les fluctuations, notamment les fluctuations thermiques comme nous l'avons signalé au paragraphe 3.4.3. mais aussi les fluctuations de salinité des eaux interstitielles. Cependant une prospection plus attentive de la faune endogée devra être réalisée; les exploitants m'ont en effet signalé que les fonds des réservoirs reposent les uns sur un substrat sablonneux, les autres sur un substrat argileux; les bassins argileux seraient plus recherchés par les muges et les anguilles, alors que les bars, les flets, éventuellement les soles, seraient plus abondants dans les bassins sablonneux; actuellement ces différences sont discrètes, les fonds, pour la plupart mal entretenus, étant uniformément recouverts de vase. Il est peu probable cependant que cette tradition orale soit dénuée de tout fondement et je pense au contraire qu'elle doit avoir des implications sur la répartition au moins quantitative de la faune benthique.

3°) Ce qui différencie les jas des profonds c'est beaucoup plus la *macrofaune de pleine eau* (1). Dans les profonds domine le peuplement des algues, particulièrement les amphipodes qui constituent l'essentiel de la biomasse (8 espèces dans les profonds contre 2 seulement dans les jas); dans les jas au contraire les peuplements sont à base d'insectes, vivant dans l'eau sous forme de larves, à la surface ou au voisinage sous forme d'imagos. Le nombre d'insectes recensés est cependant peu différent dans les deux types de bassins; ainsi on compte 11 insectes en P. 229 creux et 10, pratiquement les mêmes, en P. 229 plat; l'appréciation est ici faussée par un effet de proximité. Les peuplements entomologiques de P. 111 qui ne renferme que 7 espèces d'insectes, sont beaucoup plus caractéristiques de la représentation de ce groupe dans un profond polyhalin. L'action sélective de chaque type de bassin sera mieux appréciée par l'évaluation quantitative des peuplements; par exemple les *Sigara* sont dispersés dans les profonds alors qu'ils constituent des essaims innombrables dans les jas; il en est de même pour les diptères du genre *Ephydra* alors que *Philydrus bicolor* est réparti de manière plus homogène. Il est difficile de rapporter à tel ou tel facteur abiotique pris isolément ces différences faunistiques. Cependant nous ne pensons pas que les fluctuations de salinité jouent un rôle important; en effet les salinités moyennes sont les mêmes en P. 229 creux et P. 229 plat; même si la salinité ne permettait pas dans les jas l'installation de populations stables d'amphipodes, notamment de *Gammarus aequicauda*, cette espèce serait assez mobile pour envahir au moins de manière assez régulière les jas polyhalins, comme elle le fait dans certaines stations mésohalines; or, le cas est rare. Nous pensons que la sélection de la faune carcinologique dans les jas les plus typiques est plutôt la conséquence de leur mauvaise oxygénation, qui découle elle-même de l'absence de peuplements algaux denses, et du caractère extrême des fluctuations thermiques de la strate de pleine eau. Indépendamment de toute distinction, parfois difficile à établir d'ailleurs, entre jas et profond, il est certain que la faune des amphipodes est liée aux stations où la présence d'algues entretient une bonne oxygénation et assure une certaine protection thermique, alors que les insectes (*Sigara* et *Ephydra*) pullulent davantage dans les stations réduites et surchauffées en été.

4°) Nous avons assemblé dans le tableau fig. 22 trois listes groupant respectivement :

A. Les espèces récoltées uniquement dans les stations mésohalines (17).

(1) Terme que nous employons par opposition à faune benthique pour désigner la forme qui vit « en pleine eau » bien que généralement sur un support (par exemple les *Chaetomorpha*).

LISTE A.	LISTE B.	LISTE C.
Espèces mésohalines	Espèces polyhalines	Espèces méso et polyhalines
<i>Nais elinguis</i>	<i>Sertularia cupressina</i>	<i>Nereis diversicolor</i>
<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	<i>Enterostomula graffi</i>	<i>Hydrobia ventrosa</i>
<i>Asellus aquaticus</i>	<i>Plagiostomum ponticum</i>	<i>Cytherois ficheri</i>
<i>Gammarus chevreuxi</i>	<i>Arenicola marina</i>	<i>Loxocochna elliptica</i>
<i>Plea leachi</i>	<i>Bittium reticulatum</i>	<i>Neomysis integer</i>
Anisoptères	<i>Gibbula cineraria</i>	<i>Idotea viridis</i>
Zygotères	<i>Gibbula umbilicalis</i>	<i>Sphaeroma rugicauda</i>
<i>Agabus biguttatus</i>	<i>Hydrobia ulvae</i>	<i>Corophium insidiosum</i>
<i>Colymbetes fuscus</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Corophium volutator</i>
<i>Enochrus melanocephalus</i>	<i>Littorina obtusata</i>	<i>Gammarus aequicauda</i>
<i>Gyrinus substriatus</i>	<i>Rissoa</i> sp.	<i>Leptocheirus pilosus</i>
<i>Haliphus lineaticollis</i>	<i>Abra ovata</i>	<i>Palaemonetes varians</i>
<i>Hydrous piceus</i>	<i>Cardium edule</i>	<i>Corixa affinis</i>
<i>Hygrotus inaequalis</i>	<i>Cardium exiguum</i>	<i>Naucoris maculatus</i>
<i>Stictonectes lepidus</i>	<i>Scrobicularia plana</i>	<i>Notonecta viridis</i>
<i>Gambusia affinis</i>	<i>Solen marginatus</i>	<i>Ceratopogonides</i>
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Leptocythere castanea</i>	<i>Chironomides</i>
	<i>Cyathura carinata</i>	<i>Hydroporus palustris</i>
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	<i>Philydrus bicolor</i>
	<i>Erichthonius difformis</i>	<i>Anguilla anguilla</i>
	<i>Melita palmata</i>	<i>Labrax labrax</i>
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	<i>Mugil</i> sp.
	<i>Carcinus maenas</i>	
	<i>Crangon crangon</i>	
	<i>Sigara selecta</i>	
	<i>Sigara stagnalis</i>	
	<i>Ephydra riparia</i>	
	<i>Stratiomyia</i> sp. (?)	
	<i>Hydroporus limbatus</i>	
	<i>Paracentrotus lividus</i>	
	<i>Molgula manhattensis</i>	
	<i>Gobius microps</i>	
	<i>Platichthys flesus</i>	

FIG. 22. — Listes des espèces mésohalines (A), polyhalines (B), méso- et polyhalines (C). Pour l'établissement de ces listes il n'a pas été tenu compte du peuplement de la station P. 228, pour les raisons évoquées dans le texte, § 4-3, 1e.

B. Les espèces récoltées uniquement dans les stations polyhalines (33).

C. Les espèces communes aux stations poly- et mésohalines (22).

Ces listes appellent les remarques suivantes :

A. Parmi les espèces de la liste A, l'oligochète *Nais elinguis*, le gastéropode *Potamopyrgus jenkinsi*, l'amphipode *Gammarus chevreuxi*, le poisson *Gasterosteus aculeatus*, sont des formes réellement halophiles; toutes les autres espèces appartiennent à des biotopes des eaux douces continentales. Les peuplements d'origine continentale sont donc qualitativement dominants dans le domaine mésohalin.

B. Parmi les 33 espèces de la liste B, seuls les insectes peuvent être dans une certaine mesure considérés comme d'origine continentale, encore que tous les insectes signalés dans cette liste soient des halobies classiques qui ne peuplent pas de manière habituelle les biotopes limniques. Les peuplements d'origine marine sont donc dominants dans le domaine polyhalin.

C. Dans la liste C on recense 22 espèces dont l'origine marine ou continentale est difficile à préciser. Il est remarquable de noter qu'en majorité ces espèces ne peuvent être considérées comme provenant ni de biotopes franchement marins, ni de biotopes franchement limniques. Contrairement à la liste A qui rassemble les espèces euryhalines dulcaquicoles, à la liste B qui rassemble les espèces euryhalines marines, la liste C rassemble des espèces euryhalines qui peuvent être considérées comme étroitement liées aux eaux saumâtres.

En définitive, ni le domaine mésohalin, ni le domaine polyhalin, ne peuvent être caractérisés par une ou plusieurs espèces indicatrices mais plutôt par un cortège faunistique dans lequel on note :

— Un stock d'origine continentale dominant dans le domaine mésohalin.

— Un stock d'origine marine dominant dans le domaine polyhalin.

— Un stock commun aux deux domaines dans lequel sont isolées les espèces les plus étroitement attachées aux eaux saumâtres.

#### 4.4. ESSAI DE CLASSIFICATION DES FAUNES SAUMÂTRES DES RÉSERVOIRS A POISSONS DE LA BAIE D'ARCACHON.

En matière de conclusion nous proposerons une classification qui tend à souligner les axes de groupement de la faune. Il nous paraît utile d'attirer l'attention sur l'importance des peuplements

entomologiques qui, qualitativement et quantitativement, tiennent une place comparable à celle des crustacés par exemple.

#### 4.4.1. *Le domaine polyhalin.*

Le domaine polyhalin est le mieux individualisé; il présente trois ensembles faunistiques dans lesquels nous reconnaitrons :

1°) Les peuplements endogés : l'espèce la plus caractéristique en est *Abra ovata*, habituellement accompagnée de *Scrobicularia plana* et *Nereis diversicolor*.

2°) Les peuplements de pleine eau des bassins de type « profond » : ils sont liés aux sites bénéficiant d'une oxygénation diurne importante et dans lesquels les fluctuations thermiques rapides sont atténuées; ils sont caractérisés par la dominance des peuplements carcinologiques :

Faune caractéristique : *Idotea viridis*, *Sphaeroma rugicauda*, *Corophium insidiosum*, *Melita palmata*, *Palaemonetes varians*, *Hydroporus limbatus*, *Philydrus bicolor*, *Molgula manhattensis*, *Mugil* sp., *Labrax labrax*.

Flore : *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Ulva*, *Ruppia* et *Zostera*.

3°) Les peuplements de pleine eau des bassins de type « jas » : ils sont liés aux sites réduits et surchauffés en été; ils sont caractérisés par la dominance des peuplements d'insectes :

Faune caractéristique : *Palaemonetes varians*, *Sigara selecta*, *Sigara stagnalis*, *Ephydra riparia*, *Hydroporus limbatus*, *Philydrus bicolor*.

Flore : *Enteromorpha*, *Cladophora*, éventuellement spartines, scirpes et joncs, roseaux. De vastes étendues sont dépourvues de toute végétation.

4°) *Hydrobia ventrosa*, *Corophium insidiosum*, *Cyathura carinata*, peuplent les deux types de réservoirs; ils vivent en pleine eau, sur les *Chaetomorpha* comme support, dans les profonds mais deviennent benthiques, en l'absence de support, dans les jas.

#### 4.4.2. *Le domaine mésohalin.*

Nos observations sur les stations mésohalines conduisent provisoirement à souligner :

1°) L'absence de peuplements endogés denses; seul *Nereis diversicolor* peuple les berges des stations mésohalines encore que ce soit de manière peu dense.

2°) L'instabilité des peuplements de pleine eau. Les populations les plus denses, par exemple *Corophium insidiosum*, *Gam-*

*marus chevreuxi*, *Hydrobia ventrosa* ou *Potamopyrgus jenkinsi* ne sont pas aptes à survivre indéfiniment dans les stations mésohalines; leur présence est fluctuante et, lorsqu'elle est constante dans une station donnée, on est conduit à penser que cela est dû à des apports régulièrement renouvelés. Aussi pensons-nous que contrairement à ce qu'il en est pour les stations polyhalines, aucune des espèces récoltées dans les stations mésohalines n'y a réellement sa souche. Le domaine mésohalin n'est pas caractérisé par une faune stable mais se situe en marge des biotopes tant marins que continentaux.

#### 4.4.3. *Le domaine oligohalin.*

Aucune des stations que nous avons explorées ne s'est révélée appartenir au domaine oligohalin. Les stations oligohalines de la région d'Arcachon ne devront pas être recherchées dans les réservoirs à poissons mais plutôt dans les mares qui se situent dans la marge continentale de ces réservoirs (notamment dans la région du Teich). Des prospections discontinues que nous avons effectuées dans de telles mares, il ressort qu'aucune des espèces communes aux stations méso + polyhalines ne s'y retrouvent, par contre *Potamopyrgus jenkinsi* et *Gammarus chevreuxi* en sont des hôtes constants et stables.

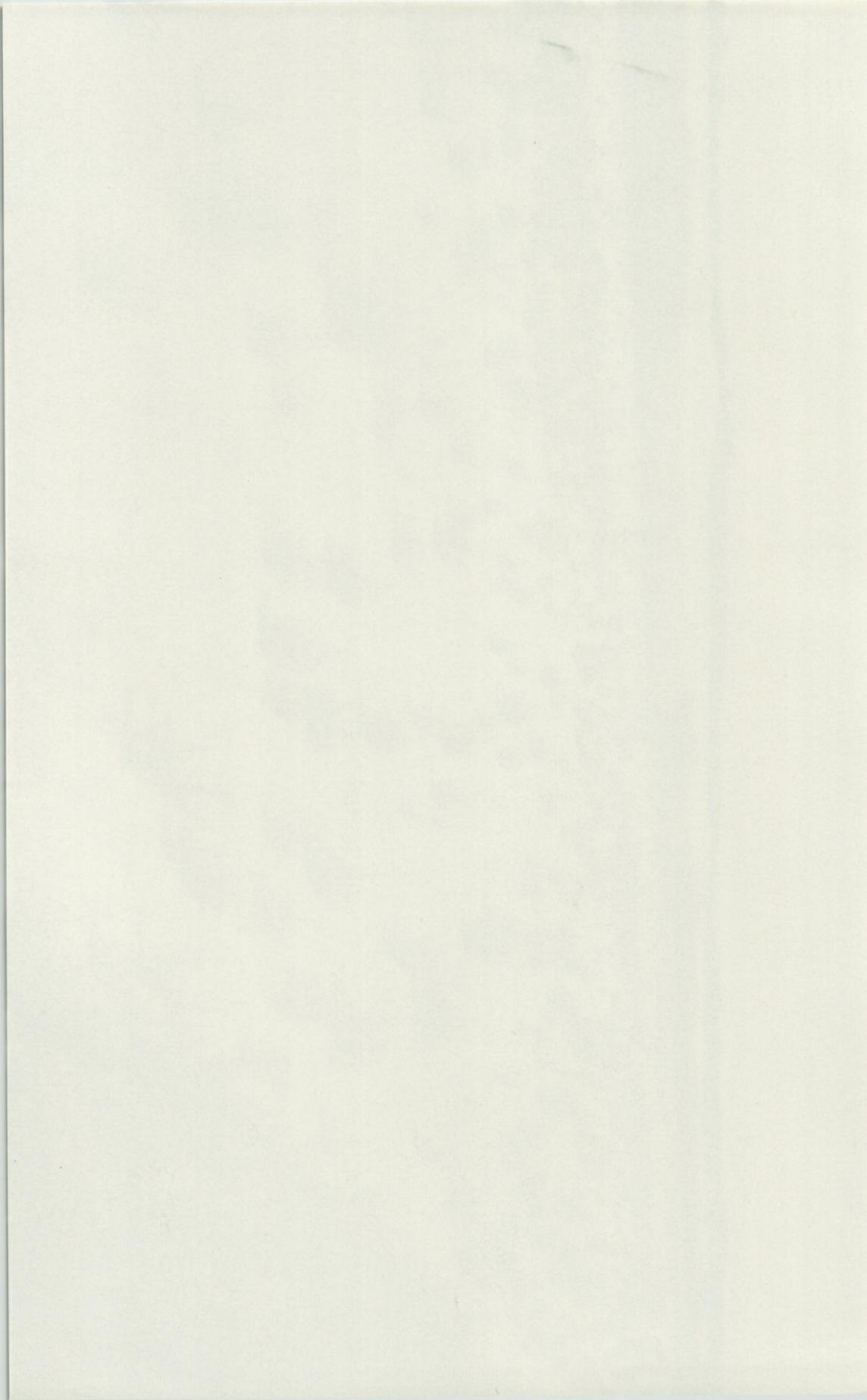
### RÉSUMÉ

Dans la première partie de ce travail l'auteur décrit les réservoirs à poissons de la baie d'Arcachon, anciens marais salants aménagés de nos jours en bassins d'élevage pour les mullets, bars et anguilles. Dans la seconde partie, 6 stations visitées périodiquement toutes les semaines pendant une année complète sont décrites et classées en fonction de leur salinité. Dans la troisième partie sont analysées les principales caractéristiques hydrologiques (salinité, température, teneur en oxygène dissous, pH) de chaque station et leurs variations saisonnières. Enfin la quatrième partie est consacrée à la faune; les divers types de peuplement de chaque station sont décrits et comparés les uns aux autres en fonction des données écologiques.

---

Fig. 23. — Un ancien « jas » de Certes asséché depuis un an et envahi par les salicornes.





## SUMMARY

In the first part of this work the author gives a description of the fishponds of the Bay of Arcachon formerly used as salt-marshes and nowadays set up as breeding-tanks for Mulletts, Sea-perches and Eels.

In the second part, six stations are described, they were weekly visited on a year-round survey and were classified according to their salinity changes. In the third part their main hydrological features such as salinity, temperature, dissolved O<sub>2</sub> content and pH were studied along with their seasonal variations.

The last part deals with the fauna. The various types of population are described for every station and compared with one another according to ecological data.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der erste Teil beschreibt die Fischbehälter der Bucht von Arcachon, ursprüngliche Salzteiche, die heute als Zuchtbecken für Barben, Barsche und Aale eingerichtet sind. Im zweiten Teil sind 6 Stationen beschrieben, die wöchentlich das ganze Jahr hindurch besichtigt und ihrem Salzgehalt gemäss abgeschätzt wurden. Im dritten Teil werden für jede Station die wesentlichsten hydrologischen Eigentümlichkeiten (Salz-bzw. Sauerstoffgehalt, Temperatur, pH) und ihre jahreszeitlichen Schwankungen untersucht. Der vierte Teil bezieht sich auf die Fauna; die verschiedenen Bevölkerungs-typen jeder Station sind beschrieben und verglichen im Verhältnis zu den ökologischen Bedingungen.

## BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE, P., 1957. La classification des eaux poïkilohalines, sa difficulté en Camargue, nouvelle tentative de classification. *Vie Milieu*, 8 (4), 341-365.
- AGUESSE, P., 1958. Odonates, Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales, 4. *Vie Milieu*, suppl. 10 (3) : 1-54.
- AMANIEU, M., 1962. Note sur l'écologie et la répartition dans la région d'Arcachon de *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith) (Gastropode Hydrobiidae). *P.V. Soc. linn. Bordeaux*, 99 : 106-113.

- AMANIEU, M. et C. CAZAUX, 1962. Animaux rares observés dans la région d'Arcachon en 1961-1962. *P.V. Soc. linn. Bordeaux*, 99 : 74-86.
- AMANIEU, M. et C. CAZAUX, 1963. Nouveaux animaux observés dans la région d'Arcachon en 1962-1963. *P.V. Soc. linn. Bordeaux*, 100 : 163-173.
- ARNE, P., 1938. Contribution à l'étude de la biologie des muges du Golfe de Gascogne. *R. & P.V. Com. int. Explor. sci. Méditer.*, 11 : 76-115.
- AX, P., 1956. Les Turbellariés des étangs côtiers du littoral méditerranéen de la France méridionale. *Vie Milieu*, suppl., 5 : 215 p.
- BART, A., 1960. Contribution à l'étude des Amphipodes de la région de Wimereux. D.E.S. Fac. Sc. Lille, 15.12.1960.
- BERTIN, L., 1925. Recherches bionomiques, biométriques et systématiques sur les Epinoches (*Gastérostéidés*). Thèse Fac. Sc. Paris, 204 p.
- BERTRAND, H., 1938. Amphipodes nouveaux pour la faune française. *Bull. Labo. mar. Dinard*, 18 : 34-37.
- BIGOT, L. et F. MARAZANOF, 1965. Considérations sur l'écologie des invertébrés terrestres et aquatiques des Marismas du Guadalquivir (Andalucía). *Vie Milieu*, 16 (1 C) : 441-474.
- CHEVREUX, E. et L. FAGE, 1925. Amphipodes. Faune de France, 9, 488 p. Lechevalier éd. Paris.
- CRAWFORD, G.I., 1937. A Review of the Amphipod Genus *Corophium*, with Notes on the British Species. *Journ. mar. biol. Assoc. U.K.*, 21 (2) : 589-630.
- DAHL, E., 1956. Ecological salinity boundaries in poikilohaline waters. *Oikos*, 7 (1) : 1-21.
- D'ANCONA, U., 1933. Faune et Flore des eaux saumâtres. *R. & P.V. Com. inter. Explor. sci. Médit.*, 8 : 167-184.
- D'ANCONA, U., 1954a. Rapport sur les recherches effectuées dans les lagunes et les « Valli » du Haut Adriatique. *Ibid.*, 12 : 163-166.
- D'ANCONA, U., 1954b. La pêche et la pisciculture dans les lagunes d'eau saumâtre. *Bull. pêches F.A.O.*, 7 (4) : 30 p.
- D'ANCONA, U., 1959. The classification of brackish waters with reference to the North Adriatic lagoons. *Arch. di Oceano. e Limno.*, 11, suppl. : 93-109.
- D'ANCONA, U. et B. BATTAGLIA, 1962. Le lagune salmastre dell'Alto Adriatico, ambiente di popolamento e di selezione. *Publ. staz. zool. Napoli*, 32 suppl. : 315-335.
- D'ANCONA, U., A. FAGANELLI, F. RANZOLI, V. MARCHESONI, 1954. Il trofismo della laguna Veneta e la vivificazione marina. *Archiv. di Oceano. e Limno.*, 9 : 12-281.
- DESCAS, C. et L. MURATET, 1909. Le Bassin d'Arcachon. Son histoire, ses réservoirs à poissons. *Mém. C.R. Séanc. Congr., natn Pêche marit. Bordeaux* : 52 p.
- FONTAINE, M., 1960. Remarques sur les difficultés de recherches éco-physiologiques appliquées à la solution de certains problèmes posés par l'étude écologique des milieux lagunaires. *Com. inter. Explor. sci. Méditer. R. & P.V.*, 15 (3) : 163-170.
- HARTMANN, G., 1953. Ostracodes des étangs méditerranéens. *Vie Milieu*, 4 (4) : 707-712.
- HEDGPETH, J.W., 1951. The classification of Estuarine and Brackish Waters and the Hydrographic Climate. *Rep. Com. Treat. Mar. Ecol. and Paleoecol.*, 11 : 49.

- KINNE, O., 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish waters animals. I. Temperature. *Oceano. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 1 : 301-340.
- KINNE, O., 1964a. It. II. Salinity and temperature salinity combinations. *Ibid.*, 2 : 281-339.
- KINNE, O., 1964b. Non-genetic adaptation to temperature and salinity. *Helgol. Wiss. Meeresunters.*, 9 (1-4) : 433-458.
- KNIPOWITSCH, N.M., 1932. Hydrobiologische Untersuchungen im Asowschen Meere. *Abhand. Fisch. Exped. azowschen Meer und schwarzen Meer*, 5<sup>e</sup> partie.
- LE DANTEC, J., 1953. L'élevage des Anguilles dans les réservoirs à poissons du bassin d'Arcachon. *La pêche maritime, la pêche fluviale et la pisciculture*, 3<sup>e</sup> année, 902 : 196-198.
- LE DANTEC, J., 1955. Quelques observations sur la biologie des muges des réservoirs de Certes (Audenge). *Rev. Trav. Inst. Pêches maritimes*, 19 (1) : 93-112.
- LUCAS, A., 1959a. Les *Hydrobia* (*Bythinellidae*) de l'ouest de la France. *Journ. Conchy.*, 99 : 3-14.
- LUCAS, A., 1959b. Les Paludestrines, envahisseurs énigmatiques. *Penn ar Bed*, n° 16.
- LUCAS, A., 1960. Remarques sur l'écologie d'*Hydrobia jenkinsi* (E.A. Smith) en France. *Journ. Conchy.*, 100 : 121-128.
- MARS, P., 1961. Recherches sur quelques étangs du littoral méditerranéen français et sur leurs faunes malacologiques. Thèse Fac. Sci. Paris, 270 p.
- OSBURN, R.C., 1906. Observations and Experiments on Dragonflies in brackish water. *Amer. Nat.*, 40 (474) : 395-399.
- PESSON, P., 1958. Le monde des Insectes. Horizons de France éd. Paris, 206 p.
- PETIT, G., 1950. *Corophium insidiosum* dans les étangs du Roussillon. *Vie Milieu*, 1 (4) : 476-477.
- PETIT, G., 1953. Introduction à l'étude écologique des étangs méditerranéens. *Vie Milieu*, 4 (4) : 569-604.
- PETIT, G., 1962. Quelques considérations sur la biologie des eaux saumâtres méditerranéennes. *Pubbl. Stat. zool. Napoli*, 32 suppl. : 205-218.
- PETIT, G. et D. SCHACHTER, 1951. Le problème des eaux saumâtres. *Ann. Biol.*, 27 (7) : 533-543.
- PETIT, G. et D. SCHACHTER, 1959. Les étangs et lagunes du littoral méditerranéen français et le problème de la classification des eaux saumâtres. *Archiv. Ocean. Limnol.*, 11, suppl. : 75-91.
- PETIT, G. et P. VEUILLEZ, 1961. Notes sur l'écologie et la répartition de *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith) (*Hydrobiidae*). *C.R. 86<sup>e</sup> Cong. nat. Soc. sav. Montpellier* : 763-767.
- POISSON, R., 1957. Hétéroptères aquatiques. Faune de France 61 : 263 p. Lechevalier éd. Paris.
- POISSON, R., G. RICHARD et G. RICHARD, 1957. Contribution à l'étude de l'essaimage des *Corixidae* (Hémiptères Hétéroptères aquatiques). *Vie Milieu*, 8 (3), 243-252.
- PORA, A., 1946. Problèmes de Physiologie animale dans la Mer Noire. *Bull. Inst. Océano. Monaco*, 903 : 43 p.

- PORA, A., 1960. L'Homéopathie, une notion à préciser dans la physiologie écologique des animaux aquatiques. *Com. inter. Explor. sci. Méditer. R. & P.V.*, 15 (3) : 171-188.
- REDEKE, H.C., 1922. Zur Biologie der Niederländischen Brackwassertypen. *Bijd. Tot de Dierkunde* : 329-335.
- REMANE, A., 1934. Die Brackwasserfauna. *Zool. Anzeiger*, suppl. 7 : 34-73.
- REMANE, A. et C. SCHLIEPER, 1958. Die Biologie des Brackwassers. 1) Ökologie des Brackwassers par A. REMANE. 2) Physiologie des Brackwassers par C. SCHLIEPER. *Die Binnengewasser*, 23 : 1-216 et 217-348.
- RICHARD, G., 1958. Contribution à l'étude des vols migratoires de Corixidae (Insectes Hétéroptères). *Vie Milieu*, 9 (2) : 179-199.
- SACCHI, C.F., 1966. Rythmes des facteurs physico-chimiques du milieu saumâtre et leur emploi comme indice de production. *Com. au Colloque sur les Populations animales Paris*, E.N.S., mai 1966.
- SACCHI, C.F. et A. RENZONI, 1962. L'écologie de *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) dans l'étang littoral du Fusaro et les rythmes annuels et nycthémeraux des facteurs environnants. *Pubbl. staz. Napoli*, 32 suppl. : 255-293.
- SCHACHTER, D., 1950. Contribution à l'étude écologique de la Camargue. *Ann. Inst. Océano.*, n.s., 25 (1) : 1-108.
- STOCK, J.H., 1952. Some notes on the taxonomy, the distribution and the ecology of four species of the amphipod genus *Corophium* (Crustacea Malacostraca). *Beaufortia*, 21 (17) : 10 p.
- STRALLA, D., 1948. Note sur la présence d'Odonates en eau saumâtre. *Bull. Soc. zool. France*, 73 (1) : 11-13.
- TURQUIER, Y., 1964. Une nouvelle station du *Corophium insidiosum* Crawford (Crustacea, Amphipoda), avec une remarque sur les espèces françaises du genre *Corophium*. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 10 (5) : 133-140.
- VIBERT, R. et K.F. LAGLER, 1961. Pêches continentales, Biologie et aménagement. Dunod éd. Paris, 720 p.

Reçu le 18 juillet 1966

N.B. — Ce travail constitue la 3<sup>e</sup> partie d'une Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles, soutenue le 12 juin 1967 à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux (n° d'ordre 197) et intitulée : « *Recherches écologiques sur les faunes des plages abritées et des étangs saumâtres de la région d'Arcachon* ». L'exemplaire dactylographié de la thèse in extenso a été déposé au C.N.R.S. et enregistré sous le n° A.O. 1612.

# TECHNIQUE SIMPLE POUR LE MICRODOSAGE DE L'OXYGÈNE DISSOUS DANS LES EAUX SAUMÂTRES

par E. LAGARDE

(avec la collaboration technique de S. CAMPS)

*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

Le dosage chimique de l'oxygène des eaux s'effectue couramment par diverses méthodes, dérivées directement pour la plupart de la méthode de WINCKLER, dont JACOBSEN *et al* (1950) ont donné une excellente revue.

Il ne saurait donc être question pour nous d'y apporter une modification quelconque sur le plan essentiellement chimique. Par contre, les chercheurs qui travaillent sur des milieux lagunaires éprouvent parfois de grosses difficultés à réaliser les dosages d'oxygène dans de bonnes conditions. Ces difficultés, inhérentes à la méthode elle-même, qui impose une fixation immédiate, ou imputables à l'inconfort et à l'exiguïté des embarcations utilisées pour les déplacements sur les étangs, font que les dosages perdent quelque peu de leur précision.

Nous nous sommes donc attachés à rendre la méthodologie aussi pratique que possible, de manière à obtenir en dépit des conditions souvent difficiles des prélèvements en milieu saumâtre littoral, une reproductibilité parfaite des résultats.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1) PRÉLÈVEMENTS DES EAUX

Le prélèvement est réalisé à l'aide d'une seringue en nylon de 20 ml dont le piston est muni d'un joint d'étanchéité en caoutchouc synthétique. La course du piston est limitée par une goupille. Ce dispositif permet d'effectuer des prélèvements à plusieurs mètres de profondeur : la seringue, dans ce cas, est fixée par un collier à l'extrémité d'une perche et le piston tiré à l'aide d'un fil de nylon. On adapte à la seringue une aiguille de fort diamètre (12/10 mm). Le prélèvement doit être réalisé lentement, ainsi que le recommande GILET (1955). Il est également nécessaire de chasser l'air contenu dans l'aiguille; on effectue dans ce but un prélèvement à blanc, en surface et on expulse l'eau aspirée en retournant la seringue, aiguille vers le haut, cette opération se faisant bien entendu une seule fois avant chaque série d'échantillonnages.

### 2) FIXATION

Dès que le prélèvement d'eau est fait, on le transfère dans un flacon de type « antibiotique » ayant une capacité utile de 26 ml dans lequel on aura préalablement placé 4 ml d'huile de paraffine et une bille de verre de 6 mm environ de diamètre. On prendra soin d'amener la pointe de l'aiguille à proximité du fond du flacon, on évitera ainsi tout contact entre le prélèvement et l'air ambiant. On introduit alors 0,6 ml du réactif 1 (Sulfate manganoux).

#### Réactif 1 :

MnSO<sub>4</sub>, 4 H<sub>2</sub>O ..... 480 g  
Eau distillée, q.s.p. .... 1 000 ml

Diluer le sulfate de manganèse dans l'eau distillée, filtrer, rincer le filtre, ajuster à 1 litre.

puis 0,3 ml du réactif 2 (Solution alcaline d'acide iodhydrique).

#### Réactif 2 :

NaOH ..... 500 g  
(ou KOH ..... 700 g)

NaI .....	135 g
(ou KI .....	150 g)
NaN <sub>3</sub> .....	10 g
Eau distillée, q.s.p. ....	1 000 ml

Dissoudre la soude dans l'eau, ajouter l'iode, puis le nitrure dissous dans 40 ml d'eau. Ajuster à 1 litre.

L'introduction successive à la pipette des 2 réactifs destinés à fixer l'oxygène dissous est difficilement réalisable, aussi préférons-nous, pour cette opération délicate et précise, utiliser un pistolet doseur du type couramment employé en pratique vétérinaire pour les vaccinations en série. Ces appareils, robustes, permettent dans des conditions optimales malgré l'inconfort des petites embarcations la mesure exacte et le transfert des réactifs dans le flacon avec toute la précision requise.

La fixation totale de l'oxygène sous forme de précipité d'hydroxyde manganoux est obtenue en imprimant au flacon un mouvement circulaire rapide. Le flacon est obturé par une capsule de caoutchouc.

### 3) DOSAGE

Au laboratoire, le dosage de l'oxygène sera effectué par la méthode classique :

— on injecte dans le flacon 0,3 ml du réactif 3 pour libérer l'iode.

#### Réactif 3 :

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, qualité : pour analyses.

— on dose ensuite l'excès d'iode par le thiosulfate (Réactif 4) en présence d'empois d'amidon (Réactif 5).

#### Réactif 4 :

Solution de Thiosulfate de Sodium

Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 5 H <sub>2</sub> O .....	24,82 g
Eeau distillée, q.s.p. ....	1 000 ml

Dissoudre le thiosulfate dans l'eau distillée bouillie et refroidie, et ajuster au litre.

(Solution 0,10 N)

Pour effectuer le dosage, on prépare par dilution une solution de Thiosulfate titrant 0,025 N :

Solution de Thiosulfate 0,10 N      250 ml  
Eau distillée, q.s.p. .... 1 000 ml

(La préparation de la solution de Thiosulfate peut être grandement facilitée par dilution d'une solution préalablement titrée, livrée en ampoules par certaines firmes de produits chimiques).

*Réactif 5 :*

Empois d'amidon

Amidon ..... 6 g  
Eau distillée, q.s.p. .... 1 000 ml

Faire bouillir l'amidon dans un peu d'eau distillée.  
Ajuster au litre.

Le dosage de l'iode en excès se fait sur une fraction aliquote de 10 ml, cette méthode permet ainsi d'effectuer 2 mesures sur le même prélèvement.

### CALCUL DES RÉSULTATS

1 ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  correspond à 0,2 mg d'oxygène. Il y a lieu cependant d'opérer une correction en tenant compte de l'adjonction dans le prélèvement initial de 20 ml d'eau des réactifs (1) (2) et (3). La formule établissant la teneur en oxygène sera donc :

Si  $n$  ml de Thiosulfate 0,025 N ont été versés dans 10 ml de prise d'essai correspondant à 9,43 ml d'échantillon :

$$\frac{n \times 0,2 \times 1\,000}{9,43} = \text{mg O}_2 \text{ } \text{‰}$$

Si on préfère exprimer le résultat en ml d'oxygène on appliquera la formule suivante :

$$\frac{n \times 0,698 \times 0,2 \times 1\,000}{9,43} = \text{ml O}_2 \text{ / litre.}$$

## CONCLUSION

La méthode décrite ici ne présente aucune originalité quant au principe même du dosage de l'oxygène dissous. Nous avons seulement cherché à améliorer la pratique de la manipulation de manière à la rendre utilisable dans les conditions les plus difficiles. Les écologistes y trouveront ainsi, nous l'espérons, leur travail facilité à moindres frais.

## RÉSUMÉ

La microméthode de dosage de l'oxygène dissous dans l'eau, décrite ici, se caractérise par l'emploi d'une seringue préréglée et d'un système d'injection automatique des réactifs. Les opérations de prélèvement des échantillons et leur fixation sont grandement facilitées et permettent de travailler sur le terrain, dans les meilleures conditions.

## SUMMARY

The micromethod of dissolved oxygen dosage in the water, here described, can be reduced to the application of a syringe, previously calibrated, and connected with a system of automatic injection of the reagents.

The operation of taking of the samples and their fixation are therefore greatly facilitated thus allowing to work on the field in the best conditions.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die hier beschriebene Mikromethode der Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes zeichnet sich aus durch den Gebrauch einer vorregulierten Spritze und durch ein automatisches Einspritzungssystem der Reagentien. Das Entnehmen von Proben und ihre Fixierung werden dadurch sehr erleichtert und erlauben, an Ort und Stelle in besseren Bedingungen zu arbeiten.

BIBLIOGRAPHIE

- JACOBSEN, J.P., R.J. ROBINSON et T.G. THOMPSON, 1950. A review of the determination of dissolved oxygen in sea water by the Winckler method. *Ass. Oceanogr. Phys. Publ. Scient.* : 11.
- GILET, R., 1955. Remarques sur l'emploi d'une seringue comme appareil de prélèvement en vue d'étudier la teneur en oxygène dissous de l'eau de mer. *Rec. Trav. St. Mar. d'Endoume*, 15 : 41-53.

Reçu le 14 novembre 1966

# **SUR UN FILET PERMETTANT LA RÉCOLTE DES ANIMAUX SEMI-PLANCTONIQUES DES HERBIERS DE POSIDONIES**

par E. SENTZ-BRACONNOT

*Station Zoologique, 06 - Villefranche-sur-Mer*

En Méditerranée, certains organismes semi-planctoniques vivant très près du fond, dans les herbiers de Posidonies, ne peuvent être capturés avec les méthodes traditionnelles de pêche de plancton, les filets utilisés étant trop fragiles pour être entraînés près du fond, ni par les méthodes classiques de dragage qui ne rapportent que des individus abîmés mêlés aux sédiments.

A Villefranche-sur-Mer, s'utilise traditionnellement un filet dit « fauchoir », en stramine, à ouverture triangulaire qui est entraîné sur l'herbier (TRÉGOUBOFF et ROSE, 1957). Cette méthode présente des inconvénients : le filet avance irrégulièrement, par bonds donc se vide et tantôt agit comme une drague, tantôt passe largement au-dessus des touffes de Posidonies. Son ouverture reste rarement perpendiculaire à la marche de l'engin.

Nous avons donc construit un filet spécial pour les pêches dans l'herbier. Il s'agit d'un filet à plancton classique, amovible, en stramine ou nylon à bluter de maille adaptée à la taille des animaux recherchés (Fig. 1, C). Il est maintenu tendu dans un cadre métallique qui le protège des obstacles (rochers et surtout épaves métalliques). Le cadre est muni de flotteurs (b) que l'on gonfle de telle sorte que pour une profondeur donnée le filet reste toujours horizontal. L'entrée du plancton dans le filet n'est pas perturbée par la classique « patte d'oie » car l'ensemble est tiré du bateau par une corde (f) fixée à un bâti ovale (e) articulé sur un cylindre métallique solidaire du cadre. A l'extrémité opposée de ce bâti est attaché, par

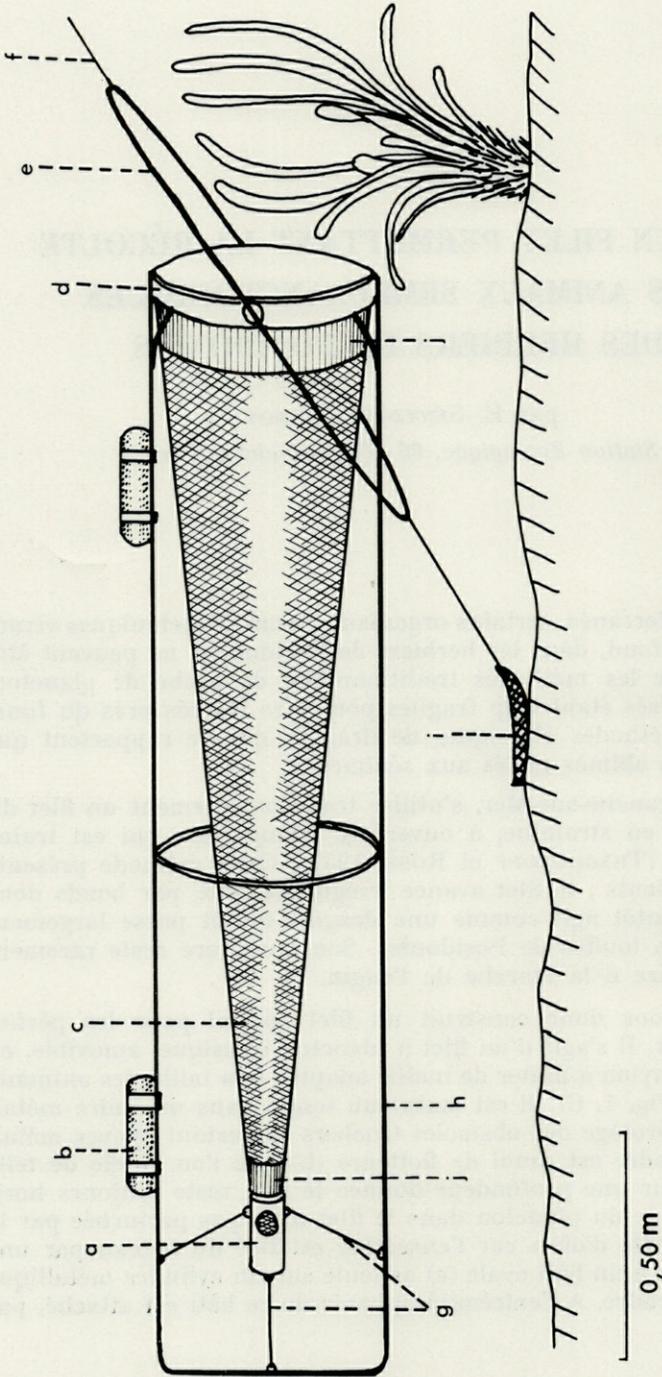


FIG. 1. — Schéma du filet en position de pêche.  
a) récupérateur à plancton; b) flotteur gonflable; c) filet; d) cylindre métallique sur lequel est fixé le filet; e) cerceau ovale; f) corde reliée au bateau; g) cordes élastiques maintenant le collecteur; h) cadre métallique; i) poids en forme de sabot; j) manchons du filet (en terval non filtrant).

l'intermédiaire d'une corde dont la longueur détermine la distance du filet au fond, un poids en forme de sabot (i) qui traîne sur le fond. Le produit de la pêche s'accumule dans un récupérateur à plancton classique (a), lui même fixé au cadre par des cordes élastiques (g) ce qui assure la tension du filet.

Des pêches comparées avec le « fauchoir » et notre filet, ainsi que des observations en plongée, ont permis de constater les améliorations suivantes :

— le filet avance régulièrement, sans à-coup, en restant à peu près au même niveau et horizontal si le cadre est correctement muni de flotteurs et au besoin de lest.

— la quantité de matériel récolté est plus importante.

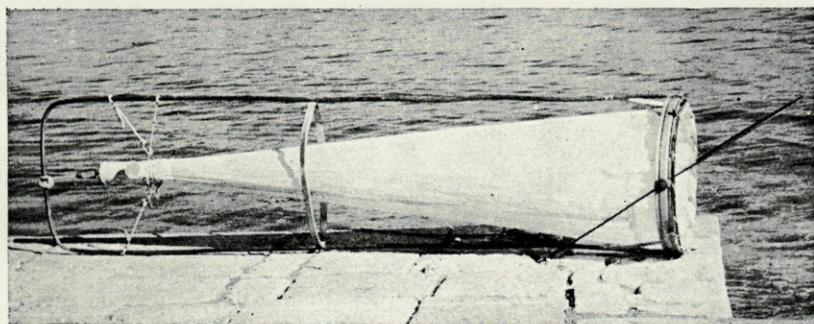


FIG. 2. — Photo du filet. Une corde (f) fixée à un bâti ovale (e) articulé sur un cylindre métallique solidaire du cadre et sur lequel est attaché le filet.

— les résultats sont beaucoup plus constants.

— le matériel est en excellent état et facile à trier, n'étant mélangé qu'à quelques algues ou feuilles de Posidonies et non plus au sédiment, sable, vase ou gravier ou à de grosses touffes de Posidonies arrachées au fond.

#### BIBLIOGRAPHIE

TRÉGOUBOFF, G. et M. ROSE, 1957. Manuel de planctonologie méditerranéenne. Paris (C.N.R.S.), 2 vol. : 587 p. pl.

Reçu le 15 mars 1966



## TABLE DES MATIÈRES

### Série B, Océanographie

Michel AMANIEU. — Introduction à l'étude écologique des réservoirs à Poissons de la région d'Arcachon .....	381
<i>Analyses d'ouvrages</i> .....	221
Michel BHAUD. — Contribution à l'écologie des larves pélagiques d'Annélides Polychètes à Banyuls-sur-Mer. Comparaison avec les régions septentrionales .....	273
Michel BHAUD, Guy JACQUES et Claude RAZOULS. — Données météorologiques de la région de Banyuls-sur-Mer. Année 1965-1966 (Point côtier) .....	137
B. CHASSEFIÈRE et O. LEENHARDT. — Mesures acoustiques et mécaniques dans les vases .....	1
G. CHERBONNIER et A. GUILLE. — Complément à la faune des Echinodermes de la mer de Banyuls .....	317
M. FIALA. — Contribution à l'étude des eaux et des sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude). IV. - Recherches sur les processus de nitrification (étude préliminaire) .....	227
A. GUILLE. — Cf. CHERBONNIER.	
INAGAKI Haïme. — Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive .....	153
Guy JACQUES. — Cf. BHAUD.	
G. JACQUES. — Aspects quantitatifs du phytoplancton de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). I. - Pigments et populations phytoplanctoniques dans le Golfe du Lion en mars 1966 .....	239

Françoise JACQUES et Alain THIRIOT. — Larves de Stomatopodes du plancton de la région de Banyuls-sur-Mer ...	367
E. LAGARDE. — Technique simple pour le microdosage de l'oxygène dissous dans les eaux saumâtres .....	447
Y. LANCELOT. — Cf. NESTEROFF.	
O. LEENHARDT. — Cf. CHASSEFIÈRE.	
Alain LÉVY. — Contribution à l'étude des Foraminifères des rechs du Roussillon et du plateau continental de bordure.	63
F. MELIÈRES. — Cf. NESTEROFF.	
A. MONACO. — Etude sédimentologique et minéralogique des dépôts quaternaires du plateau continental et des rechs du Roussillon .....	33
W.D. NESTEROFF, Y. LANCELOT et F. MELIÈRES. — Reconnaissance du haut fond de Rochebonne .....	103
Suzanne RAVERA. — Evolution quantitative des Cladocères dans la rade de Villefranche-sur-Mer de mars 1963 à mars 1964 .....	343
Claude RAZOULS. — Cf. BHAUD.	
E. SENTZ-BRACONNOT. — Sur un filet permettant la récolte des animaux semi-planctoniques des herbiers de Posidonies .....	453
<i>Table des matières</i> (sér. B, Océanographie) .....	457
Alain THIRIOT. — Couches diffusantes en Méditerranée occidentale .....	113
Alain THIRIOT. — Cf. JACQUES.	
Catherine THIRIOT-QUIÉVREUX. — Variations saisonnières qualitatives des Gastéropodes dans le plancton de la région de Banyuls-sur-Mer (Novembre 1965 - Novembre 1966) .....	331
Annie VIDAL. — Etude des fonds rocheux circalittoraux le long de la côte du Roussillon .....	167

# RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

---

Les auteurs sont priés de se conformer aux indications suivantes :

## 1) TEXTE :

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sur le recto seulement de feuilles numérotées, seront présentés sous leur forme définitive. Les noms propres doivent être en capitales, ou soulignés d'un double trait, les noms scientifiques (familles, genres et espèces ou sous-espèces) d'un seul trait.

Le titre du manuscrit doit être suivi du prénom usuel et du nom du ou de chacun des auteurs, ainsi que de l'adresse du Laboratoire dans lequel a été effectué le travail. Deux résumés, l'un en français, l'autre en anglais, doivent obligatoirement figurer à la fin du texte; ils seront conformes au Code du bon usage en matière de publications scientifiques (UNESCO/NS/177).

Les références bibliographiques seront groupées à la fin du texte dans l'ordre alphabétique des noms d'auteurs; elles doivent être conformes au modèle suivant :

FOREST, J. and L.-B. HOLTHUIS, 1960. The occurrence of *Scyllarus pygmaeus* (Bate) in the mediterranean. *Crustaceana*, 1 (2) : 156-163, 1 fig.

PRUVOT, G., 1895a. Coup d'œil sur la distribution générale des Invertébrés dans la région de Banyuls (golfe du Lion). *Archs Zool. exp. gén.*, (3) 3 : 629-658, 1 pl.

Le titre des périodiques doit être abrégé d'après les règles internationales (*World list of scientific periodicals*, 4<sup>e</sup> édition).

## 2) ILLUSTRATIONS :

Les dessins devront être exécutés à l'encre de Chine sur papier calque assez fort, bristol, carte à gratter, papier millimétré bleu. Lettres et chiffres seront soigneusement écrits, et suffisamment grands pour qu'ils demeurent lisibles après la réduction. Les clichés photographiques seront en principe reproduits sans réduction, soit au format de 105 × 160 mm environ.

Le numéro d'ordre des figures sera indiqué au crayon bleu sur les originaux ou au dos des clichés photographiques. Le texte des légendes sera placé à la fin du manuscrit sur feuilles séparées, et non sur les figures.

## 3) EPREUVES ET TIRÉS A PART :

Un jeu d'épreuves accompagné du manuscrit est envoyé aux auteurs, qui doivent retourner l'ensemble après correction dans les meilleurs délais.

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

IMPRIMERIE  
LOUIS-JEAN  
— GAP —

Le Directeur de la publication : P. DRACH

---

Dépôt légal : N° 4348 — Date de parution : Février 1968

N° d'impression : 99 - 1968