

# VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

---

VOLUME XXIII

ANNÉE 1972-73

FASCICULE 2-B

---

## SOMMAIRE

Jean-Claude ALOÏSI & Henri GOT. Notice explicative de la carte sédimentologique de Rosas au 1/100 000 .....	183
Patrick GEISTDOERFER. Etude granulométrique des particules en suspension dans les eaux de mer méditerranéennes .....	193
Claude RAZOULS & Alain THIRIOT. Données quantitatives du mésoplancton en Méditerranée occidentale (saisons hivernales 1966-1970) .....	209
Alain THIRIOT. Les Cladocères de Méditerranée occidentale. III. Cycle et répartition à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). Synthèse des années 1965-1969 .....	243
Michel BHAUD. Liaisons entre la répartition spatiale du plancton, les méthodes de prélèvement et l'interprétation des variations mensuelles .....	297
Nabil MOUNEIMNÉ. Contribution à l'étude des Diatomées des fonds meubles vaseux de Banyuls-sur-Mer. 1. Données hivernales .....	323
Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE & Jeanete RAMOS. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole .....	335

SÉRIE PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS  
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

---

MASSON & Cie

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

*Publication bimestrielle*



# VIE ET MILIEU

---

## BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

UNIVERSITÉ DE PARIS — BIOLOGIE MARINE

---

**Vie et Milieu** paraît par fascicules séparés tous les deux mois. Chaque volume annuel comprenant six fascicules, contient environ 1200 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. J. SOYER, 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), M. GABE (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), O. TUZET (Montpellier, France), E. VIVIER (Lille, 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), L. LAUBIER (C.O.B., Brest, France), R. MARGALEF (Barcelone, Espagne), J.M. PÉRÈS (Marseille, France), J. POCHON (Paris, France).

#### Série C : Biologie terrestre

A. 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) ..... 100,00 FF

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

Autres pays ..... 118,00 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 ..... 20,00 FF

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



# VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

---

VOLUME XXIII

ANNÉE 1972-73

FASCICULE 2-B

---

## SOMMAIRE

Jean-Claude ALOÏSI & Henri GOT. Notice explicative de la carte sédimentologique de Rosas au 1/100 000 .....	183
Patrick GEISTDOERFER. Etude granulométrique des particules en suspension dans les eaux de mer méditerranéennes .....	193
Claude RAZOULS & Alain THIRIOT. Données quantitatives du mésoplancton en Méditerranée occidentale (saisons hivernales 1966-1970) .....	209
Alain THIRIOT. Les Cladocères de Méditerranée occidentale. III. Cycle et répartition à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). Synthèse des années 1965-1969 .....	243
Michel BHAUD. Liaisons entre la répartition spatiale du plancton, les méthodes de prélèvement et l'interprétation des variations mensuelles .....	297
Nabil MOUNEIMNÉ. Contribution à l'étude des Diatomées des fonds meubles vaseux de Banyuls-sur-Mer. 1. Données hivernales .....	323
Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE & Jeanete RAMOS. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole .....	335

SÉRIE PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS  
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

---

MASSON & Cie

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

*Publication bimestrielle*







**NOTICE EXPLICATIVE  
DE LA CARTE SÉDIMENTOLOGIQUE DE ROSAS  
AU 1/100.000**

par Jean-Claude ALOÏSI et Henri GOT

*Centre de Recherches de Sédimentologie Marine, 66000 - Perpignan  
Laboratoire Arago, 66650 Banyuls-sur-Mer*

**SOMMAIRE**

Les auteurs dressent la carte sédimentologique des sédiments sur le plateau continental catalan (Espagne). Ils distinguent 3 secteurs caractérisés selon des critères granulométriques, minéralogiques et dynamiques et mettent l'accent sur le rôle de la tectonique.

**1. — INTRODUCTION**

Le plateau continental intéressé par la feuille de Rosas se situe au large de la plaine à remplissage néogène de l'Ampurdan, elle-même limitée au nord par les Pyrénées et au sud par le massif paléozoïque des Gavarres, contrefort de la chaîne catalane.

A chacune de ces unités correspondent des morphologies côtières et sous-marines bien individualisées. Le faible gradient bathymétrique de la plateforme continentale au large de l'Ampurdan, devient plus fort au niveau des côtes rocheuses découpées dans les schistes et gneiss pyrénéens et catalans.

Deux vallées sous-marines parallèles entaillent la portion de plateau cartographiée : le « Rech » du Cap Creus au nord et le canyon de la Fonera au sud. Morphologiquement, ces deux vallées sont différentes : au nord l'entaille est étroite, le profil en V, alors qu'au sud la vallée est plus large avec un profil transversal en U.



Entre les deux canyons s'étend un large glacis qui s'infléchit progressivement vers le talus. Bien que d'apparence monotone, ce plateau cache une vallée sous-marine au droit de la Escala, totalement remblayée actuellement. Ce fait morpho-structural a été mis en évidence par la sismique continue.

## II. — MÉTHODES ET TECHNIQUES

Les prélèvements ponctuels sont effectués à la benne (Van Veen et Shipeck) au carottier à piston, type « Kullenberg »; leur fréquence est guidée par les changements plus ou moins rapides de la lithologie. La maille est d'environ 2 milles. Près de la côte, où les faciès présentent des variations rapides, elle est plus serrée. Les stations sont repérées au radar. La précision est de l'ordre de 50 à 200 mètres. Lors de l'établissement de la carte, nous avons utilisé les renseignements, résultats et indications fournis par les plongées en soucoupe (SP 300) effectuées par les chercheurs du Laboratoire Arago de Banyuls-sur-mer.

Les techniques d'études et de représentation cartographique préconisées dans la « notice pour servir à l'établissement de la carte des dépôts meubles » mise au point par le groupe de normalisation de la carte des fonds marins du B.R.G.M., servent de base à notre figuration. Quelques modalités particulières sont introduites du fait de la finesse des sédiments et de la corrélation avec les cartes voisines (Argelès-sur-mer et Perpignan). Ces différences résident essentiellement dans les points suivants :

- teneur en pélites (fraction granulométrique inférieure à 40  $\mu$ ) calculée sur le sédiment total brut;
- catégories sédimentaires définies à partir de 3 pôles :
  - sablons 200 - 40  $\mu$
  - sables fins 500 - 200  $\mu$
  - sables moyens, grossiers et graviers 20 mm - 500  $\mu$
- cailloutis, objets d'une figuration spéciale;
- teneur en carbonates calculée sur la fraction 40  $\mu$  - 20 mm.

## III. — DISTRIBUTION DES FACIÈS

L'examen de la carte fait apparaître que les sédiments fins, très argileux (plus de 75 % de fraction inférieure à 40  $\mu$ ) dominant.



Deux zones échappent à cette constatation :

— la première correspond au secteur littoral jusqu'à l'isobathe - 40 m;

— la seconde forme une invagination qui, du Cap Creus, s'étend en s'élargissant vers le sud jusqu'au niveau du Ter; la teneur en pélites décroît jusqu'à 25 % du sédiment total. Au-delà de l'isobathe 350 mètres, les pourcentages de 90 % sont le fait général.

### 3.1. LES SABLES.

3.1.1. dans les zones à forte concentration en argile précédemment définies, la fraction sableuse des sédiments est exclusivement formée de sablons micacés, très fins (de 40 à 100  $\mu$ ) bien classés.

3.1.2. les sables littoraux sont généralement fins, même au niveau de la côte rocheuse. Seuls, quelques points isolés, centrés autour des pointements de socle ou dans les criques montrent des sédiments plus grossiers dont la taille n'excède cependant pas 5 mm.

On ne retrouve pas les formations infralittorales de la côte française, caractéristiques des cartes d'Argelès-sur-mer et Perpignan. Toutefois, il est certain qu'elles existent ennoyées sous la couverture vaseuse récente, car des carottes les ont recoupées.

3.1.3. les formations de la zone externe du plateau correspondent aux « sables du large » définis dans les secteurs plus septentrionaux, avec une extension plus réduite.

Ils renferment les catégories sédimentaires suivantes :

- graviers S 1 en deux points au sud-est du Cap Creus;
- sables graveleux S 2 autour des affleurements précédents;
- sables hétérométriques S 1/5; leur distribution en surface forme une langue partant du Cap Creus et orientée NNW-SSE;
- sables fins S 4, souvent bimodaux qui terminent cette invagination.

Les formations détritiques du large sont granulométriquement moins bien définies que sur le plateau roussillonnais où les sables fins bien classés (S 3) sont dominants.

Il faut en voir la cause dans la multiplicité d'origine de cette langue :

— au nord il est vraisemblable que les sables infralittoraux en constituent l'essentiel;

— dans la zone moyenne ce sont les sables reliques proprement dits;



— dans le secteur externe apparaissent certainement des « sables de bord des canyons » définis sur la feuille d'Argelès-sur-Mer comme des sédiments à faciès mixtes dus aux remaniements de témoins rocheux et de leur couverture coralligène;

— enfin la partie la plus méridionale est formée de sables fins et de sablons d'âge certainement antérieur (Würm) caractérisés par la présence de glauconie, inexistante dans les catégories précédentes.

Ce mélange d'unités par ailleurs bien définies est dû à la faible largeur du plateau au nord et aussi au fort gradient bathymétrique.

Il n'existe aucun niveau de cailloutis.

### 3.2. LES CARBONATES.

Les concentrations maximales se situent dans la zone au sud de l'affleurement des sables du large; les teneurs peuvent y excéder 75 %. Ce sont des carbonates d'origine essentiellement organogène.

Les secteurs côtiers en sont presque dépourvus, hormis la zone au sud du Cap Creus abritée des courants, où l'activité biologique coralligène est intense, ainsi que sur la bordure du massif calcaire de Montgri où les teneurs légèrement plus élevées que la moyenne peuvent s'expliquer par le démantèlement de la côte.

Les teneurs les plus courantes oscillent entre 25 et 50 %.

## IV. — INTERPRÉTATION

La distribution des faciès, telle qu'elle apparaît sur la carte, rend compte des étapes de l'évolution paléogéographique du quaternaire récent.

4.1. Les vases terrigènes qui constituent le remplissage de la portion interne du plateau, sont contemporaines du maximum transgressif flandrien; elles reposent sur un substrat sableux et graveleux qui constitue le réflecteur acoustique des relevés au sondeur de vase.

Ce sont des vases jaunes, collantes, à turritelles, riches en eau ce qui explique l'aspect rubané qu'elles présentent sur les enregistrements au sondeur de vase (fig. 1).



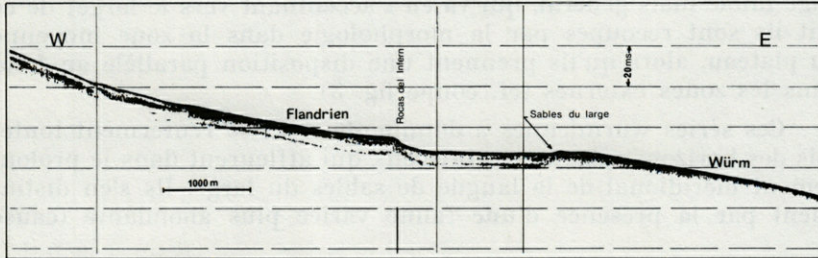


FIG. 1. — Relevé au sondeur de vase.

Les vases flandriennes, d'apparence rubanée, reposent sur un substratum dur (graveleux et sableux). Après l'affleurement des sables du large, les vases sablonneuses würmiennes forment une séquence sans réflecteur.

Leur épaisseur est très variable, le maximum de puissance se situe au centre des bassins du Haut-Ampurdan (embouchure des rivières Muga et Fluvia) et du Bas-Ampurdan (Ter), séparés par une dorsale au droit du massif de Montgri (fig. 2).

Le bassin septentrional comporte 20 mètres de vases, alors que le méridional n'en possède que la moitié.

4.2. Les affleurements grossiers qui percent cette couverture vaseuse sont des niveaux fossiles maintenus à l'affleurement par des conditions hydrodynamiques favorables; les plongées en soucoupe au SE du Cap Creus, ont montré l'existence, par 140 mètres de fond, de courants dont la vitesse a pu être évaluée à 2 nœuds.

Ces niveaux sableux sont, vers la côte, recouverts par la vase. Ils témoignent de la remontée flandrienne avec un assez long stade de stationnement à 90-95 mètres et un autre arrêt à 40 mètres.

Ultérieurement, l'ensemble de la zone, entre les deux canyons, a basculé par le jeu des failles qui suivent les canyons. Ce qui explique que ces niveaux se rencontrent à des profondeurs supérieures à celles du plateau roussillonnais.

4.3. Les vases grises silteuses apparaissent au-delà du détritique du large lorsqu'il existe à l'affleurement. Dans le secteur méridional, elles sont directement recouvertes par les vases jaunes flandriennes.

L'âge de cette formation a été défini par A. MONACO *et al.* (1972); il est antérieur à 18 000 ans, c'est-à-dire Würmien.

Ces niveaux sont maintenus à l'affleurement dans les zones à faible taux de sédimentation post-glaciaire. Ils présentent un pen-



dage faible mais général, qui va en s'accroissant vers le large; de ce fait ils sont recoupés par la morphologie dans la zone moyenne du plateau, alors qu'ils prennent une disposition parallèle au fond dans les zones externes (cf. coupe fig. 3).

Ces séries würmiennes à dominante vaseuse renferment toutefois des horizons sableux et graveleux qui affleurent dans le prolongement méridional de la langue de sables du large. Ils s'en distinguent par la présence d'une faune variée plus abondante (cause

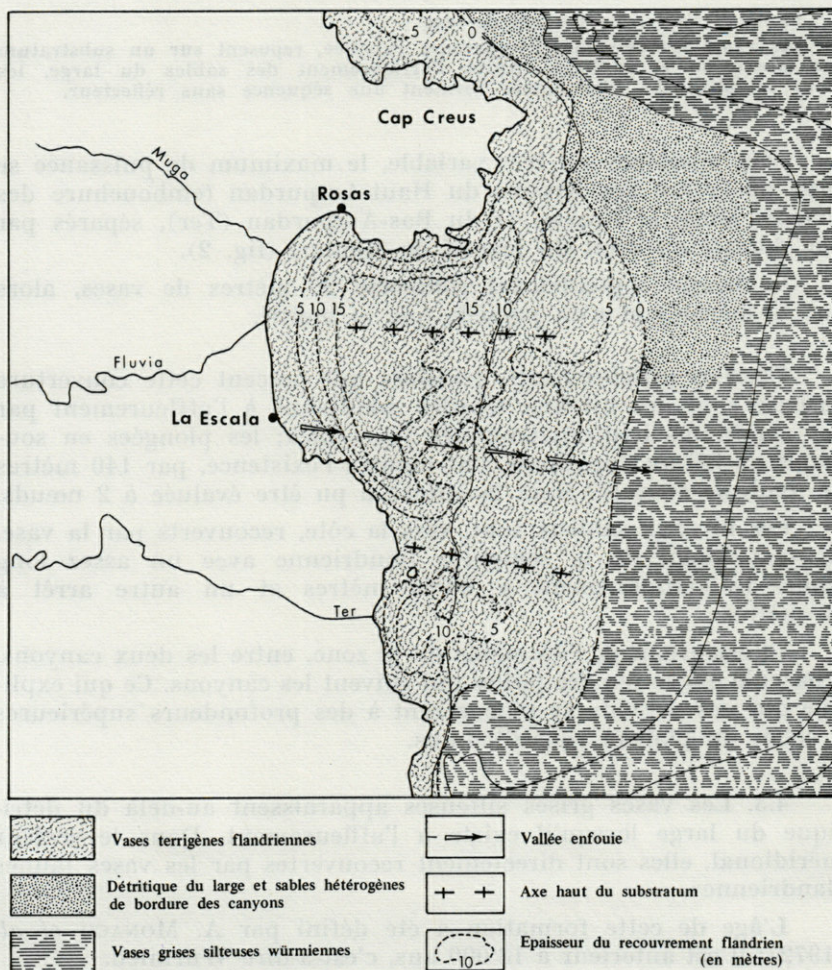


FIG. 2. — Schéma synthétique de la distribution des faciès en relation avec leur genèse.



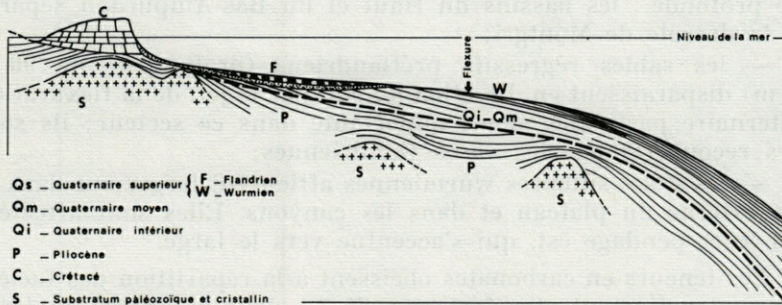


FIG. 3. — Coupe structurale interprétative des profils sismiques.

La discordance des formations würmiennes avec le fond ou les niveaux flandriens disparaît vers le large par le jeu de la flexure continentale.

des fortes teneurs en carbonates) et de grains de glauconie qui donnent aux fractions sableuses une teinte verdâtre.

Il faut également rattacher à cette série les « Rocas del Infern » bien connues des pêcheurs et qui ne figurent pas sur la carte car elles n'affleurent pas; elles sont recouvertes d'une pellicule vaseuse (profil mud-penetrator, fig. 1), et forment dans la partie moyenne du plateau une crête ennoyée sous la couverture flandrienne. Il s'agit d'une morphologie ancienne résultant d'une érosion différentielle de niveaux graveleux au cours de la régression de la fin du Würm.

Le Würm est entaillé par les canyons; on n'a pas retrouvé de niveau antérieur de cet âge, vraisemblablement par le fait de phénomènes de glissement sur les flancs des vallées et d'accumulation dans les talwegs.

La répartition et le maintien à l'affleurement de faciès d'origine et d'âge variés résultent des mécanismes de la sédimentation actuelle et des phénomènes tectoniques récents.

Les témoins les plus anciens sont datés du Würm, dernier épisode régressif des oscillations plio-quaternaires.

## RÉSUMÉ

Le plateau continental catalan présente à l'affleurement 3 unités sédimentaires appartenant à plusieurs épisodes du Quaternaire récent; de la côte vers le large on peut distinguer :

— les vases jaunes flandriennes dont les variations d'épaisseur font apparaître l'existence de deux bassins en liaison avec la struc-



ture profonde : les bassins du Haut et du Bas-Ampurdan séparés par la dorsale de Montgri;

— les sables régressifs préflandriens (profondeur de 90 à 110 m) disparaissent en direction du sud par le jeu de la flexuration quaternaire particulièrement importante dans ce secteur; ils sont alors recouverts par les vases flandriennes;

— les vases silteuses würmiennes affleurent largement dans la zone externe du plateau et dans les canyons. Elles sont affectées d'un léger pendage est, qui s'accroît vers le large.

Les teneurs en carbonates obéissent à la répartition des faciès; elles sont nettement plus fortes (> 75 %) dans les sables du large qui représentent d'anciens littoraux.

L'incidence de la nature pétrographique du rivage (côte calcaire des Montgri) reste assez faible et localisée.

La distribution des faciès résulte des actions conjuguées des mécanismes de la sédimentation récente et de la néotectonique.

#### SUMMARY

The catalan continental shelf shows three bassetting sedimental units belonging to several episodes of the recent Quaternary; from the coast towards offshore, one can differentiate :

— the flandrian yellow muds. The difference in thickness points to the existence of two basins bound to the deep structure : the basins of the High and Low Ampurdan, separated by the Montgri ridge;

— the regressive pre-flandrian sands (90 to 110 m depth) disappearing towards the South in connexion with the quaternary flexuration that is very important in this area; they are then covered by the flandrian muds;

— the würmian silty muds bassetting strongly in the outer zone of the shelf and in the canyons. They show a slight eastward dip increasing towards off shore.

The relative amounts of carbonates depend on the distribution of the facies; they are higher (> 75 %) in the off shore sands representing ancient shores.

The petrographic influence of the shore (calcareous coast of the Montgri) is weak and localized.

The distribution of the facies results of the combined effect of the recent sedimentation and the neo-tectonics.



## ZUSAMMENFASSUNG

Der katalanische Kontinentalsockel weist drei zutage liegende Sedimenteinheiten auf, die verschiedenen Perioden des jüngsten Quartär angehören; von der Küste meerwärts lassen sich folgende Einheiten unterscheiden :

— die gelben flandrischen Schlamme, deren unterschiedliche Mächtigkeit zwei Becken erkennen lassen : die Becken des Oberen und des Unteren Ampurdan, die durch den Rücken von Montgri getrennt sind;

— die zurückweichenden präflandrischen Sande (Tiefe 90 - 110 m) verschwinden südwärts im Zusammenhang mit der Quartär-Flexur, die in diesem Sektor besonders ausgeprägt ist; sie sind zunehmend von flandrischen Schlammern bedeckt;

— die Würm-Schlicke liegen ausgedehnt in der äusseren Zone des Kontinentalsockels und in den Canyons zutage. Gegen Osten und besonders seewärts fallen sie leicht ab.

Die Karbonatgehalte richten sich nach der Fazies-Verteilung; sie sind deutlich höher (> 75 %) in den küstenfernen Sanden, die alte Küstenzonen repräsentieren.

Das Auftreten von Material aus der heutigen Uferzone (Kalkküste von Montgri) ist ziemlich schwach und örtlich begrenzt.

Die Fazies-Verteilung ergibt sich aus den kombinierten Einflüssen der Rezent- Sedimentation und der Neotektonik.

## BIBLIOGRAPHIE

- GUILLE, A., 1965. Exploration en soucoupe plongeante Cousteau à l'entrée nord-est de la baie de Rosas (Espagne). *Bull. Inst. océanogr., Monaco*, 65 (1357) : 1-9.
- GOT, H. & A. MONACO, 1972. Carte géologique de la marge continentale Argelès-sur-Mer (feuille L25) BR 611.
- GOT, H. & O. LEENHARDT, 1972. Cartographie géologique sous-marine en Atlantique et en Méditerranée. *Rev. Hydrog. Int.*, 49 (2) : 129-135.
- MARS, P., J. MATHÉLY & J. PARIS, 1957. Remarques sur le gisement quaternaire sous-marin du Cap Creus. *C. r. hebd. séanc. Acad. Sci., Paris*, 244 : 1940-1942.
- MONACO, A., J. THOMMERET & Y. THOMMERET, 1972. L'âge des dépôts quaternaires sur le plateau continental du Roussillon (Golfe du Lion). *C. r. hebd. séanc. Acad. Sci., Paris*, 274 D : 2280-2283.
- OLIVER, M., 1961. Carta de Pesca de la Costa Nordeste de Cataluña. Instituto Español de Oceanografía.

Reçu le 29 novembre 1972



## ZUSAMMENFASSUNG

Der katalanische Kollidionalsockel weist drei zutage liegende Sedimentstufen auf, die verschiedenen Perioden des jüngsten Quartar angehören; von der Kruste nachwärts lassen sich folgende Einheiten unterscheiden:

— die gelben fluvialen Schotter, deren unterste Schicht Mischschutt zwei Becken erkennen lassen: die Becken des Oberen und des Unteren Aaroban, die durch den Rücken von Montagut getrennt sind;

— die zurückgeworbenen präglazialen Sande (Tufe 90-110 m) verschiedener Herkunft im Zusammenhang mit der Quartar-Flexur, die in diesem Sektor besonders ausgeprägt ist; sie sind zunehmend von fluvialen Sedimenten bedeckt;

— die Weirun-Schichten liegen nördlich in der äusseren Zone des Kollidionalsockels und in den Gargons zutage. Gegen Osten und besonders nachwärts fallen sie leicht ab.

Die Karbonatkonglomerate richten sich nach der Fazies-Verfolgung; sie sind deutlich höher (> 75 m) in den küstennahen Sanden, die alle Kalksanden repräsentieren.

Das Auftreten von Material aus der heutigen Eozäne (Kalk-Kraste von Montagut) ist ziemlich schwach und örtlich begrenzt.

Die Fazies-Verfolgung ergibt sich aus den kombinerten Einflüssen der flexen-Sedimentation und der Neokolon.

## BIBLIOGRAPHIE

- Borck, A., 1955. Exploración en sondeo pleistoceno Cansan a l'entorn nord-est de la base de Rozas (Tegayú). Bull. Inst. geológico, Montevideo (1957) : 1-9.
- Gov. H. & A. Novato, 1947. Geología geológica de la margen occidental de Argés-sur-Mer (Larida 135). BH 611.
- Gov. H. & G. Larnaud, 1973. Cartographie géologique sous-marine en Atlantique et en Méditerranée. Rev. Hydrog. (n. 49) : 129-132.
- Mans, P., E. Marroy & J. Rami, 1957. Remarques sur le gisement des terraces sommitales du Cap d'Orne. C. r. Acad. Scienc. Acad. Sci. Paris 244 : 1910-1913.
- Moraco, A., J. Thomasset & Y. Thomasset, 1972. L'âge des dépôts pleistocènes sur le plateau continental du Nord-Ouest (Golfe du Lion). C. r. Acad. Scienc. Acad. Sci. Paris, 274 D : 2389-2392.
- Quirós, M., 1961. Crata de l'axos de la Costa Nord-est de Catalunya. In: Hito Español de Oceanografía.



## ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE DES PARTICULES EN SUSPENSION DANS LES EAUX DE MER MÉDITERRANÉENNES

par Patrick GEISTDOERFER

*Laboratoire des Pêches d'Outre-Mer, Muséum national d'Histoire naturelle,  
57, rue Cuvier, 75005 - Paris*

### SOMMAIRE

Ce travail met en évidence que dans les eaux de mer méditerranéennes la distribution des particules en suspension est très uniforme mais que cette distribution peut être modifiée, notamment à proximité des côtes sous l'influence des apports terrestres.

L'ensemble des particules non vivantes, organiques ou non, en suspension dans l'eau de mer constitue le seston. L'origine de ces particules est détritique : détritiques d'origine organique (végétale ou animale) ou détritiques provenant de la dégradation de la croûte terrestre (sédiments en suspension, apports éoliens et, près des côtes, apports des eaux de ruissellement et des fleuves). Le seston se présente sous forme de petites particules plus ou moins sphériques ou d'agrégats irréguliers de dimensions variables; il compose la majeure partie de la matière en suspension dans l'eau de mer (HAGMEIER, 1960; KREY, 1956).

Les animaux filtreurs du plancton et du benthos trouvent dans le seston une part non négligeable de leur nourriture (LOHMANN, 1908; MARSHALL, 1923; FOX, 1950-1957) et un milieu riche en particules offre également un terrain favorable au développement des bactéries (ZO BELL,



1950). Lors des mesures de certaines propriétés optiques, le rôle joué par les suspensions est important et la connaissance de leur nature et de leur taille facilite la compréhension de ces mesures.

## I. — MÉTHODE D'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES PARTICULES EN SUSPENSION DANS L'EAU DE MER

Les méthodes utilisées pour étudier les particules en suspension dans l'eau de mer sont très variées, souvent délicates; elles se complètent les unes les autres. Aucune n'est universelle et ne peut couvrir en totalité leur gamme de dimensions qui est très étendue : mesures directes de tailles (GILLBRICHT, 1951), analyse individuelle au microscope notamment sur des filtres rendus transparents (GOLBERG, BAKER & FOX, 1952; McNABB, 1960...), centrifugation (LOHMANN, 1908), filtrations (STRICKLAND & PARSONS, 1965), mesures optiques (JERLOV, 1951, 1955...).

Les courbes présentées ici ont été obtenues par une méthode d'analyse quantitative immédiate du seston qui permet l'étude granulométrique de toutes les particules plus denses que l'eau de mer, dans leur milieu naturel, sans préparation préalable et sans faire intervenir leurs caractéristiques physico-chimiques et celles du milieu (GEISTDOERFER, 1969a).

Les échantillons d'eau ont été prélevés avec des bouteilles à renversement, fixés immédiatement par addition de formol 40 % et conservés dans des flacons en verre hermétiquement fermés. De retour au laboratoire, 100 cm<sup>3</sup> de chaque prise ont été mis à sédimenter, pendant 24 heures, dans des tubes cylindriques à fond transparent. Le « culot » de sédimentation a ensuite été observé au microscope inversé Zeiss selon la méthode d'Utermöhl (1931) et photographié. L'analyseur de dimensions de particules Zeiss TGZ 3 (F. ENDTER et GEBAUER, 1956) a permis, à partir des photographies, de dénombrer les éléments figurés du seston : 300 à 600 particules furent effectivement comptées pour chaque prise d'eau.

L'expérience a montré que cette méthode permet des mesures précises et exactes de la répartition des particules en suspension dans l'eau de mer, comprises entre 0,8 et 50 microns.

## II. — RÉSULTATS

Les eaux étudiées ont été recueillies au cours de deux missions en Méditerranée, l'une du 4 juillet au 4 août 1966, à bord du N.O. Calypso dans le canal de Sicile, l'autre du 12 mars au 3 avril 1967, à bord du N.O. Amalthée en Méditerranée orientale et centrale (GEISTDOERFER, 1969b).



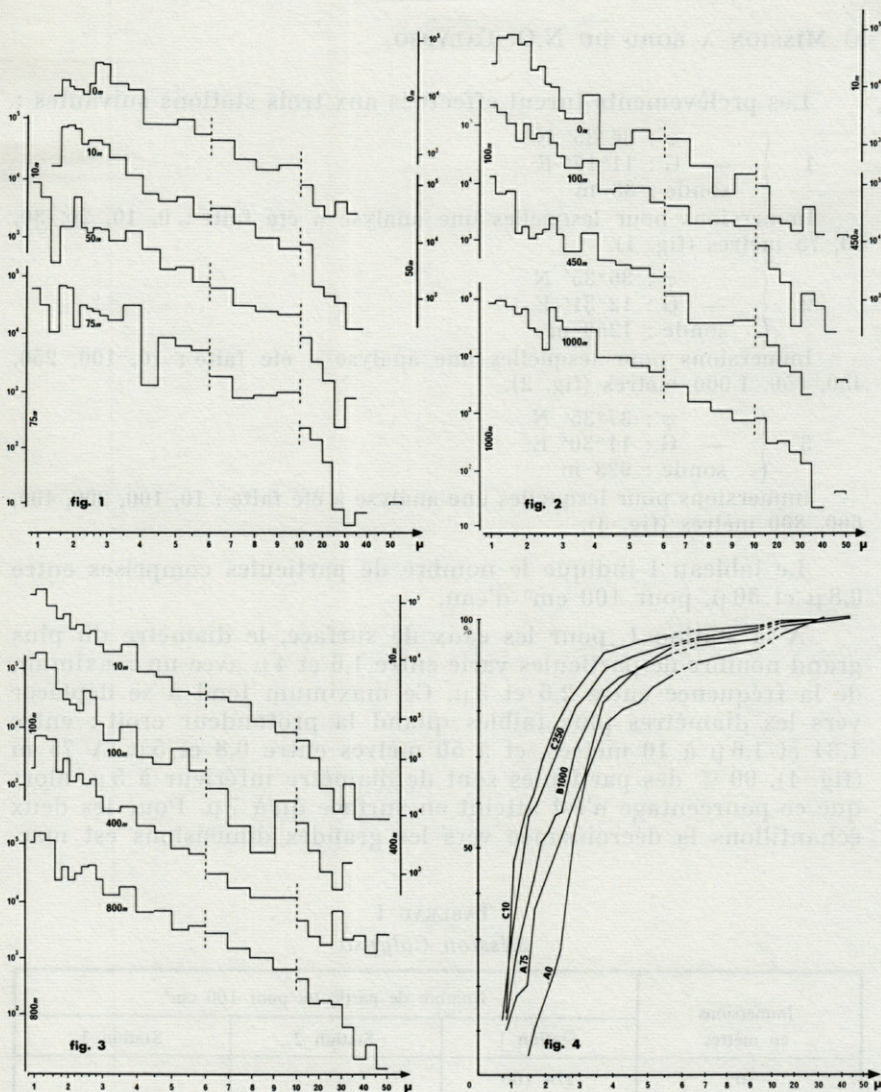


FIG. 1, 2, 3, 4. — Mission Calypso.

FIG. 1. — Station Calypso 1; FIG. 2. — Station Calypso 2; FIG. 3. — Station Calypso 3.

Courbes de répartition de particules en fonction de leur taille pour 100 cm<sup>3</sup>, aux stations de la mission Calypso. Les diamètres en  $\mu$  sont portés linéairement en abscisses (avec rupture d'échelle à 6  $\mu$  et à 10  $\mu$ ) et le logarithme décimal de la fréquence en ordonnée.

FIG. 4. — Courbe A : station 1 (0 et 75 m); courbe B : station 2 (1000 m); courbe C : station 3 (10 et 250 m).

Nombres de particules exprimés en pourcentages cumulés, en fonction du diamètre en  $\mu$ , le nombre total de particules de chaque échantillon est pris égal à 100.



## a) MISSION A BORD DU N.O. CALYPSO.

Les prélèvements furent effectués aux trois stations suivantes :

$$1 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 36^{\circ}35' \text{ N} \\ \text{— } G : 11^{\circ}17' \text{ E} \\ \text{sonde : 83 m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 0, 10, 20, 30, 50, 75 mètres (fig. 1).

$$2 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 36^{\circ}35' \text{ N} \\ \text{— } G : 12^{\circ}31' \text{ E} \\ \text{sonde : 1250 m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 10, 100, 250, 450, 650, 1 000 mètres (fig. 2).

$$3 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 37^{\circ}35' \text{ N} \\ \text{— } G : 11^{\circ}30' \text{ E} \\ \text{sonde : 923 m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 10, 100, 200, 400, 600, 800 mètres (fig. 3).

Le tableau I indique le nombre de particules comprises entre  $0,8 \mu$  et  $50 \mu$ , pour  $100 \text{ cm}^3$  d'eau.

A la station 1, pour les eaux de surface, le diamètre du plus grand nombre de particules varie entre  $1,6$  et  $4 \mu$  avec un maximum de la fréquence entre  $2,6$  et  $3 \mu$ . Ce maximum tend à se déplacer vers les diamètres plus faibles quand la profondeur croît : entre  $1,34$  et  $1,6 \mu$  à 10 mètres, et à 50 mètres entre  $0,8$  et  $5 \mu$ . A 75 m (fig. 4), 90 % des particules sont de diamètre inférieur à  $5 \mu$ , alors que ce pourcentage n'est atteint en surface qu'à  $7 \mu$ . Pour les deux échantillons la décroissance vers les grandes dimensions est mar-

TABLEAU I  
*Mission Calypso*

Immersion en mètres	Nombre de particules pour $100 \text{ cm}^3$		
	Station 1	Station 2	Station 3
0	274 100		
10	697 000	541 000	1 086 800
50	503 700		
75	677 700		
100		1 139 200	920 800
400			1 239 600
450		719 400	
800			794 900
1000		904 300	



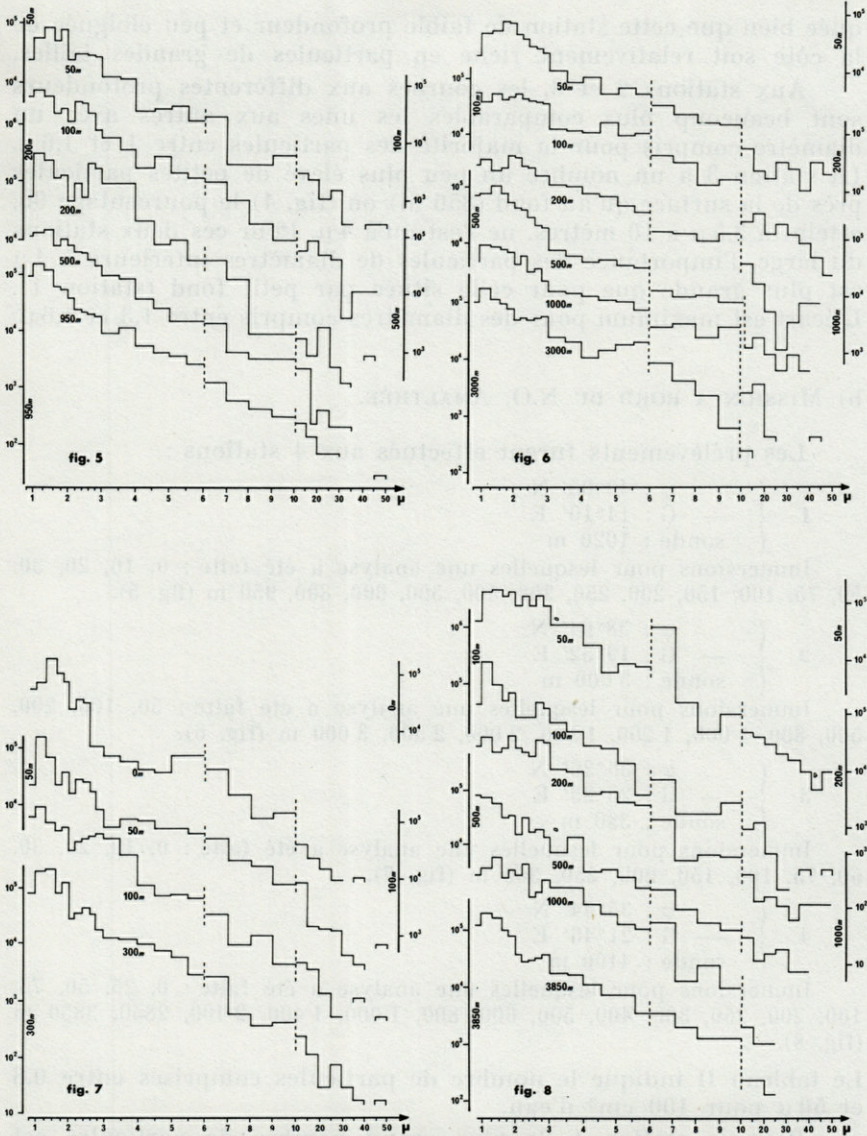


FIG. 5, 6, 7, 8. — Mission Amalthée.

FIG. 5. — Station Amalthée 1; FIG. 6. — Station Amalthée 2; FIG. 7. — Station Amalthée 3; FIG. 8. — Station Amalthée 4.

Courbes de répartition des particules en fonction de leur taille pour 100 cm<sup>3</sup> aux stations de la mission Amalthée.



quée bien que cette station de faible profondeur et peu éloignée de la côte soit relativement riche en particules de grandes tailles.

Aux stations 2 et 3, les courbes aux différentes profondeurs sont beaucoup plus comparables les unes aux autres avec un diamètre compris pour la majorité des particules entre 1 et 1,6  $\mu$ . La station 3 a un nombre un peu plus élevé de petites particules près de la surface qu'au fond (850 m) où (fig. 4) le pourcentage 90, atteint à 3,5  $\mu$  à 10 mètres, ne l'est qu'à 4  $\mu$ . Pour ces deux stations du large, l'importance des particules de diamètres inférieurs à 4  $\mu$  est plus grande que pour celle située par petit fond (station 1). L'écart est maximum pour des diamètres compris entre 1,3 et 1,6  $\mu$ .

#### b) MISSION A BORD DU N.O. AMALTHÉE.

Les prélèvements furent effectués aux 4 stations :

$$1 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 40^{\circ}05' \text{ N} \\ \text{--- G : } 14^{\circ}10' \text{ E} \\ \text{sonde : } 1020 \text{ m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 950 m (fig. 5).

$$2 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 38^{\circ}04' \text{ N} \\ \text{--- G : } 19^{\circ}52' \text{ E} \\ \text{sonde : } 3\ 600 \text{ m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 50, 100, 200, 500, 800, 1 000, 1 200, 1 500, 2 000, 2 500, 3 000 m (fig. 6).

$$3 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 36^{\circ}26' \text{ N} \\ \text{--- G : } 25^{\circ}23' \text{ E} \\ \text{sonde : } 380 \text{ m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300 m (fig. 7).

$$4 \left\{ \begin{array}{l} \varphi : 35^{\circ}44' \text{ N} \\ \text{--- G : } 21^{\circ}46' \text{ E} \\ \text{sonde : } 4100 \text{ m} \end{array} \right.$$

Immersion pour lesquelles une analyse a été faite : 0, 25, 50, 75, 100, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1 000, 1 400, 2 400, 2 850, 3 850 m (fig. 8).

Le tableau II indique le nombre de particules comprises entre 0,8 et 50  $\mu$  pour 100 cm<sup>3</sup> d'eau.

Pour la station 1, le plus grand nombre de particules est compris entre 1,34  $\mu$  et 2,4  $\mu$  à 50 mètres, entre 0,8  $\mu$  et 2,4  $\mu$  à 500 et 950 mètres avec un maximum pour la classe 1 à 1,34  $\mu$ . Il semble qu'il y ait comme à la station « Calypso 1 », une importance relative croissante de particules de faibles dimensions lorsque la profondeur augmente, ce qui apparaît bien sur les courbes en pourcentages cumulés (fig. 9 A) des immersions 50, 500 et 950 mètres.



TABLEAU II  
Mission Amalthée

Immersion en mètres	Nombre de particules pour 100 cm <sup>3</sup>			
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
0			920 000	
50	556 400	689 000	532 300	1 768 400
100	655 700	714 300	1 269 900	1 009 900
200	2 268 800	564 900		454 800
300			1 261 200	
500	1 046 100	722 500		559 600
950	799 000			
1000		752 600		772 000
3000		1 230 300		
3850				1 270 900

Cette décroissance régulière du nombre des grandes particules par rapport à celui des petites est moins nette à la station 2. Les maxima se situent entre 1,6 et 2  $\mu$  à 50 m, 1,34 et 1,6  $\mu$  à 500 m, 1 et 1,34  $\mu$  à 1 000 et 3 000 m; à 50, 100 et 200 mètres, la fraction de grandes tailles est plus importante qu'aux autres immersions. Les courbes en pourcentages cumulés sont très voisines; les eaux de 1 000 et 3 000 m montrent un pourcentage moindre de particules de faibles diamètres : près de 20 % sont supérieures à 4  $\mu$  (fig. 9 B).

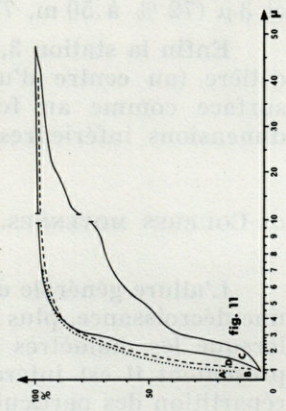
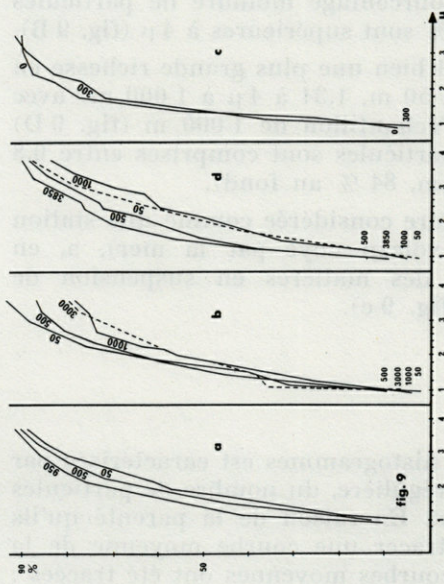
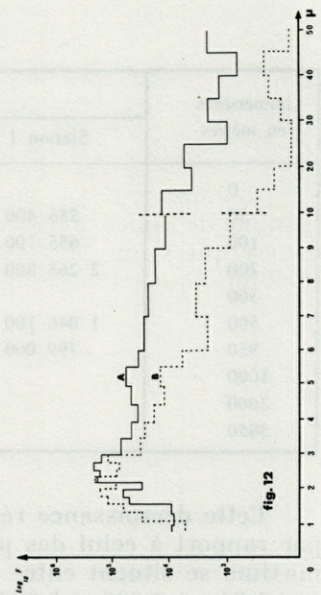
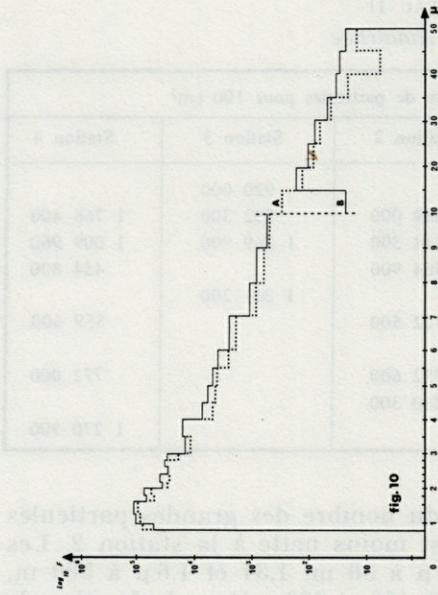
Si les eaux de la station 4 ont bien une plus grande richesse en particules fines (classes 1 à 3  $\mu$  à 50 m, 1,34 à 4  $\mu$  à 1 000 m) avec un maximum pour 1,34 - 1,6  $\mu$ , l'échantillon de 1 000 m (fig. 9 D) se distingue : à peine 70 % des particules sont comprises entre 0,8 et 3  $\mu$  (72 % à 50 m, 77 % à 500 m, 84 % au fond).

Enfin la station 3, qui peut être considérée comme une station côtière (au centre d'un ancien volcan noyé par la mer), a, en surface comme au fond, 90 % des matières en suspension de dimensions inférieures à 3,5  $\mu$  (fig. 9 c).

#### c) COURBES MOYENNES.

L'allure générale de tous ces histogrammes est caractérisée par une décroissance, plus ou moins régulière, du nombre de particules lorsque les diamètres augmentent. En raison de la parenté qu'ils présentent il est intéressant de tracer une courbe moyenne de la répartition des particules. Deux courbes moyennes ont été tracées : l'une pour les stations du canal de Sicile (fig. 10 A) et l'autre pour







celles de Méditerranée centrale et orientale (fig. 10 B); ces deux courbes sont très voisines.

Il apparaît que la classe  $1,3 \mu - 1,6 \mu$  est plus représentée, mais le fait le plus saillant est la prédominance nette des particules de petites tailles, 1 à  $3 \mu$ . 50 % des particules sont de diamètre inférieur ou égal à  $1,6 \mu$ , 90 % inférieur ou égal à  $4 \mu$  (fig. 11 A, B).

Le maximum  $1,3 \mu - 1,6 \mu$  est voisin de la limite inférieure de la gamme de dimensions étudiée; s'il permet de penser que la décroissance qui s'amorce continue lorsque les diamètres diminuent, il ne l'implique pas obligatoirement.

### III. — DISCUSSION

Des résultats de ce travail, pour l'ensemble des deux missions, en deux saisons différentes, on peut conclure que les eaux méditerranéennes se caractérisent par la dominance nette de la fraction fine des particules en suspension : 90 % des particules comprises entre  $0,8 \mu$  et  $50 \mu$ , sont de tailles inférieures à  $4 \mu$  (fig. 11).

#### 1) COMPARAISON AVEC DES TRAVAUX ANTÉRIEURS.

Il est difficile de comparer ces résultats à ceux déjà connus qui non seulement sont peu nombreux mais ne fournissent qu'un ordre d'idée car ils ont généralement été obtenus de façon indirecte.

FIG. 9, 10, 11, 12.

FIG. 9. — Mission Amalthée.

A : station Amalthée 1 (50, 500 et 950 m); B : station Amalthée 2 (50, 500, 1 000 et 3 000 m); C : station Amalthée 3 (50, 500, 1 000 et 3 850 m); D : station Amalthée 4 (0 et 300 m).

Nombres de particules exprimés en pourcentages cumulés, en fonction du diamètre, le nombre total de particules de chaque échantillon est pris égal à 100.

FIG. 10. — Courbe A : mission Calypso; courbe B : mission Amalthée. Courbes moyennes de répartition des particules en fonction de leurs tailles pour  $100 \text{ cm}^3$ .

FIG. 11. — Courbe A : mission Calypso courbe moyenne; courbe B : mission Amalthée courbe moyenne; courbe C : eau de la rade de Villefranche-sur-Mer avril 1966; courbe D : eau de la rade de Villefranche-sur-Mer août 1967.

Nombres de particules exprimés en pourcentages cumulés, en fonction du diamètre en  $\mu$ .

FIG. 12. — Courbe A : avril 1966; courbe B : août 1967.

Courbes de répartition de particules en fonction de leurs tailles pour  $100 \text{ cm}^3$ , d'eau de la rade de Villefranche-sur-Mer.



ATKINS, JENKINS et WARREN (1954) estiment que, dans la Manche, la plus grande partie des particules sont de diamètres inférieurs à 40  $\mu$ . BURT (1955) donne, pour la baie de Chesapeake, un diamètre moyen de 1,2  $\mu$ ; ces valeurs sont bien du même ordre de grandeur que celles trouvées ici, de même que celles de HANAOKA, FURUKAWA et NOGAMI (1960) ou de JERLOV (1955); celui-ci constate qu'il existe un maximum de particules pour les tailles de moins de 2  $\mu$  et que leur quantité diminue quand la taille augmente jusqu'à devenir très faible pour des dimensions supérieures à 20  $\mu$ .

Il faut noter le travail de GILLBRICHT (1951) dans la baie de Kiel pour laquelle, grâce à un analyseur de dimensions de particules, il fournit des répartitions de tailles à différentes profondeurs : à toutes les immersions, la classe de diamètre moyen 3,85  $\mu$ , la plus petite observée, est la plus représentée avec sa valeur maximum dans l'eau de fond, tandis que les suspensions supérieures à 20  $\mu$  ne représentent qu'une faible proportion du nombre total; résultats qui correspondent bien à ceux trouvés au cours de cette étude.

Mais la plupart des considérations sur la dimension des particules en suspension dans les eaux de mer proviennent de l'étude de leurs propriétés optiques, coefficient de diffusion de la lumière et taux de polarisation notamment.

OCHAKOVSKY (1966) trouve en Méditerranée une dominance de la classe 1 - 2,5  $\mu$ . Pour ATKINS et POOLE (1952), dans la Manche, l'essentiel de la diffusion est due à des particules de diamètres supérieurs à 1  $\mu$ , et pour JERLOV (1950) à celles entre 10 et 100  $\mu$  pour des eaux côtières. Il en ressort que la localisation géographique de la région où les stations sont faites détermine les différentes caractéristiques du matériel en suspension.

Les résultats de ce travail sont donc en accord avec les travaux antérieurs et les précisent.

## 2) INFLUENCE DE LA CÔTE.

La station *Calypso 1* située en une région peu profonde voisine de la côte tunisienne se distingue par rapport aux autres par sa richesse relative en suspensions de grands diamètres (4  $\mu$ ).

La comparaison de la courbe de population moyenne des particules présentes dans les eaux du large et de celles des particules d'une eau côtière, eau de la rade de Villefranche, fait apparaître chez cette dernière un déplacement des maxima vers les grandes tailles, entre 2,2 et 3  $\mu$  (fig. 12 A) et 1,6 et 3  $\mu$  (fig. 12 B), et surtout une diminution beaucoup moins marquée du nombre de particules quand les diamètres augmentent, en particulier pour l'échantillon



de printemps (fig. 12 A); la moitié seulement des particules est inférieure à  $5 \mu$  et le pourcentage de 90 n'est atteint qu'à  $20 \mu$  alors que la courbe moyenne donne pour les dimensions inférieures à  $5 \mu$ , 90 % et à  $1,6 \mu$ , 50 %.

Il faut remarquer, néanmoins, que les eaux de Santorin présentent des courbes de population analogues à celles des eaux du large.

Il faut aussi noter dans les eaux de la rade de Villefranche-sur-Mer le nombre total de particules pour  $100 \text{ cm}^3$  qui, dans les deux cas, dépasse le million (2 500 000 en avril 1966, 1 250 000 en août 1967); pour les eaux de haute mer, si la valeur 1 000 000 ou 1 200 000 est atteinte à plusieurs reprises, celle de 2 000 000 ne l'est qu'à 200 mètres à la station « *Amalthée 1* » et à 75 mètres à la station « *Amalthée 4* ». Les valeurs moyennes se situent entre 600 000 et 800 000.

Les courbes obtenues à partir des eaux de Villefranche sont nettement distinctes l'une de l'autre; l'échantillon du printemps est plus riche en matières en suspension que celui de l'été et l'importance de la fraction fine y est moindre. Ces changements dans la taille et l'abondance des particules peuvent être dus aux apports terrestres de natures différentes en ces deux saisons. De telles différences, au cours de l'année, ont été observées notamment par JERLOV (1953) dans un fjord et par PICKARD et GIOVANDO (1960) en Colombie britannique (maximum à  $20 \mu$  l'été, à  $8 \mu$  l'hiver).

On peut donc dire que quand on s'éloigne de la côte, le maximum se déplace vers les particules de petites tailles ( $0,8$  à  $2 \mu$ ), leur importance relative croît mais les eaux s'appauvrissent en matières en suspension.

La règle générale de répartition de tailles qu'expriment les deux courbes moyennes n'est valable que pour les eaux situées à quelque distance des côtes; elle est mise en défaut quand les influences terrestres dominent grâce à un apport de particules de grandes dimensions venues des rivages.

### 3) INFLUENCE DE LA PROFONDEUR.

Aux deux stations « *Calypso 1* » et « *Amalthée 1* » il semble que la proportion des particules de petits diamètres augmente avec la profondeur (fig. 1 et 5). BURT (1958) dans l'est de l'Océan Pacifique tropical, à partir de mesures de transmission de lumière, déduit que les eaux de surface contiennent des particules de plus grandes tailles que les eaux des profondeurs supérieures à 400 m, plus limpides, où du matériel fin (inférieur à  $0,4 \mu$ ) est surtout présent. ATKINS & POOLE (1952) avaient déjà constaté, dans la



Manche, que la diffusion de la lumière était plus intense en surface qu'au fond.

Les courbes de répartition des trois stations profondes de la mission « *Amalthée* » (1, 2, 4) montrent que le nombre de particules comptées pour des diamètres supérieurs à  $10\ \mu$  est réduit et il semble l'être d'autant plus que la profondeur est importante. Cette diminution de la fraction de grande taille est, cependant, peu prononcée.

#### IV. — CONCLUSIONS

Les résultats des mesures, effectuées sur des échantillons prélevés en différentes régions, montrent donc que pour toutes les eaux du large, si le nombre de particules est très variable de l'une à l'autre, l'allure générale des courbes de répartition de tailles est très uniforme. Les densités de tailles maximales se situent toujours dans les classes de diamètres les plus faibles et la décroissance du nombre des particules est toujours très marquée à partir de  $4\ \mu$ .

Pour la haute-mer, en Méditerranée, une courbe générale qui fournit, en fonction de leur taille, la répartition de ces particules peut donc être tracée. Elle traduit clairement, entre  $0,8\ \mu$  et  $50\ \mu$ , la dominance du matériel le plus fin; son maximum se situe à la classe de diamètre  $1,3\ \mu - 1,6\ \mu$ .

Les apports terrestres altèrent cette répartition; près des côtes le maximum est décalé vers les grandes tailles. En haute-mer, bien que moins importante que celle due à l'influence continentale, on observe aussi une variation des courbes de population: les plus grosses particules semblent se raréfier quand la profondeur croît.

#### RÉSUMÉ

L'étude granulométrique des particules en suspension dans les eaux de mer méditerranéennes a été réalisée au moyen d'un analyseur de dimensions de particules; elle a porté sur les particules comprises entre  $0,8$  et  $50\ \mu$  et sur des eaux provenant du canal de Sicile et des régions centrales et orientales de la Méditerranée.

Les distributions trouvées sont très comparables les unes aux autres, pour les eaux du large, et ont leur maximum à la classe diamètres  $1,3 - 1,6\ \mu$ . Il y a une nette prédominance du matériel de



petite taille : 50 % des particules sont de diamètres inférieurs ou égaux à  $1,6\ \mu$ , 90 % de diamètres inférieurs ou égaux à  $4\ \mu$ . Une courbe moyenne de répartition des particules en suspension a été établie.

Les eaux du large ont été comparées à celles de la rade de Villefranche-sur-Mer (eaux côtières). Il est apparu que la règle générale de répartition des diamètres n'existe plus à l'approche des côtes; dans la rade de Villefranche, 50 % des particules sont de diamètres inférieurs ou égaux à  $5\ \mu$ , 90 % des diamètres inférieurs ou égaux à  $20\ \mu$ .

Il semble enfin qu'il y ait une raréfaction des particules les plus grosses quand la profondeur croît.

### SUMMARY

The granulometric study of particles in suspension in the waters of the Mediterranean sea has been carried out using a particle size analyser. This study deals with particles ranging from  $0.8$  to  $50\ \mu$  and with the waters of the straits of Messina and of the Central and Eastern Mediterranean.

The distributions found are very similar when compared to each other for the off shore waters, and they meet their maximum up to the diameter of  $1.3$  to  $1.6\ \mu$ . There is a marked predominance of small size material : 50% of the particles have diameters inferior or equal to  $1.6\ \mu$ , 90 % inferior or equal to  $4\ \mu$ . A mean curve of the distribution of the particles in suspension has been drawn.

The off shore waters are compared to the waters of the bay of Villefranche-sur-Mer (coastal waters). It has been pointed out that the general rule of the distribution of the diameters does not exist close to the coasts; in the bay of Villefranche-sur-Mer 50 % of the particles have diameters inferior or equal to  $5\ \mu$  and 90 % of their diameters inferior or equal to  $20\ \mu$ .

It seems that the quantity of bigger particles decreases as the depth increases.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die granulometrische Studie der sich in Suspension befindlichen Partikel im mediterranen Meerwasser konnte mittels eines Analysators verwirklicht werden, sie erfasste Partikel der Grössen



zwischen 0,8 und 50  $\mu$  aus den Gewässern der Strasse von Messina und den zentralen und östlichen Regionen des Mittelmeers.

Untereinander sind die Verteilungen in den Hochseegewässern sehr ähnlich, mit einem Maximum im Bereich von 1,3 - 1,6  $\mu$ . Eine deutliche Predominanz zeigen Partikel geringer Grösse. 50 % sind 1,6  $\mu$  oder kleiner, 90 % 4  $\mu$  oder kleiner. Eine mittlere Verteilungskurve wird gegeben.

Die Hochseegewässer wurden mit den Küstengewässern bei Villefranche-sur-Mer verglichen. Es zeigte sich, dass die generelle Verteilungsregel nach Durchmesser in Küstennähe nicht mehr gilt. Bei Villefranche sind 50 % der Partikel unter oder bei 5  $\mu$ , 90 % unter oder bei 20  $\mu$ .

Mit zunehmender Tiefe scheinen die grössten Partikel seltener aufzutreten.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ATKINS, W.R.G., P.G. JENKINS & F.J. WARREN, 1954. The suspended matter in sea water and its seasonal changes as affecting the visual range of the secchi disc. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **33** (2) : 497-509.
- ATKINS, W.R.G. & H.H. POOLE, 1952. An experimental study of the scattering of light by natural waters. *Proc. R. Soc., B*, **140** : 321-338.
- BURT, W.V., 1955. Interpretation of spectrophotometer readings on Chesapeake Bay waters. *J. mar. Res.*, **14** (1) : 33-46.
- BURT, W.V., 1958. Selective transmission of light in tropical Pacific waters. *Deep Sea Res.*, **5** : 51-61.
- ENDTER, F. & H. GEBAUER, 1956. *Optik*, **13** : 97-101.
- FOX, D.L., 1950. Comparative metabolism of organic detritus by inshore animals. *Ecology*, **31** : 100-108.
- FOX, D.L., 1957. Particulate organic detritus. *Mem. Geol. Soc. Amer.*, **67** (1) : 383-390.
- GEISTDOERFER, P., 1969a. Etude granulométrique des particules en suspension dans les eaux de mer. Mise au point d'une méthode d'analyse et son application à la Méditerranée. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris*, 100 p.
- GEISTDOERFER, P., 1969b. Etude des particules en suspension par microscopie. *Cah. océanogr.*, **21** (suppl. 2) : 256-259.
- GILLBRICHT, M., 1951. Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht 1. *Kieler Meeresforsch.*, **8** : 173-191.
- GOLBERG, E.D., M. BAKER & D.L. FOX, 1952. Microfiltration in oceanographic research. Marine sampling with the molecular filters. *J. mar. Res.*, **11** : 194-204.
- HAGMEIER, E., 1961. Plankton - Äquivalente. *Kieler Meeresforsch.*, **17** : 32-47.



- HANOKA, T., A. FURUKAWA & K. NOGAMI, 1960. Studies on suspended matter in the sea. IV. On the relation between suspension factor, estimation coefficient and turbidity. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.*, **26** (5) : 469-471.
- JERLOV, N.G., 1950. Optische Bestimmungen von Schwebestoffen im Meere. *Naturwissenschaften*, **37** (15) : 359-360.
- JERLOV, N.G., 1951a. Optical studies of ocean water. *Rep. Swedish. Deep Sea Exp.*, **3** (1) : 1-59.
- JERLOV, N.G., 1951b. Optical measurements of particle distribution in the sea. *Tellus*, **3** (3) : 122-128.
- JERLOV, N.G., 1953. Influence of suspended and dissolved matter on transparency of sea water. *Tellus*, **5** (1) : 59-65.
- JERLOV, N.G., 1955a. Factors influencing the transparency of Baltic waters. *Meddn oceanogr. Inst. Göteborg*, **25** : 19.
- JERLOV, N.G., 1955b. The particulate matter in the sea as determined by means of the Tyndall meter. *Tellus*, **9** (2) : 218-225.
- KREY, J., 1956. Die Trophik küstennaher Meeresgebiete. *Kieler Meeresforsch.*, **12** : 46-71.
- LOHMANN, H., 1908. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres und Plankton. *Wiss. Meeresunters.*, **10** : 129-370.
- MARSHALL, S.M., 1923-25. The food of *Calanus finmarchicus* during 1923. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **13** (2) : 473-479.
- MCNABB, C.D., 1960. Enumeration of freshwater phytoplankton concentrated on the membrane filter. *Limnol. Oceanogr.*, **5** (1) : 57-61.
- OCHAKOVSKY, Y.E., 1966. On the dependence of the total attenuation coefficient upon suspended matter mineral in the sea. *U.S. Dept. Comm. Joint Publ. Res. Sec. Rept.*, **36** (816) : 16-24.
- PICKARD, G.L. & L.F. GIOVANDO, 1960. Some observations of turbidity in British Columbia inlets. *Limnol. Oceanogr.*, **5** (2) : 162-170.
- STRICKLAND, J.D.H. & T.R. PARSONS, 1965. A manual of sea water analysis (with reference to the common micronutrients and to particulate organic material). *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, **125** : 203.
- UTERMÖHL, H., 1931. Über das umgekehrte Mikroskop. *Arch. Hydrobiol. Planktonk.*, **22** : 643-645.
- ZO BELL, C., 1950. Marine microbiology. Waltham, Mass. U.S.A., 240 pp.

Reçu le 9 juillet 1971







## **DONNÉES QUANTITATIVES DU MÉSOPLANCTON EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE (SAISONS HIVERNALES 1966-1970)**

par Claude RAZOULS et Alain THIRIOT \*  
*Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer*

### **SOMMAIRE**

Cinq campagnes hivernales ont permis de mesurer la biomasse du zooplancton de la couche de 200 mètres à la surface, ainsi que sa répartition géographique en Méditerranée. Le zooplancton est plus abondant le long du trajet atlantique. L'accroissement de la biomasse à un mois d'intervalle, lors de la poussée printanière a pu être estimé (10 fois les valeurs initiales).

### **INTRODUCTION**

La Méditerranée est classiquement considérée comme une mer pauvre, mais nous avons, en fait, fort peu de renseignements précis sur la quantité du zooplancton océanique, sa répartition géographique et son évolution annuelle.

Au cours de différentes campagnes, des mesures de la biomasse zooplanctonique ont été effectuées en différentes régions océaniques du bassin occidental. Dans une première étape, nous nous sommes contentés de mesurer la biomasse dans une région donnée, en réalisant le plus grand nombre de stations au cours de campagnes ne dépassant pas un mois. En 1969, nous avons abordé

\* Adresse actuelle : Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337-29 N - Brest.



une approche plus dynamique des phénomènes biologiques en essayant d'évaluer l'augmentation du zooplancton à un mois d'intervalle dans la même région.

Par ailleurs, les renseignements recueillis en zone océanique peuvent être utiles pour une meilleure compréhension du cycle et de la distribution des populations de Crustacés holoplanctoniques des zones côtières, comme celles que nous étudions depuis 1965 à Banyuls-sur-Mer, au sud du Golfe du Lion. A l'inverse, l'analyse régulière des variations quantitatives du zooplancton en zone néritique, permet de situer les résultats obtenus au cours des campagnes océaniques toujours restreintes dans le temps.

Nous avons choisi de nous limiter à la fin de la période hivernale et au début du printemps (mois de février, mars et avril), afin d'observer la répartition des populations holoplanctoniques au moment de la poussée printanière, tandis que l'écosystème est relativement simple. Nous bénéficions des recherches simultanées des océanographes physiciens, en particulier de ceux du Laboratoire d'Océanographie Physique du Muséum de Paris.

Les mesures de biomasse ont été faites dans la couche d'eau superficielle, les travaux antérieurs ont en effet montré que la majeure partie du zooplancton se trouve entre la surface et deux cents mètres de profondeur (VINOGRADOV, 1960).

A partir de nos données, nous chercherons à préciser la distribution horizontale de la biomasse mésoplanctonique en Méditerranée.

## DÉFINITIONS DES CAMPAGNES

### 1) HYDROMED I, « N.O. Jean Charcot », 1966.

La campagne, organisée par le Laboratoire d'Océanographie Physique du Muséum de Paris, s'est déroulée du 12 février au 15 mars. Elle comprend deux parties : la première, du 12 au 28 février (étude de la diffusion de l'eau intermédiaire au large des côtes occidentales de la Sardaigne et du sud de la Corse) et la deuxième, du 1 au 15 mars (étude hydrologique du Golfe du Lion).

Les prélèvements planctoniques ont été réalisés à toutes les stations des deux parties de la campagne, mais nous n'exposerons que les résultats de la première partie, la plupart des stations du Golfe du Lion se trouvant en zone néritique. La production organique primaire et les teneurs en sels nutritifs ont été évaluées par COSTE et MINAS (1967, 1968).



Vingt six stations ont été faites au cours de cette campagne (carte 1\*). Les quatre premières se trouvent sur le 6° méridien est depuis Toulon jusqu'à 42°N; les autres sont réparties sur quatre radiales parallèles 39°30, 40°00, 41°00 et 41°50 N, entre la côte et 50 milles au large environ.

Les prélèvements de plancton correspondent à :

a) vingt sept traits de filets de deux cents mètres à la surface dont 4 à la station 16, à différentes heures;

b) trois traits de filets plus profonds, de six cents mètres à la surface.

## 2) « AMALTHÉE », 1967.

Cette campagne, également organisée par le Laboratoire d'Océanographie Physique du Muséum de Paris, s'est déroulée du 22 février au 9 mars; son but principal était l'étude de la répartition de l'eau intermédiaire dans le canal de Sardaigne.

Trente deux stations ont été effectuées, la majeure partie au-dessus de fonds supérieurs à 1 000 m, entre 8° et 9°30 E (carte 2).

Les prélèvements de plancton ont été faits à chaque station, ils correspondent à :

a) trente six traits de filets de deux cents mètres à la surface dont 4 pour une comparaison jour-nuit en 2 stations;

b) cinq traits de filets plus profonds, à partir de six cents mètres ou de mille mètres.

## 3) HYDROMED II, « N.O. Jean Charcot », 1968.

Toujours organisée par le Laboratoire d'Océanographie Physique du Muséum de Paris, la campagne s'est déroulée du 12 février au 16 mars, entre la Sardaigne, la Tunisie et la Sicile.

Le problème hydrologique abordé, était celui du passage de l'eau intermédiaire de la Méditerranée orientale à la Méditerranée occidentale. L'étude de la répartition des taux de productivité et des sels nutritifs a été réalisée par COSTE et Coll. (1969).

Deux prélèvements de plancton ont été faits à chaque station, le premier destiné à la mesure de la biomasse, le second à l'analyse qualitative des populations. Cent cinq stations ont été effectuées : sept sur le deuxième méridien entre Toulon et la côte d'Afrique du Nord, les

\* Les cartes sont groupées à la fin de l'article.



autres entre 7° et 12° E (carte 4). En plus des pêches régulières de plancton nous avons fait une série de dix prélèvements successifs pour tester la méthode et sept pêches échelonnées sur 24 heures à dix stations.

#### 4) MEDIPROD I, « N.O. Jean Charcot », 1969.

Contrairement à celles des années précédentes, cette campagne pluridisciplinaire avait pour objectif principal l'étude d'un problème de planctologie : la production primaire et secondaire pélagique dans le secteur nord du bassin de Méditerranée occidentale.

La mission comprenait deux parties, la première du 1 au 15 mars, la seconde du 3 au 17 avril. Un ensemble de 48 stations a été réalisé deux fois, les 2 stations d'un même point étant faites à un mois d'intervalle. On peut distinguer deux zones géographiques (carte 6), définies en fonction des résultats hydrologiques du mois de février 1969 (MEDOC group, 1970) :

a) la première limitée par les coordonnées 6 °E; 41°20 N; 4°30 E et 42°30 N;

b) la deuxième située entre la Corse et le littoral provençal.

De nombreux paramètres physiques, chimiques et biologiques ont été mesurés, les premiers résultats ont été présentés par MINAS et Coll. (1971).

A chaque station, les pêches de plancton ont été faites avec deux types de filets, par trait de deux cents mètres à la surface (92 stations pour l'ensemble des deux parties de la campagne) et à douze stations des pêches plus profondes, de cinq cents à deux cents mètres.

#### 5) MEDIPROD II, « N.O. Jean Charcot », 1970.

La mission Mediproduct II diffère de celle de l'année précédente, car 6 stations seulement ont été faites entre Toulon et Barcelone, chacune d'elle se prolongeant pendant 36 heures. Cette campagne était également pluridisciplinaire.

Nous avons fait différentes comparaisons en chaque point :

a) comparaison entre les prises diurnes et les prises nocturnes;

b) comparaison entre les prises diurnes à 24 heures d'intervalle;

c) comparaison entre les prises de 200 mètres à la surface et les prises plus profondes.



Cette campagne a eu lieu du 16 au 28 mars. Nous avons pu réaliser 14 prélèvements de 200 m à 0 (dont 2 de nuit), et 10 prélèvements plus profonds (dont 3 de nuit).

## MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENTS ET DE MESURES

### 1) MODE DE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS.

Les renseignements concernant les limites inférieures de la zone photique et de la production primaire ainsi que la répartition verticale du zooplancton pendant la saison hivernale en Méditerranée sont très peu nombreux et ne nous ont pas permis de choisir une autre valeur que celle de 200 m, adoptée le plus couramment.

Au cours de nos différentes campagnes, nous avons essayé d'évaluer le rapport entre la biomasse de la couche 200 - 0 m et celle des niveaux inférieurs, ainsi que la quantité des apports nocturnes dus aux migrations verticales qui peuvent être non négligeables (RAZOULS, 1969).

Nous avons, pour cela, effectué à chaque campagne quelques prélèvements verticaux plus profonds pendant la journée. Par ailleurs, les stations se succédant à un rythme rapide lors des trois premières campagnes (3 à 4 stations par 24 heures), les échantillons de plancton sont assez régulièrement répartis entre prises diurnes et nocturnes.

Nous avons adopté comme limites : pour les prises diurnes de 1 h 30 après le lever du soleil à 1 h 30 avant le coucher; pour les prises nocturnes, de 1 h 30 après le coucher du soleil à 1 h 30 avant son lever; d'après des observations sur les déplacements des couches diffusantes en Méditerranée (THIRIOT, 1967).

### 2) FILETS UTILISÉS

Pendant les premières campagnes (1966 à 1968) nous avons utilisé le filet standard méditerranéen de type Juday-Bogorov modifié (TREGOUBOFF, 1961) auquel nous avons adapté un cône filtrant de vide de maille de 0,160 mm au lieu de 0,260 mm (diamètre d'ouverture : 50 cm). Une étude préalable en zone néritique nous avait montré (RAZOULS et THIRIOT, 1968) que le pouvoir de pêche des filets de vide de maille 0,160 mm était supérieur à celui du filet étalon « Hensen-egg » (0,330 mm de vide de maille, 73 cm de diamètre d'ouverture).

\*Le tissu constituant les filets est en nylon : Blutex XXX n° 7 des Etablissements Tripette et Renaud - Paris.



Pour les campagnes Mediproduct I et II, nous avons adopté le nouveau filet international W.P. 2, dont les caractéristiques sont définies dans une monographie de l'UNESCO (1968). Nous avons cependant continué pendant la première partie de Mediproduct I d'utiliser l'ancien filet, afin de comparer les pouvoirs de pêche. A partir de 1969, afin d'obtenir à une même station plusieurs échantillons de plancton dans des conditions les plus voisines possibles destinés à des analyses quantitatives et qualitatives différentes, nous avons réuni sur un même bâti trois filets de même type (Planche I), conformément aux recommandations de la première réunion des planctologistes de France (Roscoff, 1967).

### 3) MESURE DE LA BIOMASSE.

Les prélèvements de plancton ont été débarrassés des éléments du macroplancton, filtrés sur une soie de même maille que celle du filet et rincés à l'eau distillée. L'ensemble est placé dans un sachet en plastique et conservé au congélateur à  $-20^{\circ}\text{C}$ . Au laboratoire, les échantillons sont traités selon les méthodes préconisées par LOVEGROVE (1961, 1966). La mesure de la biomasse, bien qu'imparfaite (OMORI, 1968, 1969), est exprimée en mg de poids sec.

### 4) MESURE DU VOLUME DE PLANCTON.

Afin d'avoir une valeur quantitative aux stations où nous ne disposons que d'un seul prélèvement, destiné alors à l'analyse qualitative, nous avons effectué une mesure de volume du zooplancton. Par ailleurs cette mesure est la seule expression quantitative qu'il soit possible d'obtenir à bord. Celle-ci a été réalisée, après avoir enlevé le macroplancton, soit par sédimentation, soit par déplacement (YENTSH et HEBARD, 1957) ce qui est préférable.

## MÉTHODOLOGIE

L'interprétation des données sur la composition faunistique du mésoplancton et de la biomasse correspondante présente au cours des campagnes océanographiques des difficultés inhérentes aux méthodes utilisées et à la biologie des organismes. Si certaines sources d'erreurs peuvent être évaluées, d'autres, telles que les variations dans le temps des populations, ne sont généralement pas



prises en considération. L'image instantanée qui est ainsi donnée et les rapports avec certains facteurs du milieu, n'ont de ce fait qu'une valeur relative. Avant d'exposer et d'analyser les résultats obtenus, certains aspects méthodologiques sont envisagés :

1) POUVOIRS DE PÊCHE COMPARÉS, DU FILET STANDARD MÉDITERRANÉEN (Juday-Bogorov modifié) ET DU FILET INTERNATIONAL (W.P. 2).

Cette comparaison peut être faite d'après les prélèvements de la première partie de Mediproduct I, pendant laquelle nous avons fait à chaque station des pêches successives avec les deux filets.

Le calcul porte sur 39 paires de mesures.

Nous avons choisi comme valeurs à comparer les biomasses exprimées par m<sup>2</sup> de surface pour la couche d'eau 200 - 0, annulant ainsi la différence de diamètre d'ouverture des deux filets.

Le rapport moyen : W.P. 2/Juday-Bogorov pour l'ensemble des stations est de 1,5 avec une dispersion des résultats de 25 %.

Au cours de la deuxième partie de la campagne (mois d'avril), nous n'avons que cinq paires de mesures.

Le rapport entre les deux filets est plus faible et égal à 1,1.

La diminution de la valeur de ce rapport peut s'expliquer par la présence à cette époque de l'année, de nombreux copépodites, bien plus abondants qu'au mois de mars (MINAS et Coll., 1971). Une partie de ces formes traverse le cône filtrant du filet W.P. 2, dont le vide de maille est plus grand que celui du Juday-Bogorov.

On peut donc constater que le pouvoir de pêche du filet W.P. 2 est supérieur à celui du Juday-Bogorov. Ceci montre, compte tenu de la différence des vides de maille, que son coefficient de filtration est meilleur.

La valeur de 1,5 trouvée pour le rapport du pouvoir de pêche des deux filets correspond aux populations océaniques présentes en Méditerranée au mois de mars et constituées, en majeure partie, de formes de grande taille.

2) EQUIVALENCE VOLUME SÉDIMENTÉ - BIOMASSE.

Nous pouvons obtenir cette équivalence à partir des résultats de trois campagnes (tableau I).

Si les valeurs obtenues d'après les prélèvements de Hydromed II et de Mediproduct I (première partie) sont voisines, il n'en est pas de même pour celles de la deuxième partie de Mediproduct I. Il faut vraisemblablement attribuer cette différence à la grande abondance des petites formes pendant la deuxième partie de Mediproduct I.

Nous devons également noter que les valeurs inscrites dans le tableau I correspondent à une moyenne et que les variations de ce rapport sont importantes d'une station à l'autre.



TABLEAU I  
*Equivalence Biomasse - volume sédimenté*

Campagne	Filet utilisé	Equivalent biomasse pour 1 cc de plancton sédimenté
Hydromed II (44 mesures)	Juday	1 ml = 5,9 mg
Mediproduct I 1ère partie (45 mesures)	W. P. 2	1 ml = 7,5 mg
Mediproduct I 2ème partie (35 mesures)	W. P. 2	1 ml = 29,2 mg

### 3) EQUIVALENCE VOLUME DÉPLACÉ - VOLUME SÉDIMENTÉ.

Cette équivalence a été mesurée sur 22 échantillons de la campagne Mediproduct II.

Le rapport du volume sédimenté au volume déplacé est de 2,9 (valeurs extrêmes 3,8 et 1,3). Ce rapport est variable selon les prélèvements, le coefficient de dispersion est de 47,9 %, ce qui est une valeur très élevée.

### 4) VARIATION DE LA MÉTHODE.

Pour calculer la variation de la méthode de prélèvement nous disposons principalement :

a) d'une série de dix prélèvements successifs, réalisée lors de la campagne Hydromed II;

b) d'un certain nombre de paires de mesures correspondant en particulier aux pêches effectuées avec le filet triple W.P. 2, pendant la campagne Mediproduct I.

La dispersion des résultats de la série des dix prélèvements a été calculée d'après les valeurs de la biomasse. Celles-ci intègrent donc les erreurs propres à la méthode de prélèvement, celles dues à la microdistribution du zooplancton et celles dues à la mesure de la biomasse. Le coefficient de dispersion est élevé et égal à 21,6 %.



La dispersion, pour les paires d'échantillons (44 paires pour la première partie de Mediproduct I, 34 pour la deuxième partie), a été calculée sur les mesures du volume sédimenté du mésoplancton. Le coefficient de dispersion est de 17,6 % pour la première partie de la campagne et de 16,1 % pour la deuxième partie.

Ces résultats montrent que la marge d'incertitude des données quantitatives est assez élevée, de l'ordre de 20 %, elle reste cependant voisine de celles habituellement calculées par différents auteurs. En particulier elle est légèrement supérieure à celle que nous avons trouvée avec le filet Hensen modifié, en zone néritique dans le Golfe du Lion, pour des amplitudes de pêche verticale quatre fois plus faibles (14,7 % pour le volume sédimenté, 13,6 % pour le nombre de Copépodes; RAZOULS et THIRIOT, 1968).

#### 5) VARIATION DU VOLUME FILTRÉ EN FONCTION DE L'INCLINAISON DU CÂBLE.

L'angle d'inclinaison du câble par rapport à la verticale est mesuré au début de la remontée du filet.

TABLEAU II  
*Influence de l'inclinaison du câble sur le volume filtré*

DEBITMETRE	ANGLE D'INCLINAISON			
	0 - 5°	10 - 15°	20 - 25°	plus de 30°
n° 1	1	1,04	1,11	1,20
n° 2	1	1,03	1,06	1,19
n° 3	1	1,09	1,08	1,16
moyenne	1	1,05	1,08	1,18
nombre de mesures	14	15	8	6
volume filtré moyen	51,7 m <sup>3</sup>	54,3 m <sup>3</sup>	55,8 m <sup>3</sup>	61,0 m <sup>3</sup>

Les résultats inscrits dans le tableau II correspondent aux valeurs moyennes pour chaque inclinaison, celle de 0 à 5° étant prise comme base de référence 1.

Les débitmètres 1 et 2 sont placés à l'intérieur du cercle d'ouverture des filets, le n° 3 est fixé à l'extérieur comme il est préconisé (UNESCO, 1968).



Le volume théorique est de 50 m<sup>3</sup>.

L'augmentation du volume filtré en fonction de l'inclinaison du câble est nettement inférieure à celles observées par DELLA CROCE (1962-1963) et THIRIOT (1970), sur des navires n'ayant pas de possibilité de manœuvre en station. Ceci indique que l'influence de la dérive du « Jean Charcot » sur le volume filtré par la pêche verticale est faible.

#### 6) DISPERSION DES RÉSULTATS A CHAQUE CAMPAGNE.

Nous avons calculé, pour chaque campagne, la dispersion des données quantitatives pour l'ensemble des stations. Cette dispersion comprend, en plus des variations dues aux méthodes de prélèvements et de mesures, celles dues aux différences qualitatives et quantitatives (nyctémérales, géographiques et temporelles) de la composition des populations planctoniques.

Les valeurs des coefficients sont inscrites dans le tableau III.

TABLEAU III  
*Dispersion des résultats au cours des différentes campagnes*

CAMPAGNE	VOLUME		BIOMASSE	
	Valeur moyenne ml/m <sup>2</sup>	Coefficient de dispersion	Valeur moyenne ml/m <sup>2</sup>	Coefficient de dispersion
Hydromed I	121,0 ml	64,3 %		
Amalthée	63,9 ml	33,5 %		
Hydromed II	65,0 ml	45,8 %	381,3	50,4 %
Médiprod I 1ère partie	36,0 ml	49,4 %	283,0	45,0 %
2ème partie	98,6 ml	43,8 %	3049,0	56,8 %

Ces dispersions sont élevées et dépassent largement la dispersion de 20 % due à la méthode.

Les différences introduites par les variations dans le temps et dans l'espace, que nous nous proposons d'étudier, sont significatives.

L'hétérogénéité la plus faible a été observée lors de la campagne de l'Amalthée, la plus forte correspond à la campagne Hydromed I.



## 7) VARIATIONS NYCTHÉMÉRALES.

Une des causes normales des variations qualitatives et quantitatives des populations planctoniques de la couche 200-0 peut être attribuée aux migrations nycthémerales de certains zooplanctons bathypélagiques. KING et DESMOND (1953), KING et HIDA (1954, 1957), NAKAMURA (1967) réalisant dans l'Océan Pacifique des pêches horizontales et obliques de jour et de nuit ont montré que l'heure du prélèvement introduisait une cause de variation non négligeable. Afin de tenir compte de cette source « d'erreur » lors de l'interprétation des données quantitatives, les auteurs utilisent une méthode d'ajustement pour la couche superficielle (50 premiers mètres). Toutefois ces auteurs n'apportent de résultats que pour la période estivale.

Nous avons essayé d'évaluer cet apport nocturne au niveau du mésoplancton \* pour les deux cents premiers mètres lors de nos campagnes. Pour ce faire nous avons à notre disposition, d'une part quelques prélèvements effectués pendant une même station de jour et de nuit, d'autre part une répartition des stations plus ou moins équivalentes entre le jour et la nuit, au cours des campagnes.

Toutefois, nous n'avons pas véritablement abordé une étude précise de ce phénomène.

Les résultats sont difficiles à interpréter, car très variables, et les différences entre les valeurs mesurées sont le plus souvent inférieures à l'erreur de méthode.

### a) *Prélèvements pendant une même station.*

Au cours de l'ensemble des campagnes, nous avons pu mesurer la variation nycthémerale de la biomasse pendant 11 stations.

Le rapport N/J de la quantité de plancton nocturne à celle du plancton diurne est égal à 1,1. Ceci correspond à une augmentation moyenne de 10,7 % de la biomasse nocturne par rapport à la biomasse diurne (sur les 11 stations, 6 seulement présentent une augmentation).

### b) *Comparaison pendant les campagnes.*

Nous donnerons tout d'abord la répartition par campagne du nombre de prélèvements diurnes et nocturnes (tableau IV).

\* Nous employons ici le terme « mésoplancton » pour qualifier une catégorie dimensionnelle (UNESCO, 1968) et non une répartition verticale; les Copépodes constituent l'essentiel de cette catégorie.



TABLEAU IV  
Répartition jour-nuit des prélèvements

CAMPAGNE	NOMBRE DE PRÉLEVEMENTS	
	diurnes	nocturnes
Hydromed I	16	32
Amalthée	8	20
Hydromed II	40	42
Médiprod I 1ère partie	23	11
Médiprod I 2ème partie	14	12
Médiprod II	9	3

La campagne Hydromed II se prête le mieux à une telle comparaison, par le nombre de ces stations et par leur répartition. Pour cette campagne, la distribution des valeurs de la biomasse en fonction de l'heure du prélèvement a été observée. Cette courbe, très irrégulière, présente un maximum entre 4 et 5 heures et un minimum entre 18 et 19 heures. Le minimum se trouve ainsi au moment du coucher du soleil, ceci n'est pas conforme à ce que l'on connaît des migrations verticales nyctémérales.

La valeur moyenne de la biomasse pour l'ensemble des prises de nuit est de 79,05 mg et 68,40 mg/50 m<sup>3</sup> pour les prises de jour, la différence n'est pas significative pour un risque de 5 %.

Pour les autres campagnes, la distribution de la biomasse en fonction de l'heure est encore plus difficile à interpréter, on observe cependant toujours des minimums diurnes.

Nous avons ensuite calculé pour chaque campagne le rapport entre la valeur moyenne des prises de nuit et celle des prises diurnes (tableau V).

Le rapport moyen pour l'ensemble des résultats est de 1,1 ce qui correspond à une augmentation de la biomasse nocturne légèrement inférieure à 20 % de la biomasse diurne. Les résultats inscrits dans le tableau présentent d'importantes variations selon les campagnes et même pour une campagne donnée, selon les méthodes de mesure employées. Ceci montre bien que l'augmentation de la biomasse nocturne se trouve à l'intérieur de la marge d'erreur des méthodes.

Par ailleurs, l'étude spécifique entreprise par BOUCHER et DE BOVEE (1970) ne met pas en évidence de différence significative entre les prises de jour et celles de nuit, au cours de la campagne Mediprod I.



TABLEAU V  
*Augmentation moyenne de la biomasse nocturne*

Campagne	Donnée quantitative	Rapport Nuit/Jour
Hydromed I	Volume sédimenté Juday	0,8
Amalthée	Volume sédimenté Juday	1,2
Hydromed II	Volume sédimenté Juday	0,9
	Biomasse Juday	1,1
Médiprod I 1ère partie	Volume sédimenté W. P. 2	2,1
	Biomasse W. P. 2	2,1
	Biomasse Juday	1,6
Médiprod I 2ème partie	Volume sédimenté W. P. 2	1,2
	Biomasse W. P. 2	1,7
Médiprod II	Volume déplacé W. P. 2	1,1

Nous pouvons par conséquent constater que la biomasse nocturne est en général plus élevée que la biomasse diurne, mais à cette époque de l'année, l'augmentation est faible et les erreurs dues aux méthodes de prélèvement et de mesure masquent en partie le phénomène.

#### DONNÉES QUANTITATIVES DU MESOPLANCTON

L'analyse méthodologique des résultats ne nous ayant pas permis de déceler une différence significative entre la biomasse des prélèvements diurnes et celle des prélèvements nocturnes, nous ne tiendrons pas compte de l'heure de pêche.

Nous essaierons de relier les variations géographiques de la quantité de zooplancton (biomasse ou volume sédimenté) à celles des caractéristiques du milieu qui ont été mesurées, en particulier aux données hydrologiques.

Le principal phénomène qui conditionne les caractéristiques hydrologiques de la couche superficielle en Méditerranée occidentale, est l'existence de l'eau d'origine atlantique. A l'exception de quelques stations de la campagne Hydromed II, l'eau intermédiaire se trouve en dessous de la limite inférieure de nos prélèvements de plancton.



Il est donc logique de chercher quelle peut être l'influence, directe ou indirecte, de cette eau sur les caractéristiques biologiques des régions étudiées. Nous prendrons comme principales données hydrologiques, la salinité de surface et le tracé de la topographie dynamique de surface (d'après les calculs de BELLIARD, communication personnelle).

#### 1) HYDROMED I - CORSE ET SARDAIGNE.

Le volume moyen sédimenté pour l'ensemble de la campagne est de 121 ml par m<sup>2</sup> de surface avec les valeurs extrêmes de 29 et 261 ml.

Les moyennes établies pour chacune des quatre radiales montrent une décroissance du sud vers le nord. Les valeurs moyennes par m<sup>2</sup> sont respectivement de 203,8; 136,0; 121,0 et 72,2. Pour chacune des radiales, il n'apparaît pas de gradient du talus continental vers le large (carte 1).

IBANEZ (1968), en étudiant la répartition de six familles de Copépodes dans les prélèvements horizontaux de cette campagne, a distingué une influence néritique et une influence atlantique.

Une prédominance des eaux d'origine atlantique dans la couche superficielle apparaît à l'examen des coupes hydrologiques nord-sud (fig. 1), cette caractéristique s'atténue progressivement vers le nord.

Le coefficient de corrélation entre le volume sédimenté de plancton et la salinité de surface est égal à  $-0,67$ ; la liaison est significative avec un seuil inférieur à 1 % (formule Bravais-Pearson).

Si nous comparons la répartition quantitative du zooplancton avec les résultats obtenus par COSTE et MINAS (1968) sur la teneur en sels nutritifs et sur la production organique primaire, on constate que la relation est inverse : la production primaire est faible au niveau de la veine d'eau atlantique et n'atteint des valeurs plus élevées qu'aux stations 3, 4, 25 et 26, dans une zone d'instabilité verticale, alors que ces stations sont parmi les plus pauvres en zooplancton.

#### 2) AMALTHÉE : CANAL DE SARDAIGNE.

Le volume moyen du mésoplancton sédimenté est de 63,9 ml par m<sup>2</sup> de surface. Les valeurs extrêmes sont de 131,5 et 34 si l'on excepte la station 32 éloignée de la région étudiée.



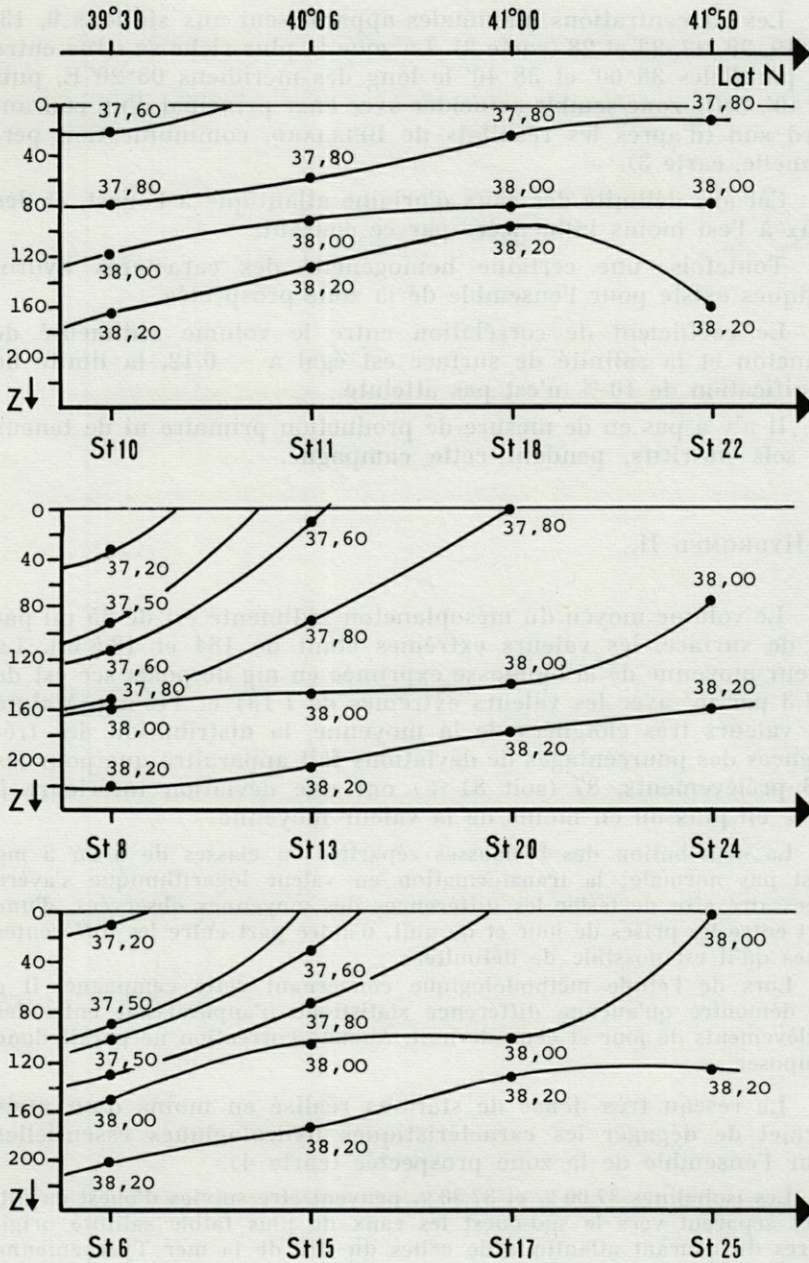


FIG. 1. — Campagne Hydromed I. Structures halines verticales.



Les concentrations maximales apparaissent aux stations 9, 13, 16, 19, 20, 22, 23 et 28 (carte 2). La zone la plus riche se situe entre les parallèles 38°00' et 38°40' le long des méridiens 08°20' E, puis 08°40'. Cette zone semble coïncider avec l'axe principal d'un courant nord sud (d'après les résultats de BELLIARD, communication personnelle, carte 3).

Cet axe délimite des eaux d'origine atlantique à l'ouest, et des eaux à l'est moins influencées par ce courant.

Toutefois, une certaine homogénéité des caractères hydrologiques existe pour l'ensemble de la zone prospectée.

Le coefficient de corrélation entre le volume sédimenté de plancton et la salinité de surface est égal à  $-0,12$ , la limite de signification de 10 % n'est pas atteinte.

Il n'y a pas eu de mesure de production primaire ni de teneur en sels nutritifs, pendant cette campagne.

### 3) HYDROMED II.

Le volume moyen du mésoplancton sédimenté est de 65 ml par m<sup>2</sup> de surface, les valeurs extrêmes étant de 184 et 18,5 ml. La valeur moyenne de la biomasse exprimée en mg de poids sec est de 381,3 par m<sup>3</sup> avec les valeurs extrêmes de 1 131 et 115 mg. Malgré ces valeurs très éloignées de la moyenne, la distribution des fréquences des pourcentages de déviations fait apparaître que pour les 108 prélèvements, 87 (soit 81 %) ont une déviation inférieure à 50 % en plus ou en moins de la valeur moyenne.

La distribution des biomasses réparties en classes de 5 en 5 mg n'est pas normale; la transformation en valeur logarithmique s'avère nécessaire afin de tester les différences des moyennes observées, d'une part entre les prises de jour et de nuit, d'autre part entre les différentes zones qu'il est possible de délimiter.

Lors de l'étude méthodologique concernant cette campagne, il a été démontré qu'aucune différence statistique n'apparaissait entre les prélèvements de jour et ceux de nuit. Aucune correction ne paraît donc s'imposer.

Le réseau très dense de stations réalisé en moins d'un mois permet de dégager les caractéristiques hydrologiques essentielles pour l'ensemble de la zone prospectée (carte 4).

Les isohalines 37,00 ‰ et 37,30 ‰ peuvent être suivies d'ouest en est. Elles séparent vers le sud-ouest les eaux de plus faible salinité originaires du courant atlantique de celles du sud de la mer Tyrrhénienne et des côtes méridionales et occidentales de la Sardaigne. Entre les deux isohalines se situe une zone de contact plus ou moins importante.



Un noyau d'eau de plus faible salinité sur une plus grande épaisseur (S inférieures à 36,80 ‰) s'individualise aux stations 27, 39, 40, 44, 47 et 48

L'analyse de la distribution des biomasses (carte 5) montre une corrélation significative avec la salinité de surface, le coefficient de corrélation est égal à  $-0,32$ ; le seuil est inférieur à 1 %.

Les valeurs les plus élevées (supérieures à 318 mg par m<sup>2</sup>) correspondent à des eaux de salinité inférieure à 37,30. La zone la plus riche (plus de 795 mg par m<sup>2</sup>) s'étend le long du 8<sup>e</sup> méridien, de part et d'autre du 38<sup>e</sup> parallèle.

Les mesures des concentrations en sels nutritifs (COSTE, 1971) et en phytoplancton effectuées au cours de la même campagne (COSTE et coll., 1969), montrent que les plus fortes valeurs des taux de production organique primaire sont localisées le long de l'axe de pénétration de l'eau atlantique. C'est dans ce même secteur que l'on trouve les biomasses zooplanctoniques les plus élevées (supérieures à 318 mg). Les concentrations maximales de zooplancton sont observées aux stations 27, 28, 29 et 30, soit perpendiculairement et de part et d'autre de l'aire de production primaire maximale, sur la bordure du « noyau » du maximum d'eau atlantique.

#### 4) MEDIPROD I - BASSIN NORD OCCIDENTAL.

Dans cette région, le trajet des eaux d'origine atlantique n'intéresse que certaines stations périphériques, alors que la zone centrale est le siège de mélanges verticaux actifs en hiver (SAINT-GUILY, 1963).

La campagne MEDOC 69 a permis de préciser ce phénomène (ANATI et STOMMEL, 1970; VOORHIS et WEBB, 1970; ANATI, 1971) pendant la même saison.

##### 1<sup>re</sup> partie (1-14 mars).

Le volume moyen sédimenté pour l'ensemble des pêches est de 36 ml par m<sup>2</sup> de surface avec des valeurs extrêmes de 6 et 108 ml.

La biomasse exprimée en poids sec par m<sup>2</sup> a une valeur moyenne de 283 mg avec des valeurs extrêmes de 52 et 518 mg (carte 7).

La répartition des stations permet d'envisager séparément deux secteurs, l'un occidental, situé au sud de Marseille qui comprend le plus grand nombre de stations (1 à 31), l'autre oriental, situé entre Nice et Calvi (stations 32 à 48).



— *Secteur occidental* :

La biomasse moyenne est de 228 mg par m<sup>2</sup>.

La différence des variances des biomasses correspondant d'une part à la zone des plus fortes salinités moyennes des deux cents premiers mètres (supérieures à 38,35 ‰) et, d'autre part aux salinités inférieures, est significative avec une sécurité de 99 %. Cette différence traduit l'influence des eaux d'origine atlantique ou néri-tique de salinité plus faible et de stabilité plus grande pour lesquelles la biomasse mésoplanctonique est plus élevée.

Aux valeurs les plus fortes de la biomasse (supérieures à 250 mg) correspondent les teneurs en phosphates les plus élevées. Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre les teneurs en nitrates, chlorophylle *a*, la production intégrée et les valeurs de la biomasse.

— *Secteur oriental* :

La biomasse moyenne est de 373,4 mg par m<sup>2</sup>, cette valeur est plus élevée que pour le secteur occidental, l'ensemble des biomasses comprend un nombre trop faible de mesures pour pouvoir être traité statistiquement.

Les valeurs les plus faibles de la biomasse se situent dans l'axe Nice-Calvi, correspondant aussi aux valeurs de salinités les plus élevées.

2<sup>e</sup> partie (4-16 avril).

Le volume moyen sédimenté pour l'ensemble des pêches est de 98,6 ml par m<sup>2</sup> avec des valeurs extrêmes de 28 et 264 ml. La déviation moyenne est de 35,9 %.

La biomasse moyenne en poids sec par m<sup>2</sup> est de 3 049 mg avec pour valeurs extrêmes 1 028 et 9 560 mg.

La déviation moyenne est de 34,4 % (carte 8).

— *Secteur occidental* :

La biomasse moyenne est de 3 162 mg par m<sup>2</sup>.

La distribution des biomasses montre une série d'auréoles concentriques dont les valeurs maximales sont au centre et les valeurs minimales à la périphérie.

L'analyse ne permet pas d'établir une relation entre les zones à forte biomasse et les facteurs hydrobiologiques mesurés. Cependant, la région correspondant aux valeurs les plus élevées en chlorophylle *a* est également celle qui comprend les plus fortes biomasses.



— *Secteur oriental* :

La biomasse moyenne est de 2 754 mg.

Un gradient très marqué apparaît des côtes vers le large. Le maximum de la biomasse se situe dans l'axe du chenal avec une valeur de 9 560 mg par m<sup>2</sup>.

*Comparaison entre les deux parties.*

L'intervalle de temps séparant les deux parties de la campagne est de 30 jours, durée approximative du développement d'une génération chez les Copépodes (75 jours en mars-avril chez *Centropages typicus*).

La période étudiée correspond à l'apparition des premières générations printanières.

L'accroissement de la biomasse est positif pour toutes les stations avec une valeur moyenne de 2 776 mg par m<sup>2</sup>, soit onze fois la biomasse de la première partie de la campagne (carte 9).

La production journalière est de 92,2 mg/2.

Dans le secteur occidental, les valeurs d'accroissement maximal se situent au centre de la zone prospectée, la quantité moyenne de biomasse produite est de 2 887,5 mg/m<sup>2</sup>, les valeurs extrêmes étant 1 104 mg et 6 716 mg. Les productions journalières moyennes sont respectivement de 96,25 mg, 36,80 mg et 223,86 mg.

Dans le secteur oriental où la biomasse était plus élevée lors de la première partie, l'accroissement est légèrement plus faible avec la valeur moyenne de 2 340 mg; les valeurs extrêmes sont de 640 mg et 9 166 mg.

Les productions journalières moyennes et extrêmes sont de 77,99 mg; 21,33 mg et 305,53 mg.

*Relations avec la production primaire.*

La biomasse phytoplanctonique est exprimée en mg de chlorophylle *a* par m<sup>2</sup> de surface à partir des concentrations de la couche 0-200 mètres. Les prélèvements sont obtenus à l'aide de la bouteille Van Dorn aux immersions standards.

Divers auteurs ont montré l'existence de corrélations entre les biomasses phytoplanctoniques et zooplanctoniques. BLACKBURN (1966) établit des relations linéaires simples entre les éléments de trois niveaux trophiques successifs. Sur une aire considérablement plus restreinte comme celle qui a été prospectée au cours de Medi-prod I, il n'est pas possible de mettre en évidence de telles relations.



L'ensemble de la biomasse mésoplanctonique correspond presque exclusivement aux Copépodes (considérés en première approximation comme consommateurs primaires).

Afin d'estimer le rapport entre les deux maillons de la chaîne alimentaire nous pouvons transformer les biomasses du phytoplancton (P) et du zooplancton (Z) en quantité de carbone par m<sup>2</sup>. Les facteurs utilisés sont de 60 pour le phytoplancton (STRICKLAND, 1960) et de 0,40 pour le zooplancton (MULLIN, 1969).

Pour la première partie, les rapports Z/P donnent pour le secteur occidental 92,5/3 631, soit 0,025 et pour le secteur oriental : 138,7/4 941, soit 0,028.

Pour la seconde partie, les rapports Z/P donnent pour le secteur occidental : 1 531,7/9 781 soit 0,15 et pour le secteur oriental : 525/5 200 soit 0,10.

Faible lors de la première partie de la campagne, l'efficacité écologique atteint une valeur plus conforme à la normale lors de la deuxième partie (SLOBODKIN, 1960). Aucune différence appréciable n'apparaît entre les deux secteurs considérés pour chacune des deux parties de la campagne.

Pour l'ensemble des stations de la première partie de la campagne, le coefficient de corrélation entre la biomasse zooplanctonique et la salinité de surface est égal à -0,35.

La liaison est significative (seuil voisin de 2 %) et de même sens que lors des autres campagnes, ceci correspond à un enrichissement dans la zone influencée par le courant atlantique.

Il n'en va pas de même pour la deuxième partie, le coefficient de corrélation est devenu +0,18. Bien que la liaison ne soit pas significative (seuil supérieur à 10 %), il est intéressant de noter le changement de signe, qui montre que le courant atlantique ne correspond plus à un facteur d'enrichissement.

L'analyse mathématique plus poussée a permis de préciser l'écologie et les relations trophiques des espèces les plus représentatives (BOUCHER et de BOVÉE, 1970). Cette étude a en particulier permis de montrer l'influence du « vieillissement » du milieu et le rôle d'enrichissement joué par les mélanges verticaux.

Lors de la première partie de la campagne, cet enrichissement a agi au niveau de la production secondaire. Ceci peut expliquer également la relation inverse entre la quantité de phytoplancton et celle de zooplancton observée lors de la campagne Hydromed I.

Ces deux campagnes se situent à une époque de l'année qui correspond au début de l'augmentation numérique des populations zooplanctoniques et au moment de l'apparition d'une nouvelle génération chez certaines espèces de Copépodes.



## CONCLUSION

Les mesures de la biomasse du mésoplancton en Méditerranée occidentale complètent les rares données existantes et permettent d'étudier l'hétérogénéité spatiale ainsi que l'effet éventuel des variations nyctémérales.

L'augmentation de la biomasse mésoplanctonique au cours Hydromed I, qui comprenait des stations sous l'influence du courant atlantique, des stations plus éloignées, et des stations proches de la zone de divergence. Par contre, les autres campagnes nous ont donné des résultats plus homogènes. Ils correspondent à des situations hydrologiques plus simples.

L'augmentation de la biomasse mesoplanctonique au cours de la nuit n'est pas sensible; il est vrai qu'à cette époque de l'année, la quantité de zooplancton, vivant en dessous de 200 m, est faible.

Les valeurs moyennes du volume sédimenté varient entre 36 et 121 ml par m<sup>2</sup>, les biomasses en poids sec, de 300 à 3 000 mg par m<sup>2</sup>.

Les zones qui correspondent à une influence marquée des eaux d'origine atlantique sont généralement les plus riches, mais ce caractère semble décroître au fur et à mesure que l'on s'éloigne du courant principal algéro-tunisien comme l'indique le résultat des campagnes Hydromed I, Amalthée et Hydromed II.

La campagne Mediproduct I a permis de constater outre l'hétérogénéité des prélèvements, l'efficacité écologique du milieu et l'accroissement journalier de la biomasse mesoplanctonique.

M.E. VINOGRADOV et coll. (1968) puis V.G. BOGOROV et coll. (1969) ont établi des cartes de répartition mondiale de la biomasse mesoplanctonique dans les cents premiers mètres. Pour les zones climatiques subtropicale nord et tempérée nord, les valeurs varient entre 2,5 et 10 mg/m<sup>3</sup> de poids sec.

Les valeurs que nous avons mesurées sont dans l'ensemble très inférieures, toutefois la poussée printanière en un mois présente un fort coefficient d'accroissement de la biomasse (10). Nous avons ainsi trouvé, lors de la deuxième partie de la campagne Mediproduct I, une valeur moyenne voisine de celles fournies par ces derniers auteurs.

A l'échelle de nos prélèvements, les relations entre les densités de phytoplancton et de zooplancton ne sont pas très nettes; elles sont toutefois positives à l'exception de la campagne Hydromed I et de la première partie de Mediproduct I (ces exceptions pouvant s'expliquer par la période de pêche, antérieure à l'augmentation numérique des populations zooplanctoniques).



On peut cependant considérer que, comme pour la production primaire (COSTE et coll., 1969; MINAS et coll., 1971), le courant atlantique dans la partie sud du bassin occidental de la Méditerranée et le mélange vertical des eaux en hiver dans la partie nord sont des facteurs enrichissants au niveau de la production secondaire.

Les données numériques qui constituent les tableaux en annexe, cités dans le texte, peuvent être adressées sur demande par les auteurs :

#### LISTE

##### *Données quantitatives du mésoplancton pour chaque campagne :*

- Annexe 1 — Campagne Hydromed I, 1966.
- Annexe 2 — Campagne Amalthée, 1967.
- Annexe 3 — Campagne Hydromed II, 1968.
- Annexe 4 — Campagne Hydromed II, 1968.
- Annexe 5 — Campagne Mediproduct I, 1969.
- Annexe 6 — Campagne Mediproduct I, 1969.
- Annexe 7 — Campagne Mediproduct I, 1969.
- Annexe 8 — Campagne Mediproduct I, 1969.
- Annexe 9 — Campagne Mediproduct II, 1970.

##### *Coordonnées géographiques des stations pour chaque campagne :*

- Annexe 10 — Campagne Hydromed I, 1966.
- Annexe 11 — Campagne Amalthée, 1967.
- Annexe 12 — Campagne Hydromed II, 1968.
- Annexe 13 — Campagne Mediproduct I, 1969.
- Annexe 14 — Campagne Mediproduct II, 1970.

#### RÉSUMÉ

Plusieurs *campagnes* ont été réalisées en hiver et au début du printemps en *Méditerranée occidentale*. Les auteurs ont étudié la *répartition* de la *biomasse* du *zooplancton* de la couche 200 - 0 m.

Une analyse des méthodes de prélèvements a été faite. A cette époque de l'année, l'augmentation de la biomasse pendant la nuit, n'est pas sensible.

Le *zooplancton* est plus riche le long du trajet du courant atlantique en hiver, dans l'ensemble du bassin; mais, après la poussée printanière, dans la partie nord, la production secondaire est plus importante dans les zones où il y a eu mélange vertical des eaux (accroissement de 1 à 10 en un mois).



## SUMMARY

Several *cruises* have been made in winter and at the beginning of spring in the *western Mediterranean*. The authors have studied the *distribution of zooplankton biomass* in the 200 meters below the surface.

A plankton sampling analysis has been made. Increase of biomass at night is not perceptible in these seasons.

Zooplankton is rich along the Atlantic Current at the end of winter in the whole basin, but after spring increase, in the northern part, the secondary production is more important in the regions of vertical mixing (increase 1 to 10 in one month).

## ZUSAMMENFASSUNG

Während mehreren Kreuzfahrten im westlichen Mittelmeer im Winter und im Frühjahr wurde die Verteilung der Biomasse des Zooplanktons in der Schicht von 200 - 0 m untersucht.

Die Fangmethoden wurden einer genauen Analyse unterzogen. In der genannten Jahreszeit nimmt die Biomasse nachts nicht merklich zu.

Für das ganze Becken ist das Zooplankton im Winter entlang der Atlantikströmung reichhaltiger; nach dem Frühjahrsschub ist im nördlichen Teil die sekundäre Produktion aber stärker in den Bereichen vertikaler Durchmischung (Zunahme von 1 auf 10 in einem Monat).

## BIBLIOGRAPHIE

- ANATI, D., 1971. On the mechanism of the deep mixed layer formation during Medoc « 69 ». *Cah. océanogr.*, **23** (5) : 427-443.
- ANATI, D. et H. STOMMEL, 1970. The initial phase of deep water formation in the norwest mediterranean, during Medoc 69 on the basis of observations made by « Atlantis II » january 25 - february 12, 1969. *Cah. océanogr.*, **22** (4) : 343-351.
- BLACKBURN, M., 1966. Relationships between standing crops at three successive trophic levels in the Eastern tropical Pacific. *Pacif. Sci.*, **20** (1) : 36-59.

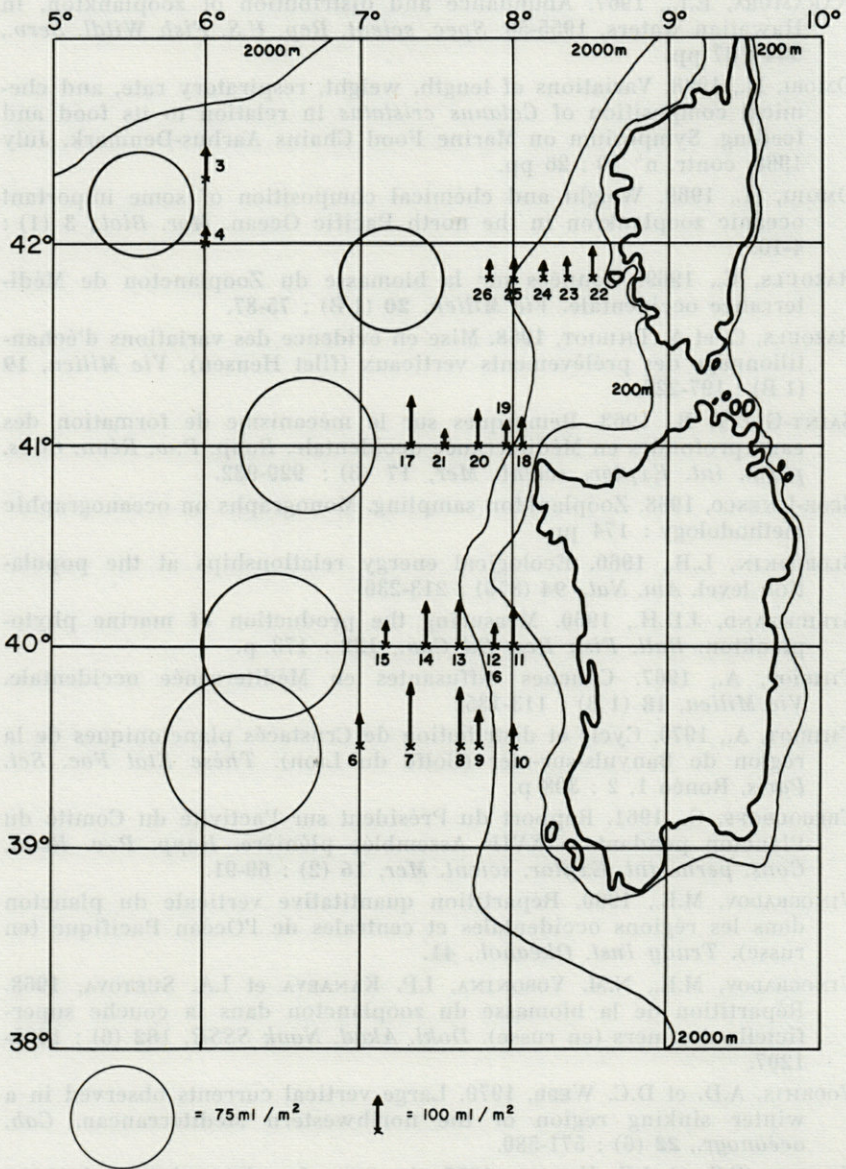


- BOGOROV, V.G., K.K. MARKOV et I.A. SUETOVA, 1969. Biomasse du meso-plancton de la couche superficielle dans les différentes zones climatiques des mers du globe (en russe). *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **188** (1) : 209-211.
- BOUCHER, J. et F. de BOVEE, 1970. Ecologie et relations trophiques du zooplancton en Méditerranée nord occidentale. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle Fac., Sci., Paris* : 219 pp. ronéo.
- COSTE, B., 1971. Les sels nutritifs entre la Sicile, la Sardaigne et la Tunisie. *Cah. océanogr.*, **23** (1) : 49-83.
- 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.
- COSTE, B. et H.J. MINAS, 1968. Production organique primaire et sels nutritifs au large des côtes occidentales corso-sardes en février 1966. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, **44** (60) : 49-61.
- COSTE, B., H.J. MINAS et P. NIVAL, 1969. Distribution superficielle des taux de production organique primaire et des Silicoflagellés entre la Sardaigne et la Tunisie (février 1968). *Tethys*, **1** (3) : 573-580.
- DELLA CROCE, N., 1962-63. Popolamento del Basso Tirreno (Ie II Crociera dell' Anno Geofisico Internazionale 1957-58). *Boll. Musei Zool. Anat. comp. R. Univ. Genova*, **32** (190) : 44-67.
- IBANEZ, F., 1968. Application de la méthode d'analyse des composantes principales à l'étude des populations planctoniques de l'Ouest de la Sardaigne (campagne Hydromed I du « Charcot », février-mars 1966). *C. R. hebd. séanc. Acad. Sci. Paris*, **267** : 1215-1218.
- KING, J.E. and J. DEMOND, 1953. Zooplankton abundance in the Central Pacific. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.*, **54** : 111-144.
- KING, J.E. and T.S. HIDA, 1954. Variations in zooplankton abundance in Hawaiian waters, 1950-52. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.*, **118** : 66.
- KING, J.E. and T.S. HIDA, 1957. Zooplankton abundance in Hawaiian waters, 1953-54. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.*, **221** : 23.
- LOVEGROVE, T., 1961. The effect of various factors on dry weight values. Symposium on Zooplankton Production. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer Méditerr.*, **153** : 86-91.
- LOVEGROVE, T., 1966. The determination of the dry weight of plankton and the effect of various factors on the values obtained. In H. BARNES, Some contemporary studies in Marine Science, 462-467.
- MEDOC group, 1970. Observation of formation of deep water in the Mediterranean sea, 1969. *Nature, Lond.*, **227** (5262) : 1037-1040.
- MINAS, H.J. et coll., 1971. Résultats préliminaires de la campagne « Médiprod I » du Jean-Charcot (1-15 mars et 4-17 avril 1969). *Investigación pesq.*, **35** (1) : 146-157.
- MULLIN, M.M., 1969. Production of zooplankton in the Ocean : the present status and problems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **7** : 293-314.



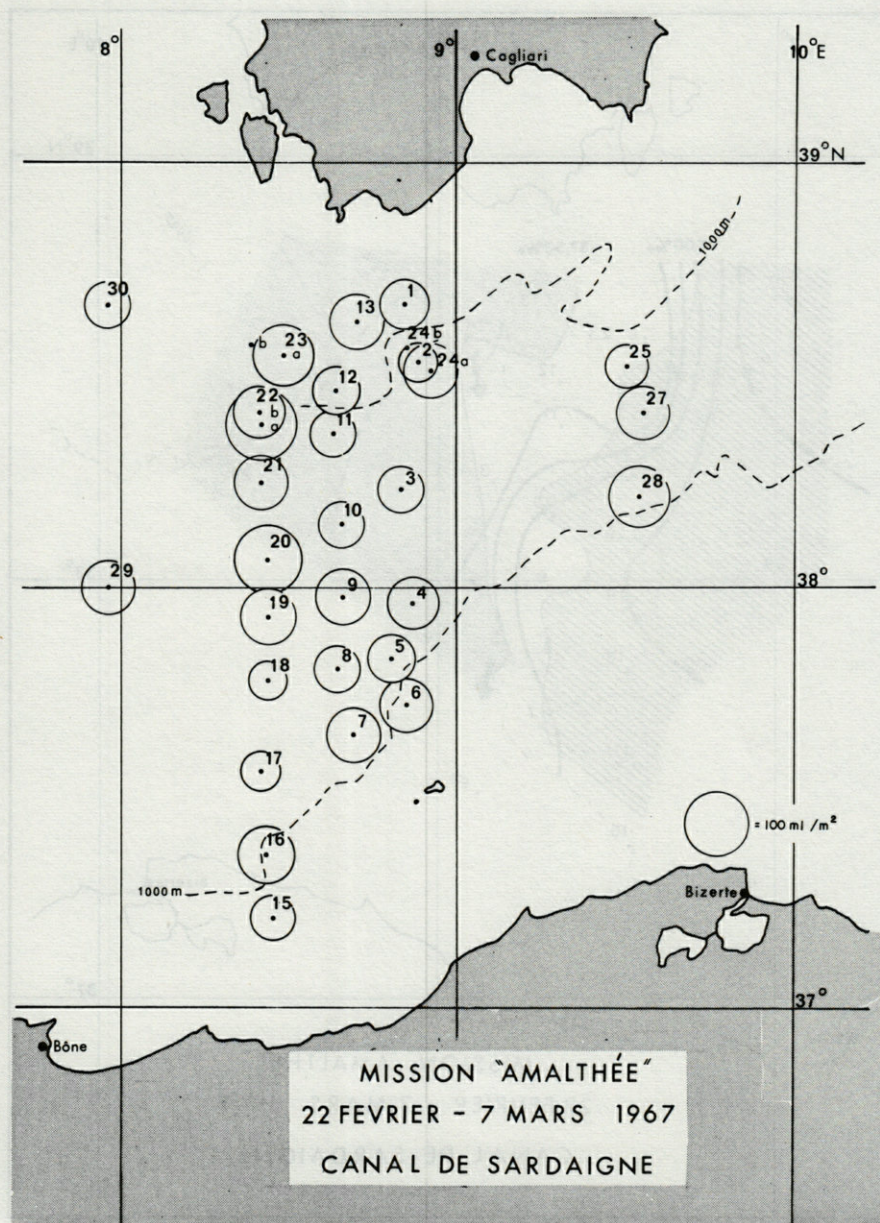
- NAKAMURA, E.L., 1967. Abundance and distribution of zooplankton, in Hawaiian waters, 1955-56. *Spec. scient. Rep. U.S. Fish Wildl. Serv.*, 544 : 37 pp.
- OMORI, M., 1968. Variations of length, weight, respiratory rate, and chemical composition of *Calanus cristatus* in relation to its food and feeding. Symposium on Marine Food Chains Aarhus-Denmark, July 1968, contr. n° 10 : 26 pp.
- OMORI, M., 1969. Weight and chemical composition of some important oceanic zooplankton in the north Pacific Ocean. *Mar. Biol.*, 3 (1) : 4-10.
- RAZOULS, C., 1969. Données sur la biomasse du Zooplancton de Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 75-87.
- RAZOULS, C. et A. THIRIOT, 1968. Mise en évidence des variations d'échantillonnage des prélèvements verticaux (filet Hensen). *Vie Milieu*, 19 (1 B) : 197-223.
- SAINT-GUILY, B., 1963. Remarques sur le mécanisme de formation des eaux profondes en Méditerranée occidentale. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. scient. Mer*, 17 (3) : 929-932.
- SCOR-UNESCO, 1968. Zooplankton sampling. Monographs on oceanographic methodology : 174 pp.
- SLOBODKIN, L.B., 1960. Ecological energy relationships at the population level. *Am. Nat.*, 94 (876) : 213-236.
- STRICKLAND, J.D.H., 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. *Bull. Fish Res. Bd Can.*, 122 : 173 p.
- THIRIOT, A., 1967. Couches diffusantes en Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, 18 (1 B) : 113-135.
- THIRIOT, A., 1970. Cycle et distribution de Crustacés planctoniques de la région de Banyuls-sur-mer (Golfe du Lion). *Thèse Etat Fac. Sci. Paris*, Ronéo 1, 2 : 308 p.
- TREGOUBOFF, G., 1961. Rapport du Président sur l'activité du Comité du Plancton pendant la XVII<sup>e</sup> Assemblée plénière. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. scient. Mer*, 16 (2) : 69-91.
- VINOGRADOV, M.E., 1960. Répartition quantitative verticale du plancton dans les régions occidentales et centrales de l'Océan Pacifique (en russe). *Trudy Inst. Okeanol.*, 41.
- VINOGRADOV, M.E., N.M. VORONINA, I.P. KANAeva et I.A. SUETOVA, 1968. Répartition de la biomasse du zooplancton dans la couche superficielle des mers (en russe). *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 182 (6) : 1205-1207.
- VOORHIS, A.D. et D.C. WEBB, 1970. Large vertical currents observed in a winter sinking region of the northwestern Mediterranean. *Cah. océanogr.*, 22 (6) : 571-580.
- YENTSH, C.S. et J.F. HEBARD, 1957. A gauge for determining plankton volume by the mercury immersion method. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 12 (2) : 184-190.





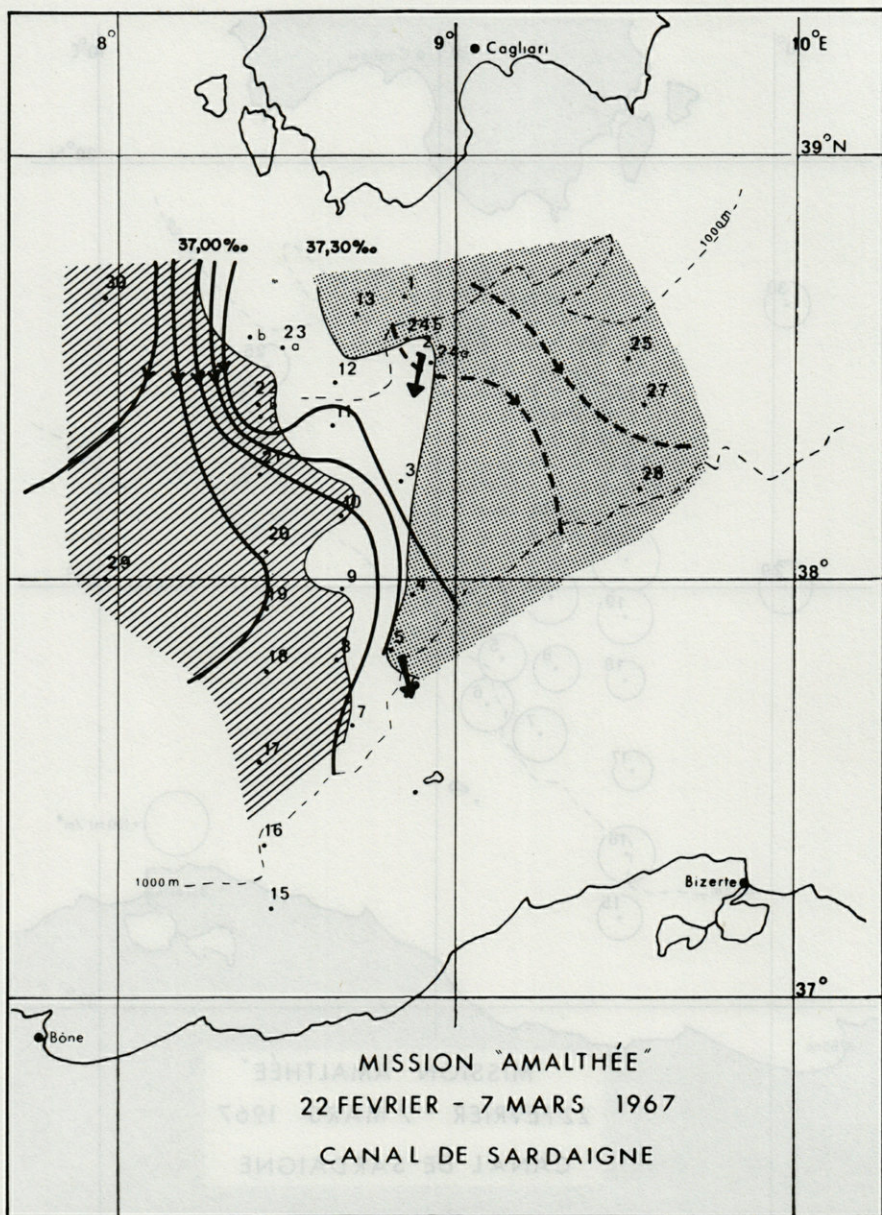
CARTE 1. — *Campagne Hydromed I*. Répartition géographique du volume de zooplancton. Par station : vecteur; par radiale : cercle (surface proportionnelle à la moyenne des stations correspondantes).





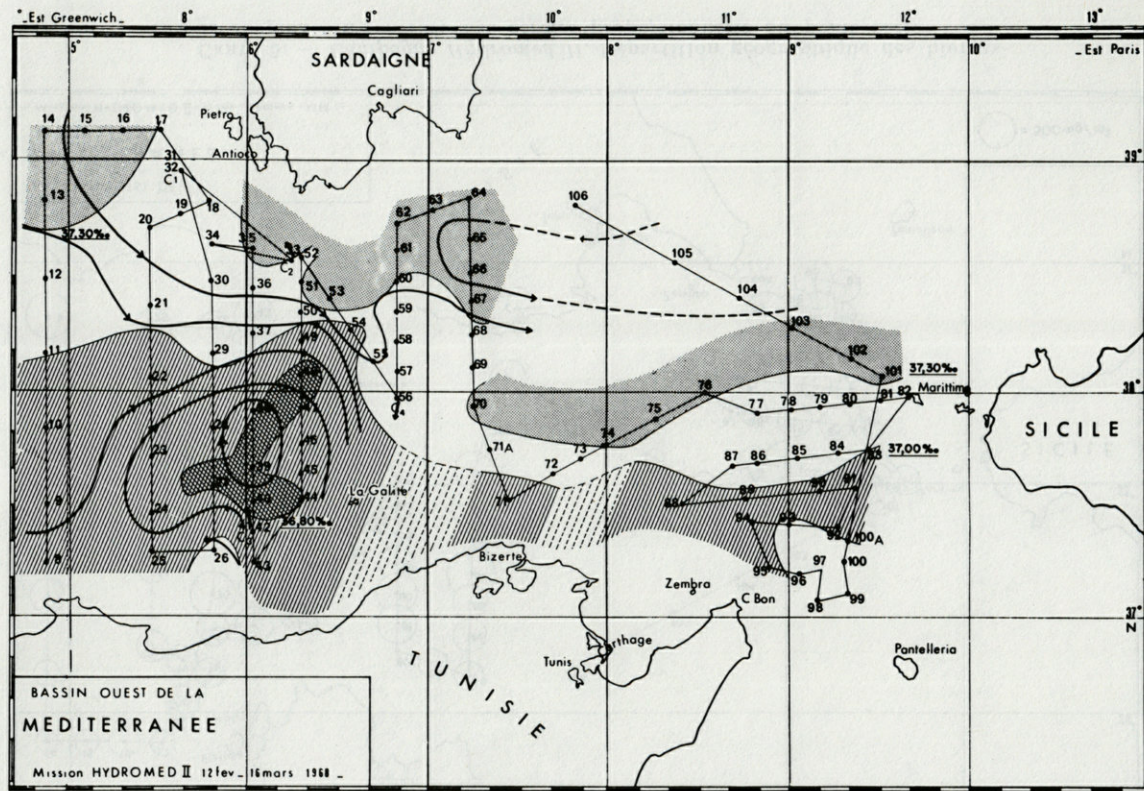
CARTE 2. — Campagne Amalthée. Répartition géographique du volume de zooplancton (surface des cercles proportionnelle au volume).





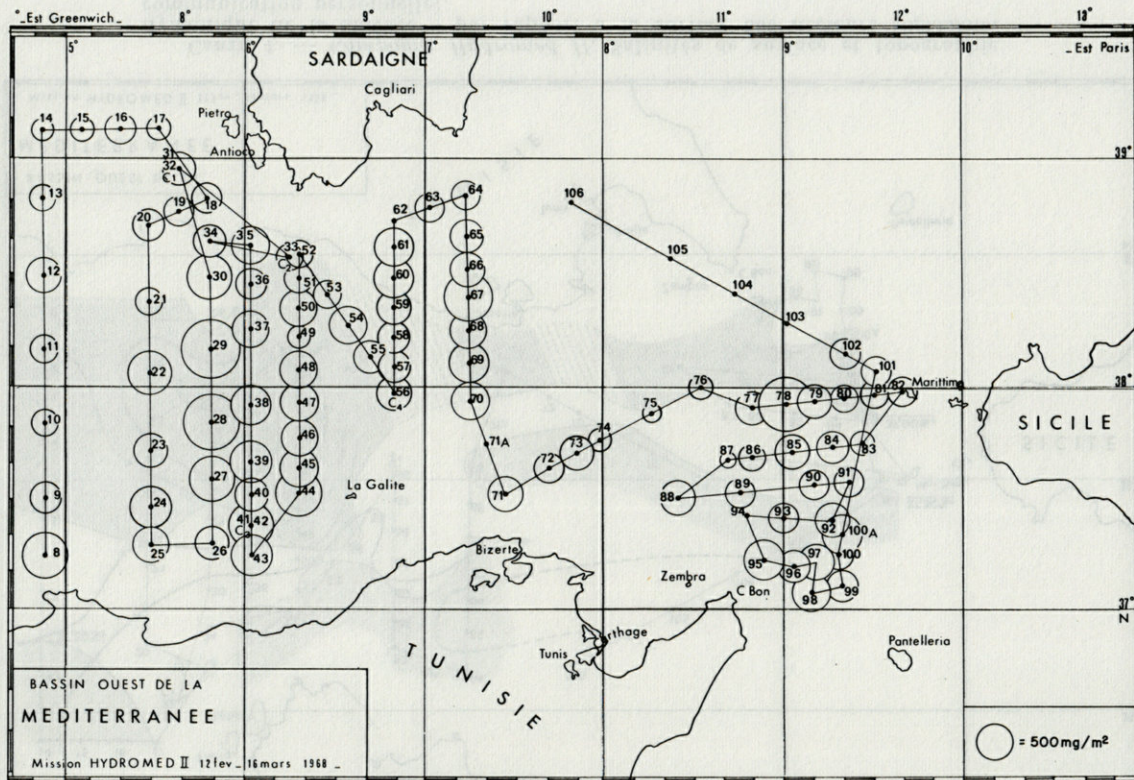
CARTE 3. — *Campagne Amalthée*. Salinités de surface et topographie de la surface dynamique 0 par rapport à la surface 800 décibars. Les flèches des stations 6 et 24 indiquent la direction moyenne du courant enregistré à 80 m (d'après les résultats de BELLIARD, communication personnelle).





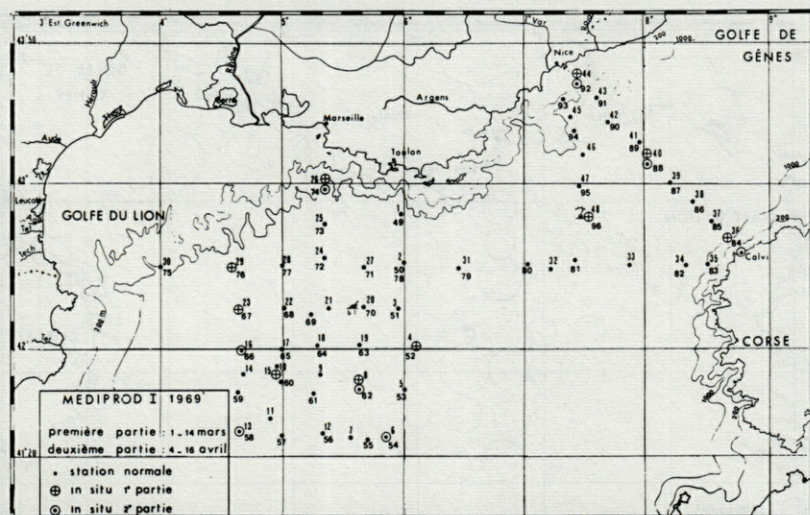
CARTE 4. — Campagne Hydromed II. Salinités de surface et topographie dynamique de la surface 0 par rapport à la surface 800 décibars (BELLARD, communication personnelle).



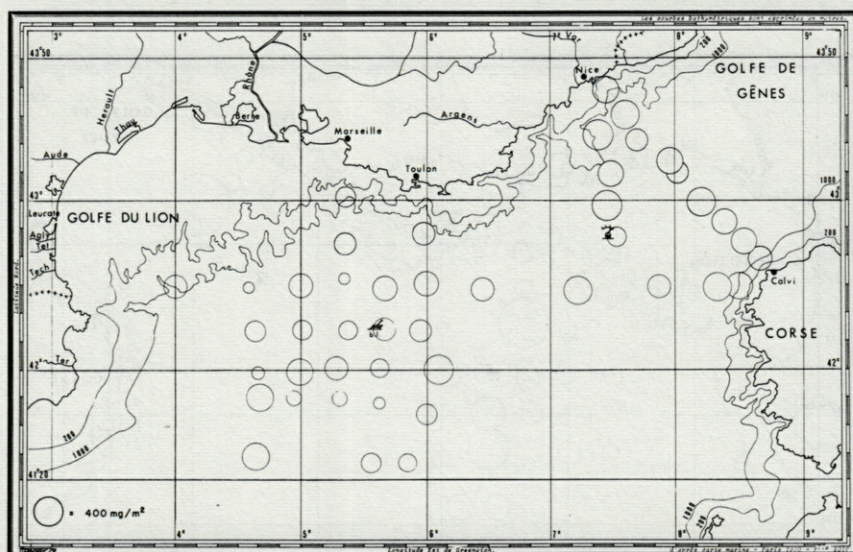


CARTE 5. — *Campagne Hydromed II*. Répartition géographique des biomasses de zooplancton (surface des cercles proportionnelle au poids sec).



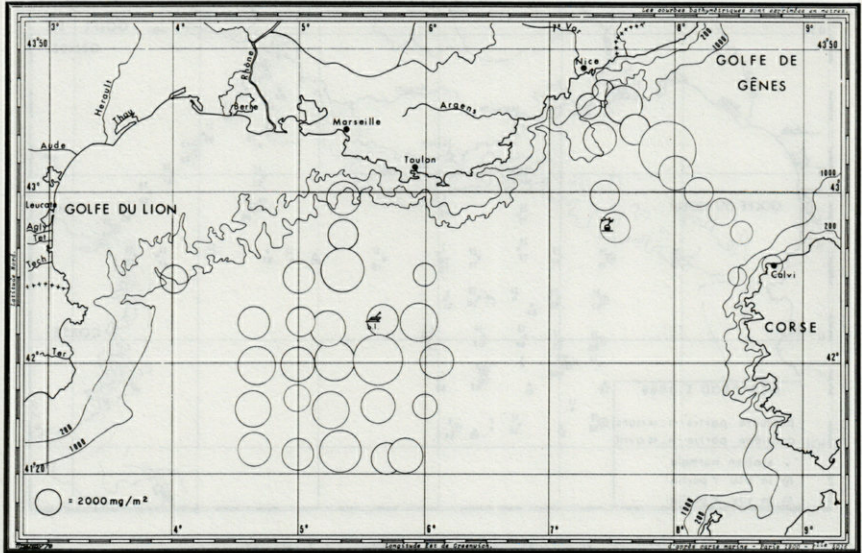


CARTE 6. — Campagne Mediproduct I. Stations.

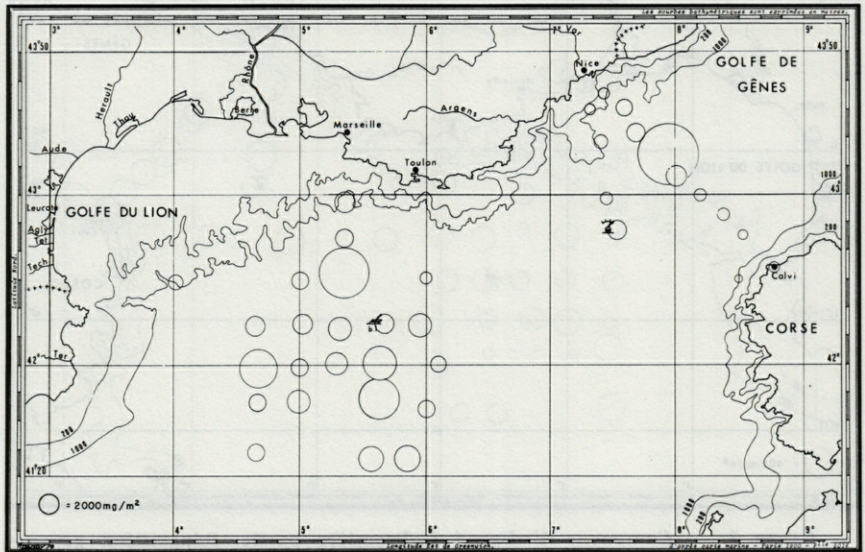


CARTE 7. — Campagne Mediproduct I. Première partie. Répartition géographique des biomasses de zooplancton (surface des cercles proportionnelle au poids sec).





CARTE 8. — *Campagne Mediproduct I. Deuxième partie. Répartition géographique des biomasses de zooplancton (surface des cercles proportionnelle au poids sec).*



CARTE 9. — *Campagne Mediproduct I. Comparaison des deux parties de la campagne (surface des cercles proportionnelle à l'accroissement du poids sec).*



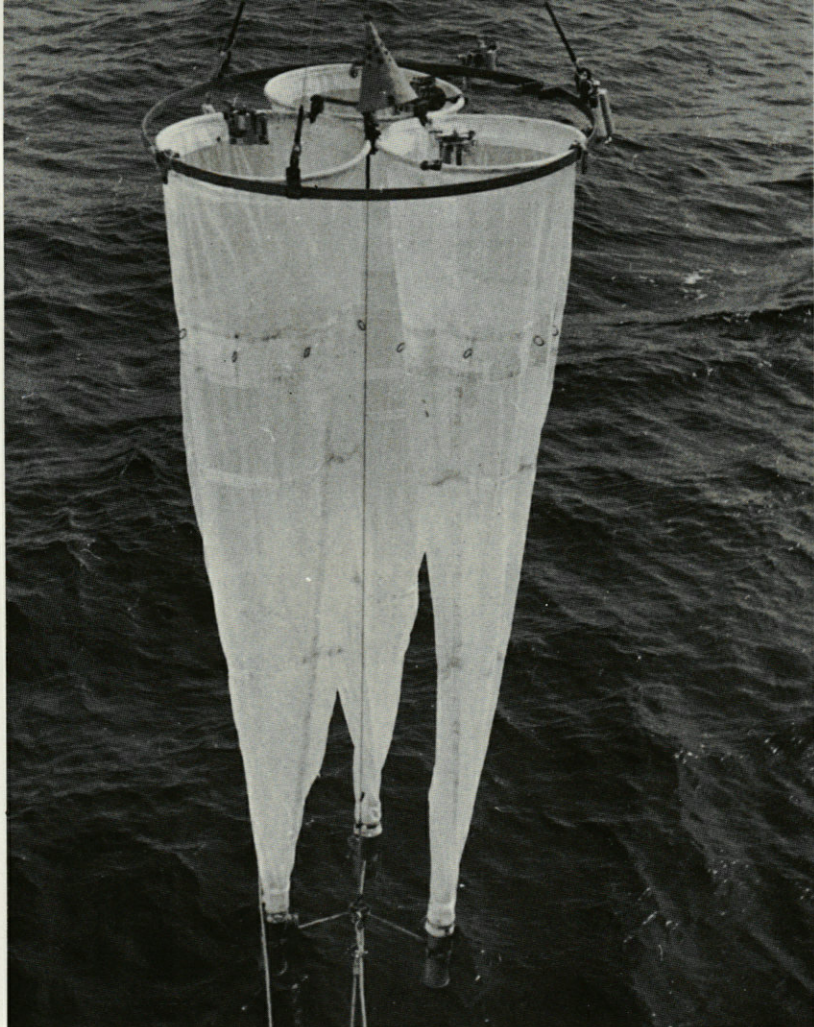
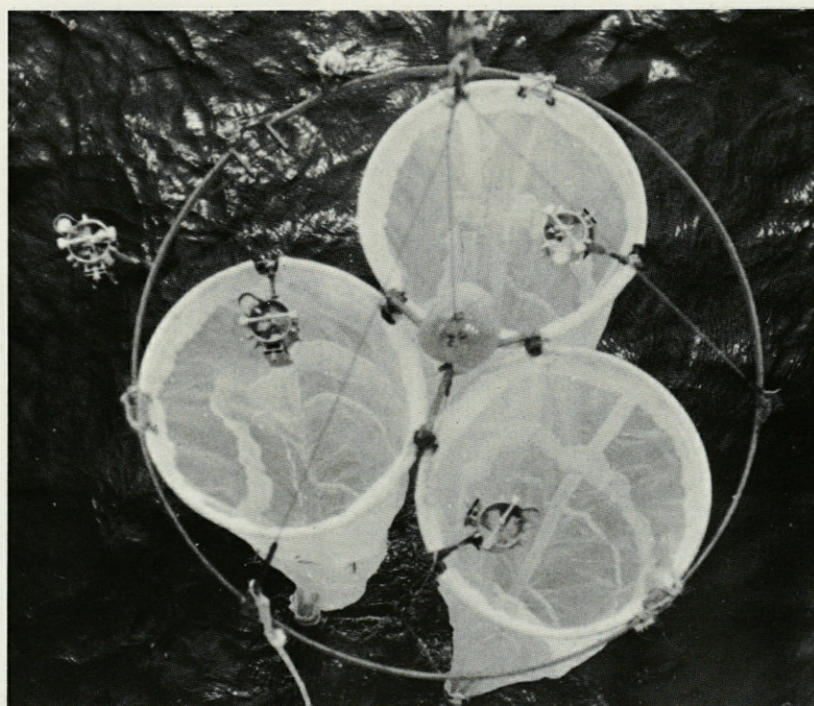


PLANCHE I  
*Montage du filet triple W.P.2*









## LES CLADOCÈRES DE MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

### III. — CYCLE ET RÉPARTITION A BANYULS-SUR-MER (GOLFE DU LION). SYNTHÈSE DES ANNÉES 1965-1969

par Alain THIRIOT \*  
Laboratoire Arago, 66 - Banyuls-sur-Mer

#### SOMMAIRE

Ce travail rassemble les observations sur les six espèces de Cladocères marins présentes dans cette région de Méditerranée occidentale : *Evadne spinifera*, *E. tergestina*, *E. nordmanni*, *Penilia avirostris*, *Podon intermedius* et *P. polyphemoides*.

Les variations saisonnières des cinq années, la distribution verticale et les variations nyctémérales, la répartition géographique locale, les *caractéristiques biologiques* des populations (taille, pouvoir de reproduction, génération sexuée) et les *caractéristiques écologiques* de ces différentes espèces sont abordées.

Dans les deux premiers articles (THIRIOT, 1968, 1971) j'ai analysé en détail le cycle et la répartition des six espèces de Cladocères présentes dans la région de Banyuls-sur-Mer en choisissant une année de référence, l'année 1967.

Mais notre étude a porté sur cinq années, de 1965 à 1969; les observations et les comparaisons des résultats de l'ensemble de cette période sont exposées ici.

\* Adresse actuelle : Centre Océanologique de Bretagne — B.P. 337 — 29 N. Brest.



La synthèse de ces observations mettra en évidence les relations entre l'évolution des caractéristiques écologiques des populations (abondance, répartition géographique locale, distribution verticale, pouvoir de reproduction et apparition des générations sexuées) avec les variations des facteurs climatiques et hydrologiques mesurés.

## I. — CYCLE ET RÉPARTITION DES CLADOCÈRES DE 1965 A 1969

### 1) PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE.

L'étude du cycle et de la distribution des Cladocères en 1967 a permis de dégager les principales caractéristiques écologiques des différentes espèces à Banyuls-sur-Mer.

Les méthodes de prélèvement et le choix des points sont indiqués dans le premier article (THIRIOT, 1968). La localisation des points est donnée dans la carte 1.

#### A) *Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives* (fig. 1).

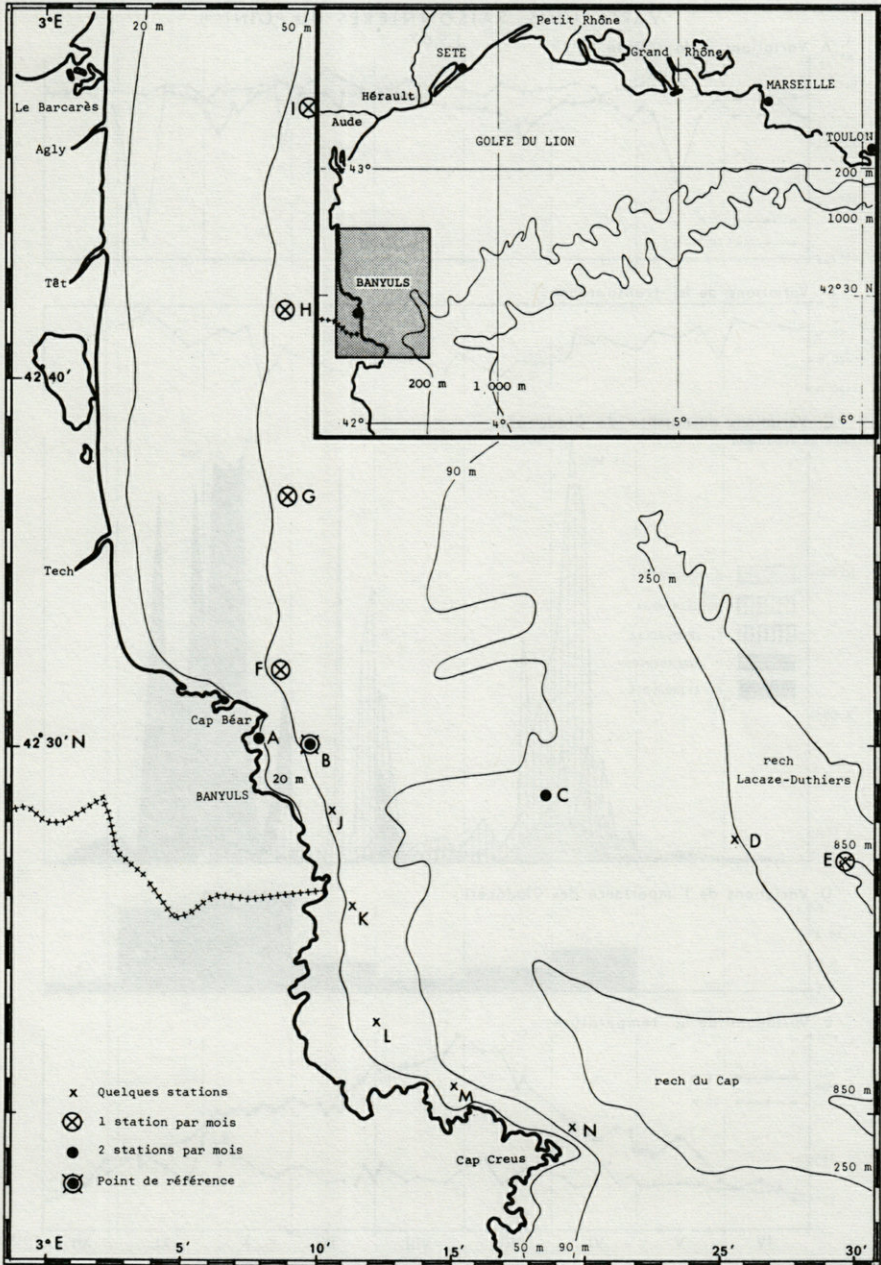
On peut tout d'abord résumer le cycle de l'année 1967 en distinguant les phases suivantes :

1. de janvier à avril, seule présence de *Podon intermedius* avec un maximum en février;
2. de mai à juillet, apparition et accroissement des populations d'*Evadne nordmanni* et d'*E. spinifera*, deuxième maximum de *Podon intermedius*;
3. fin juillet début août, diminution des populations de Cladocères, seul *Evadne tergestina* atteint des valeurs maximales;
4. fin août-septembre, maximum le plus élevé de *Podon intermedius*, reprise des *E. spinifera*, invasion des *Penilia avirostris*;
5. fin novembre-décembre, quelques spécimens des différentes espèces persistent encore, seule *Penilia* conserve une certaine importance numérique.

Pour l'ensemble de l'année, les espèces se répartissent de la façon suivante :

<i>Penilia avirostris</i> .....	56,2 %
<i>Evadne spinifera</i> .....	32,8 %
<i>Evadne nordmanni</i> .....	6,1 %
<i>Podon intermedius</i> .....	3,5 %
<i>Evadne tergestina</i> .....	1,4 %
<i>Podon polyphemoides</i> .....	+





CARTE 1. — Carte de la région de Banyuls-sur-Mer, emplacement des points de prélèvements.



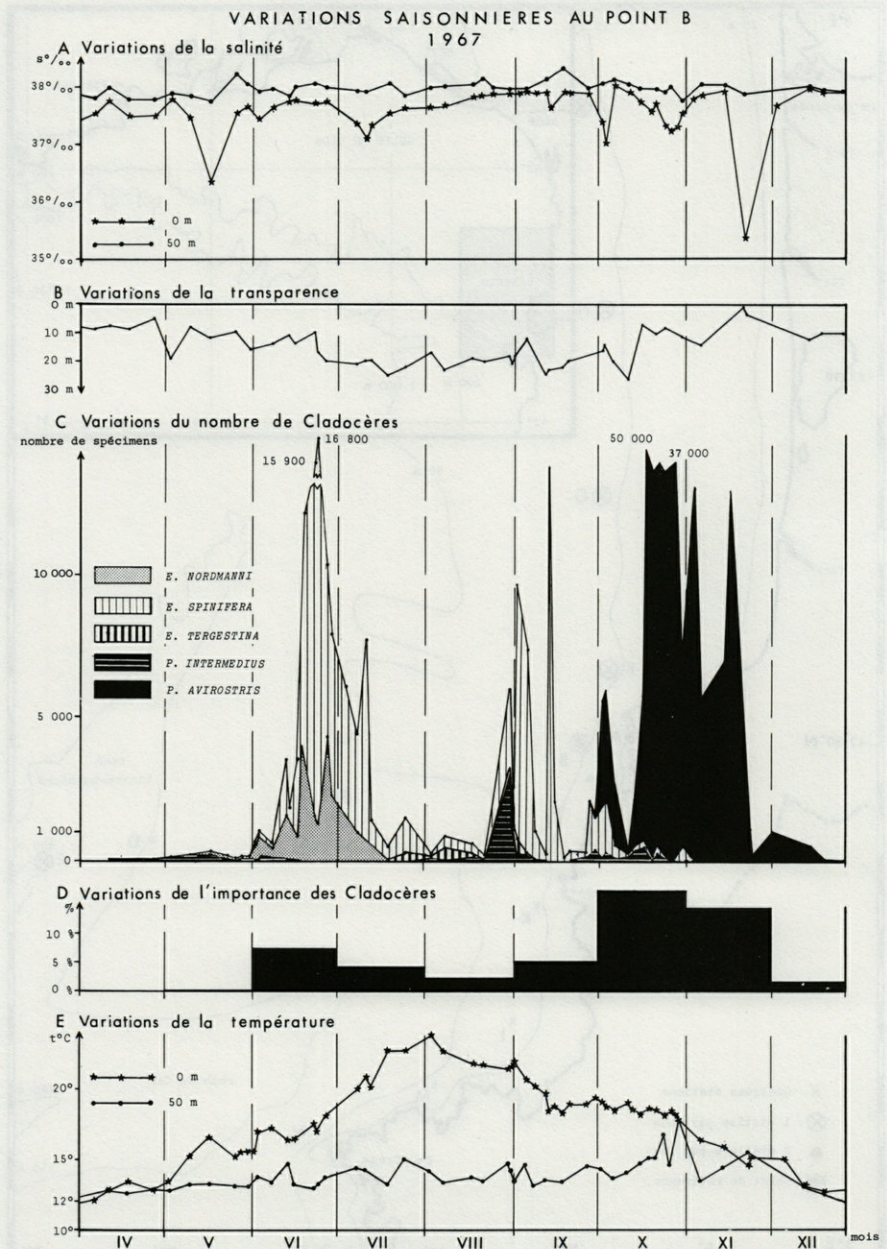


FIG. 1. — Variations saisonnières au point côtier (Point B) en 1967, année de référence.



*Evadne nordmanni*

Cette espèce apparaît mi-mai, constitue plus de 90 % des *Evadne* jusque début juin, atteint les valeurs maximales à la fin du mois puis diminue et disparaît en août. On retrouve quelques spécimens en septembre.

*Evadne spinifera*

Apparaît en même temps qu'*E. nordmanni* mais ne devient dominant qu'après le 12 juin; on peut distinguer, comme pour l'autre espèce, une phase d'accroissement lente et une phase rapide, les valeurs maximales sont atteintes à la fin du mois de juin. On observe une diminution en août mais pas de disparition complète et la reprise automnale est beaucoup plus nette que pour *E. nordmanni*.

*Evadne tergestina*

Apparaît fin juin mais ne se récolte régulièrement qu'à partir de la deuxième moitié de juillet, les valeurs maximales s'observent à plusieurs reprises de fin juillet à début septembre mais les variations sont irrégulières. On trouve quelques spécimens jusqu'en décembre.

*Podon intermedius*

Est présent toute l'année, on observe cependant quatre maximums : en février, mai, août et septembre-octobre (février et mai étant les moins élevés).

*Podon polyphemoides*

A été trouvé en mai, septembre, octobre et décembre.

*Penilia avirostris*

Est présente dès le début du mois d'août, mais ne se développe beaucoup qu'à partir du début du mois d'octobre, les fortes concentrations s'observent de mi-octobre à mi-novembre, puis les valeurs numériques diminuent rapidement et les *Penilia* disparaissent en janvier.

**B) Répartition géographique locale.**

Des prélèvements réguliers ont été faits à tous nos points, d'autres stations ont été réalisées pour préciser certaines distributions.

*Evadne nordmanni*

Les valeurs sont voisines en B, C et E, A est le plus pauvre, c'est cependant près de la côte que les pourcentages d'*Evadne nordmanni* par rapport à l'ensemble des *Evadne* sont les plus élevés.

Parallèlement à la côte, c'est en B qu'apparaissent les premiers *E. nordmanni* mais par la suite les trois points les plus au nord (G, H et I) sont les plus riches.



### *Evadne spinifera*

Ce sont les points B et C qui sont les plus riches sur la radiale A - E; cependant, au moment de l'apparition des premières populations d'*E. spinifera*, les plus fortes concentrations s'observent d'abord au large. Pendant la reprise automnale les plus fortes concentrations s'observent plutôt en A et B.

Le long de la côte sur l'isobathe 55 m vers le nord, il n'apparaît pas de règle générale de distribution; les différences entre chaque station d'une même sortie sont cependant toujours plus grandes que le coefficient de variation de la méthode. Enfin, au moment de l'apparition des *Evadne* c'est B le point le plus riche.

Les stations plus rapprochées dans le temps et dans l'espace ont permis de mettre en évidence l'existence d'essaims.

### *Evadne tergestina*

Les valeurs numériques relativement peu élevées et la période d'abondance courte n'ont pas permis de mettre en évidence des critères de distribution, il semble que cette espèce soit moins côtière que les deux précédentes et répartie de façon plus homogène dans notre zone d'observation.

### *Podon intermedius*

Les points A et E sont généralement pauvres, pendant les deux premiers maximums, les plus fortes concentrations s'observent en C mais les différences entre les quatre points sont moins importantes que lors des maximums estival et automnal pendant lesquels le point B est de loin plus riche.

Le long de l'isobathe 55 m *Podon intermedius* est l'espèce de Cladocère qui est répartie de la façon la plus homogène.

### *Penilia avirostris*

Les concentrations de *Penilia* diminuent de la côte vers le large, le point E est très pauvre. Le point B est plus riche que A mais d'un rapport inférieur à celui des volumes d'eau filtrée en pêche verticale.

La répartition le long de l'isobathe vers le nord de B et aux stations côtières, met en évidence le transport par le courant côtier N.S. des populations de *Penilia*.

## C) *Distribution verticale.*

*Evadne nordmanni* se trouve presque exclusivement en surface pendant le premier mois puis le maximum devient progressivement plus profond.



*Evadne spinifera* est l'espèce la plus superficielle du genre *Evadne*, son pourcentage en surface diminue cependant lorsque l'agitation de la mer augmente.

*Evadne tergestina* a un maximum de concentration au-dessus de la thermocline mais jamais en surface.

*Podon intermedius* montre le maximum d'abondance entre 20 m et le fond, le pourcentage de *Podon* en surface par rapport aux autres profondeurs est beaucoup plus faible pendant les deux derniers maximums qu'au début de l'année.

*Penilia avirostris* se concentre plutôt dans les 20 premiers mètres, l'existence et la profondeur du maximum des populations semble dépendre de la thermocline.

## 2) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1965.

Nous avons commencé nos prélèvements de plancton en mai, et au cours de l'année, nous avons effectué 163 stations et récolté 588 échantillons. Ce sont les points A et B qui ont été le plus régulièrement suivis avec respectivement 31 et 52 stations. Il faut considérer cette année comme une année d'exploration géographique et d'exploration qualitative et quantitative des populations planctoniques.

### A) Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives (fig. 2).

Pour l'ensemble de la période les pourcentages des différentes espèces sont les suivants :

<i>Penilia avirostris</i> .....	48,2 %
<i>Evadne spinifera</i> .....	34,2 %
<i>Evadne tergestina</i> .....	16,8 %
<i>Podon intermedius</i> .....	0,4 %
<i>Podon polyphemoides</i> ....	0,4 %

Les Cladocères sont pratiquement absents de nos prélèvements du mois de mai.

#### Genre *Evadne*

*Evadne spinifera* apparaît au début du mois de juin, il atteint les valeurs maximales au début du mois de juillet (1 816 le 6 juillet) mais ces valeurs sont très inférieures à celles observées les années suivantes. Cette espèce représente 5 % du zooplancton. On la récolte en petit nombre régulièrement pendant le mois d'août et jusqu'en octobre avec un maximum début septembre (1 100 le 6 septembre) puis occasionnellement jusqu'en décembre.



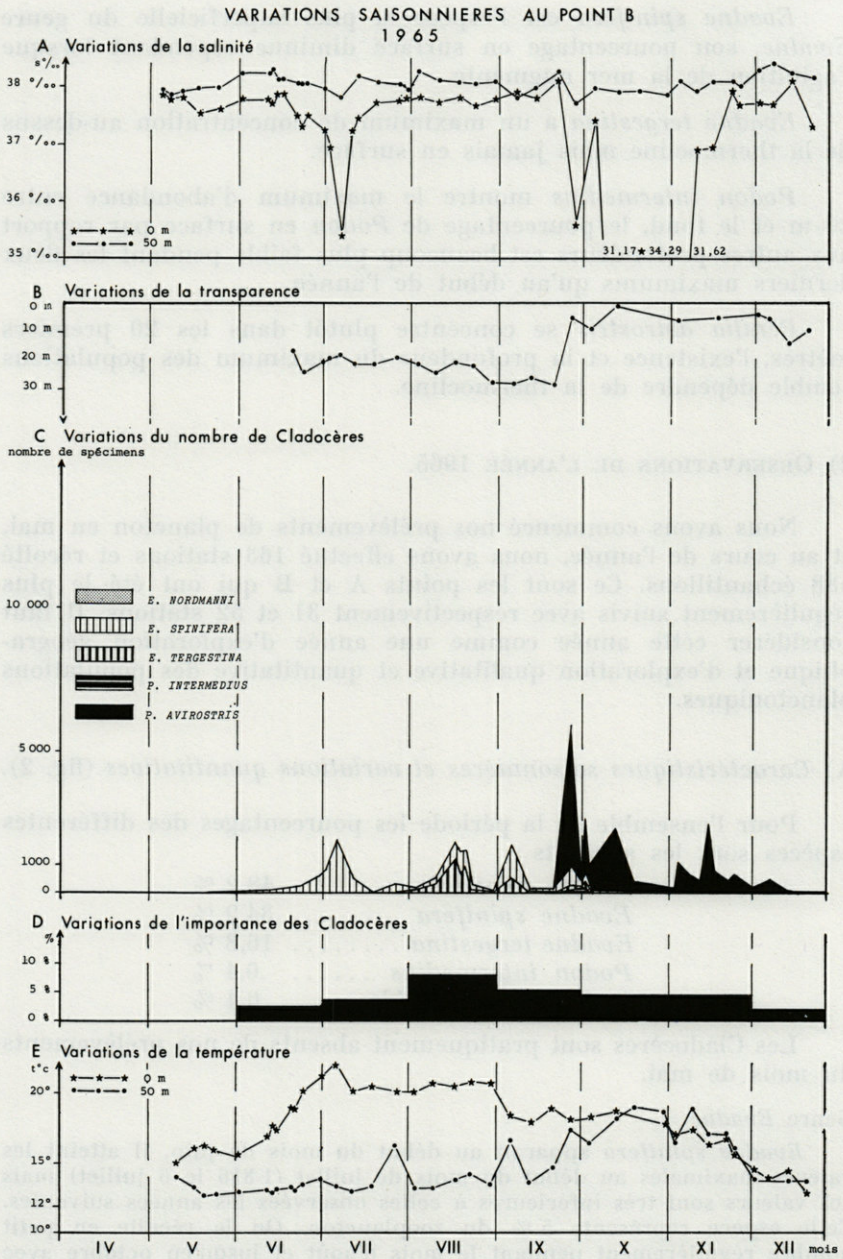


Fig. 2. — Variations saisonnières au point B en 1965.



*Evadne tergestina* apparaît mi-juillet, augmente régulièrement et atteint les valeurs maximales au milieu du mois d'août (1 284 le 17 août), puis diminue. On la trouve, comme l'espèce précédente, jusque début octobre mais sans deuxième maximum, puis occasionnellement jusqu'en décembre. Au moment du maximum d'abondance *E. tergestina* représente 8 % du zooplancton; contrairement à l'espèce précédente, les valeurs atteintes en 1965 sont supérieures à celles des années suivantes. *Evadne nordmanni* n'a pas été trouvé dans les échantillons de cette année.

#### Genre *Podon*

*Podon intermedius* a été trouvé régulièrement de juin à octobre mais toujours en peu d'exemplaires; on constate cependant deux petits maximums, le premier fin juillet, le deuxième fin septembre début octobre; pour cette espèce également les valeurs sont faibles et atteignent à peine 100 spécimens par prise. *Podon polyphemoides* a été trouvé à l'époque des basses salinités automnales et plus particulièrement au début de cette période (160 le 30 septembre).

#### *Penilia avirostris*

*Penilia avirostris* est déjà présente en peu d'exemplaires en juillet mais ce n'est qu'à partir du milieu du mois de septembre qu'elle est régulièrement récoltée, elle atteint alors très vite les valeurs maximales (5 328 le 27 septembre) ce qui représente 12,2 % du zooplancton; on la trouve jusqu'en décembre. Son augmentation numérique coïncide avec les fortes dilutions, cependant il faut remarquer que les plus fortes valeurs s'observent plus particulièrement au début et à la fin de cette période; elle coïncide également avec le minimum de transparence de l'eau (lié à l'apport d'éléments terrigènes et à un accroissement du phytoplancton) et avec la phase d'homogénéisation thermique verticale chaude (augmentation de la profondeur de la thermocline et réchauffement de l'eau proche du fond).

#### B) Conclusions.

Le cycle et la distribution des Cladocères en 1965, par rapport à l'année de référence, offrent les particularités suivantes :

1. l'absence d'*Evadne nordmanni*;
2. la pauvreté numérique de toutes les espèces à l'exception d'*Evadne tergestina*;
3. la faible variation des concentrations des *Evadne* en fonction de la distance à la côte;

confirment les observations suivantes :

#### *Evadne spinifera*,

1. l'époque d'apparition et de maximum d'abondance (avec cependant un léger retard);
2. la reprise automnale et l'époque de disparition;



3. le pourcentage élevé en surface;
4. la plus grande dispersion des résultats en comparaison de ceux des Copépodes par exemple.

*Evadne tergestina*, l'époque d'apparition et de maximum d'abondance.

*Podon intermedius*,

1. l'existence de maximum en août et en septembre-octobre;
2. la plus grande richesse des points B et C comparés aux points A et E.

*Penilia avirostris*,

1. la présence de quelques exemplaires dès le début de l'été et le développement automnal des populations;
2. le caractère néritique côtier de cette espèce;
3. la distribution verticale plus homogène que celle des *Evadne*;

apportent les renseignements complémentaires suivants :

1. l'importance et la variation des pourcentages des Cladocères, en particulier en surface;
2. la dispersion des résultats et les variations quantitatives à court terme comparées à celles des Copépodes. Cette plus grande dispersion des nombres de Cladocères par rapport à ceux des Copépodes peut avoir plusieurs explications :
  - a) les valeurs numériques atteintes par les Cladocères sont moins élevées que celles des Copépodes;
  - b) la méthode de pêche verticale convient moins bien pour les groupes qui ont une répartition verticale très localisée;
  - c) les calculs pour les Cladocères ont été faits sur des résultats spécifiques;
  - d) les Cladocères ont une répartition plus hétérogène que les Copépodes.

### 3) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1966.

En 1966, nous nous sommes plus particulièrement attaché à suivre les variations quantitatives saisonnières des populations planctoniques, augmentant le nombre de stations aux époques d'évolution rapide de certaines espèces.

Nous avons pris comme point de référence le point B et nous nous sommes efforcé d'y faire une station à chacune de nos sorties.

Le rythme des prélèvements aux points du large C et E a été plus régulier et à partir du mois d'août, nous avons effectué une



fois par mois une série de stations sur l'isobathe 55 m vers le nord du point B aux points F, G, H et I.

Nous avons également amélioré nos moyens de pêche. Tout d'abord en adoptant pour tous nos filets, à partir du mois de mars, un vide de maille identique de 160  $\mu$ , inférieur à celui du Hensen-egg qui laissait passer trop de formes. D'autre part, nous avons utilisé à partir du mois d'août des filets fermants pour les pêches horizontales du type Juday-Bogorov, filet standard méditerranéen de l'époque.

#### A) Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives (fig. 3).

En ce qui concerne les Cladocères, on peut résumer le cycle de l'année 1966 en distinguant les phases suivantes :

1. de janvier à mai, seules sont présentes les deux espèces du genre *Podon*;

2. de mai à juin, apparaissent et prolifèrent successivement les trois espèces du genre *Evadne*;

3. de juillet à septembre, le nombre des Cladocères diminue, seuls *Podon intermedius* et *Evadne tergestina* atteignent des valeurs maximales;

4. en septembre-octobre, les *Penilia avirostris* envahissent les échantillons, *Podon intermedius* montre également un maximum;

5. en novembre-décembre, toutes les espèces ont maintenant des valeurs numériques basses.

Pour l'ensemble de l'année (sommées des moyennes par décades) les espèces se répartissent de la façon suivante :

<i>Penilia avirostris</i> . . . . .	53,8 %	des Cladocères
<i>Evadne spinifera</i> . . . . .	27,7 %	
<i>Evadne nordmanni</i> . . . . .	7,9 %	
<i>Podon intermedius</i> . . . . .	7,7 %	
<i>Evadne tergestina</i> . . . . .	1,6 %	
<i>Podon polyphemoides</i> . . . . .	1,3 %	

#### Genre *Evadne*

Les trois espèces apparaissent à peu près en même temps, *E. nordmanni* et *E. spinifera* le 26 avril au point B, *E. tergestina* le 2 mai au point C, mais ce sont les populations d'*E. nordmanni* qui s'accroissent les premières.

##### *Evadne nordmanni*

*E. nordmanni* dépasse 90 % des populations d'*Evadne* dans l'ensemble des prises du mois de mai, les valeurs numériques sont supérieures à 1 000 spécimens par prise après le milieu du mois, cette espèce représente alors 6,6 % du zooplancton des pêches au filet 330  $\mu$  et 3,3 % de



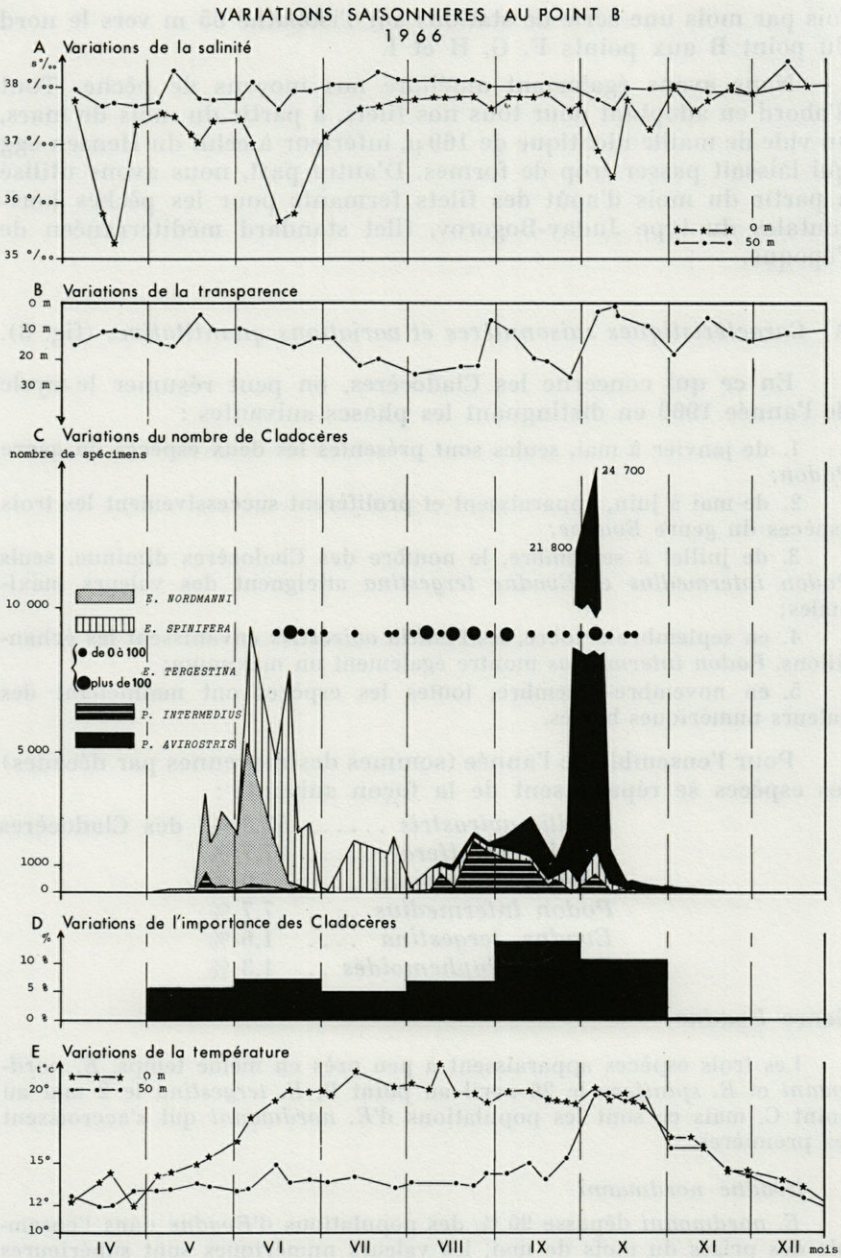


FIG. 3. — Variations saisonnières au point B en 1966.



celles au filet 160  $\mu$ . Au début du mois de juin cette espèce représente encore plus de 90 % des *Evadne* mais le pourcentage diminue régulièrement à cause de l'accroissement des *E. spinifera*, cependant le maximum numérique est atteint le 6 juin (5 000 spécimens, 56 % des *Evadne*). A la fin du mois, le nombre d'*E. nordmanni* est inférieur à 100 et le pourcentage inférieur à 5 % (0 % le 27 juin). On n'en récolte plus pendant le mois de juillet mais ils sont de nouveau présents en septembre (195 le 5 septembre au point B).

#### *Evadne spinifera*

On récolte quelques rares spécimens pendant le mois de mai et ce n'est qu'à partir du début du mois de juin que l'on observe des valeurs numériques élevées. Un premier maximum est atteint pendant la deuxième décade de juin (7 271 le 20 juin soit 8 % du zooplancton des pêches au filet à 330  $\mu$  et 2,7 de celles au filet à 160  $\mu$ ). Les valeurs diminuent à la fin du mois de juin et au début du mois de juillet, mais on a de nouveau des valeurs supérieures à 1 000 jusqu'à la fin du mois. En août, septembre et octobre les populations d'*E. spinifera* restent voisines de 100 spécimens par prise, on n'observe pas de reprise automnale. En novembre-décembre ils ont pratiquement disparu.

#### *Evadne tergestina*

Les valeurs numériques n'ont jamais été très élevées en 1966 et les moyennes par décades n'ont dépassé 100 que quatre fois (mi-juin, mi-août, début septembre et début octobre). C'est pendant le mois d'août que les *E. tergestina* ont des valeurs relativement élevées le plus régulièrement, mais le maximum est atteint début octobre. On n'en trouve pas en novembre-décembre.

### Genre *Podon*.

#### *Podon intermedius*

Au cours de l'année *P. intermedius* passe par quatre maximums, les deux derniers étant très rapprochés. Le premier, début février atteint 200 spécimens par prise; le deuxième, fin mai dépasse 500; le troisième, fin août-début septembre est nettement plus important (1 660 le 24); enfin début octobre on observe à nouveau une valeur voisine de 500. Seuls les échantillons des mois d'avril et de décembre ne comportent pas de *P. intermedius*.

#### *Podon polyphemoides*

Cette espèce a été trouvée en février, mai-juin et septembre-octobre. Sa présence accompagne chaque fois une diminution plus ou moins forte de la salinité. La valeur maximale a été observée en mai (1 344 le 21, ce qui correspond à une des valeurs les plus fortes de l'ensemble de la période étudiée).

#### *Penilia avirostris*

On trouve déjà quelques exemplaires à la fin du mois de juillet, en août les moyennes par décades sont encore inférieures à 100. Les valeurs



numériques augmentent en septembre pour dépasser 20 000 fin septembre-début octobre, puis diminuent très rapidement; elles deviennent rares en novembre et occasionnelles en décembre.

Au moment du maximum, elles représentent à peu près 50 % du zooplancton des pêches au filet 330  $\mu$ .

Comme en 1965 la période de maximum d'abondance coïncide avec la dilution automnale, l'homogénéisation thermique de la couche d'eau au-dessus des fonds de 60 m et la diminution de la transparence de l'eau.

## B) Conclusions.

Le cycle et la distribution des Cladocères en 1966 par rapport à l'année de référence offrent les particularités suivantes :

1. le développement plus précoce des populations d'*E. nordmanni*, *E. spinifera* et *Penilia avirostris*;
2. le décalage plus sensible entre les périodes d'apparition et d'abondance d'*E. nordmanni* et *E. spinifera*;
3. l'absence de reprise automnale nette des *E. spinifera* mais l'existence d'une deuxième période d'abondance en juillet;
4. l'extension de la période de présence d'*E. tergestina*;
5. la diminution et la disparition précoce des populations de *Penilia*;

confirment les observations suivantes :

### *Evadne nordmanni* :

1. la dominance de cette espèce en début de saison;
2. la présence de quelques exemplaires en septembre après la « disparition » en juillet-août;
3. le caractère néritique côtier de cette espèce (points A et B) dès son apparition;
4. la distribution verticale plus homogène que celle d'*E. spinifera*.

### *Evadne spinifera* :

1. la première apparition (début mai) de cette espèce en surface au point E et sa plus grande abondance en ce point par rapport aux autres pour les premières populations (jusque début juillet);
2. la richesse relative des points B et C comparés aux points A et E pour l'ensemble de l'année;
3. le mode de répartition le long de la côte au niveau de l'isobathe 55 m;
4. les pourcentages élevés dans les pêches de surface.



*Evadne tergestina.*

1. la plus grande fréquence en août;
2. le caractère moins côtier de cette espèce par rapport aux deux autres *Evadne*;
3. la distribution verticale plus homogène que celle d'*E. spinifera*.

*Podon intermedius*

1. l'existence, l'époque et l'importance relative des quatre maximums annuels;
2. la plus grande richesse des points B et C comparés aux points A et E en mai-juin;  
la plus grande richesse du point B en août-septembre;
3. le mode de répartition le long de la côte au niveau de l'isobathe 55 m;
4. la distribution verticale plus homogène pendant les deux premiers maximums que pendant les deux autres.

*Penilia avirostris*

1. la présence de quelques exemplaires au début de l'été;
2. le caractère néritique côtier de cette espèce;
3. les concentrations maximales à 20 m de profondeur;  
apportent les renseignements complémentaires suivants :
  1. la localisation des plus grandes concentrations des différentes espèces de Cladocères entre le cap Béar et le cap Creus dans la zone où les isobathes sont les moins resserrées;
  2. la dispersion des résultats de stations sur une même isobathe nettement plus élevée que celle d'une série de prélèvements en une même station;
  3. le pourcentage des Cladocères dans les pêches des filets à 330  $\mu$ , 3 fois environ plus élevé que dans les pêches au filet 160  $\mu$ , en juin, période d'abondance des *Evadne*.

## 4) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1968.

Nous avons conservé le rythme de nos prélèvements aux points B et E et augmenté celui du point C (1 fois par semaine), mais nous avons abandonné les autres points. Je me suis plus particulièrement attaché à étudier la répartition verticale des différentes espèces en fonction de la localisation de la thermocline et la variation de cette répartition avant et après le coucher du soleil (ces résultats seront exposés plus loin).



A) *Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives* (fig. 4).

On peut résumer le cycle de l'année 1968 en distinguant les phases suivantes :

1. de janvier à avril, présence des deux espèces de *Podon*, premier maximum de *P. intermedius*;
2. mai-juin, apparition et maximum des populations d'*Evadne nordmanni* et d'*E. spinifera*;
3. juillet-août, disparition des *E. nordmanni*, diminution des *E. spinifera*, maximum d'*E. tergestina* et deuxième maximum de *P. intermedius*;
4. septembre-octobre, développement des *Penilia*, maximum de *P. intermedius* et reprise des *E. spinifera*;
5. novembre-décembre, diminution et disparition presque complète des différentes espèces.

Pour l'ensemble de l'année, les espèces se répartissent de la façon suivante :

<i>Penilia avirostris</i> . . . . .	49,2 %
<i>Evadne spinifera</i> . . . . .	37,1 %
<i>Podon intermedius</i> . . . . .	4,6 %
<i>Evadne tergestina</i> . . . . .	4,0 %
<i>Evadne nordmanni</i> . . . . .	3,9 %
<i>Podon polyphemoides</i> . . . . .	1,2 %

Genre *Evadne*.*Evadne nordmanni*

Les premiers exemplaires apparaissent le 3 mai, ils dépassent 90 % des *Evadne* jusqu'au 17 mai, la plus forte valeur est atteinte le 17 juin; les variations sont irrégulières. Cette espèce est absente en juillet-août mais on retrouve quelques exemplaires en septembre.

*Evadne spinifera*

Les premiers exemplaires apparaissent également le 3 mai, mais au point E, et le 7 mai au point B. Les valeurs maximales sont atteintes en juillet, on observe aussi un maximum fin juillet puis les populations se maintiennent entre 100 et 5 000 spécimens par prise jusqu'à la fin du mois d'octobre (4 224 le 29 octobre). On trouve encore quelques exemplaires en novembre.

*Evadne tergestina*

Les premiers spécimens ont été trouvés le 7 mai au point B, mais ce n'est qu'à partir de la fin du mois de juin qu'on les observe régulièrement jusqu'en décembre. Les plus fortes concentrations sont début août et début septembre; après le mois d'octobre les populations n'atteignent pas 100 spécimens par prise.



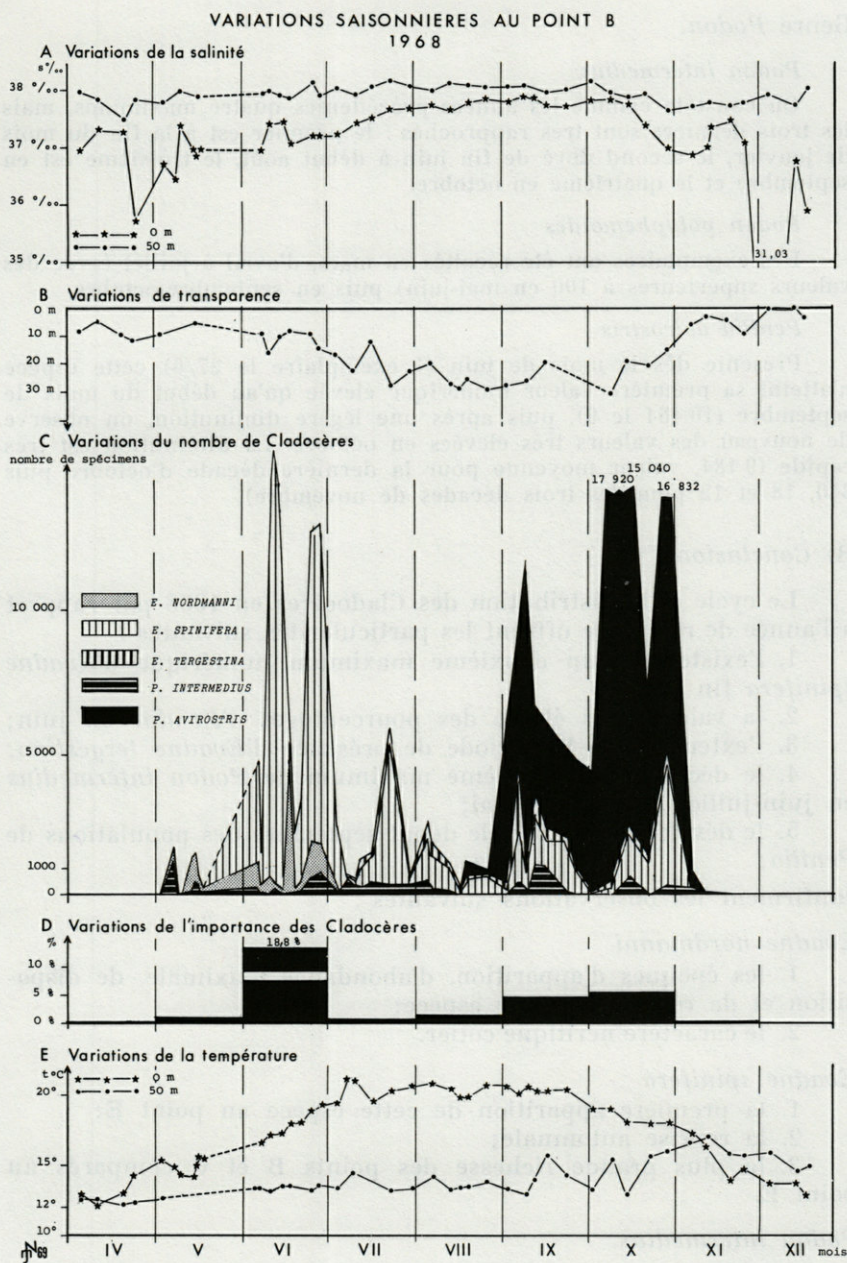


FIG. 4. — Variations saisonnières au point B en 1968.



### Genre *Podon*.

#### *Podon intermedius*

On constate comme les années précédentes quatre maximums, mais les trois derniers sont très rapprochés : le premier est à la fin du mois de janvier, le second dure de fin juin à début août, le troisième est en septembre et le quatrième en octobre.

#### *Podon polyphemoides*

Des exemplaires ont été récoltés en mars, d'avril à juillet (avec des valeurs supérieures à 100 en mai-juin) puis en septembre-octobre.

#### *Penilia avirostris*

Présente dès le mois de juin (1 exemplaire le 27/6) cette espèce n'atteint sa première valeur numérique élevée qu'au début du mois de septembre (10 464 le 9), puis après une légère diminution, on observe de nouveau des valeurs très élevées en octobre. La diminution est très rapide (9 184, valeur moyenne pour la dernière décade d'octobre puis 340, 18 et 12 pour les trois décades de novembre).

### B) Conclusions.

Le cycle et la distribution des Cladocères en 1968 par rapport à l'année de référence offrent les particularités suivantes :

1. l'existence d'un deuxième maximum numérique d'*Evadne spinifera* fin juillet;
2. la valeur plus élevée des pourcentages d'*Evadne* en juin;
3. l'extension de la période de présence d'*Evadne tergestina*;
4. le décalage du deuxième maximum de *Podon intermedius* en juin-juillet au lieu de mai;
5. le développement dès le début septembre des populations de *Penilia*;

confirment les observations suivantes :

#### *Evadne nordmanni*

1. les époques d'apparition, d'abondance maximale, de disparition et de reprise de cette espèce;
2. le caractère néritique côtier.

#### *Evadne spinifera*

1. la première apparition de cette espèce au point E;
2. la reprise automnale;
3. la plus grande richesse des points B et C comparés au point E.

#### *Podon intermedius*.

1. l'existence de quatre périodes d'abondance dans l'année et l'importance relative de chacune;



2. la plus grande richesse des points B et C comparés à E (avec cependant des différences saisonnières);

3. leur répartition dans l'ensemble de la couche d'eau pendant leur premier maximum (janvier-février).

*Penilia avirostris.*

1. la présence au début de l'été de quelques exemplaires et le développement automnal des populations;

2. le caractère néritique côtier de cette espèce au début de sa période d'abondance;

apportent les renseignements complémentaires suivants :

1. l'importance des Cladocères en C pendant la phase d'abondance des différentes espèces, voisine des valeurs maximales observées au point B;

2. la concentration des *Penilia* au sud de l'embouchure du Tech au moment des premières dilutions automnales;

3. la pauvreté relative en Cladocères des eaux proches du rivage (fonds de 3 m) et l'augmentation des différentes espèces jusqu'aux isobathes 12-20 m;

4. le caractère plus côtier de *Podon polyphemoides* comparé aux autres espèces.

5) OBSERVATIONS DE L'ANNÉE 1969.

Au cours de cette année, j'ai voulu observer d'une manière plus précise les variations à court terme des espèces principales; c'est-à-dire *Evadne spinifera* et *Penilia avirostris*. J'ai donc choisi une zone plus proche de la côte pour pouvoir effectuer des prélèvements quotidiens, dans la baie de Banyuls au niveau des fonds de 30 m, dans des conditions voisines du point A des années précédentes. Les pêches ont été faites tous les matins en surface, au même point lorsque les vents le permettaient :

1. en juin, afin d'essayer de retrouver des essaims comme ceux que j'avais observés en 1967 pour *Evadne*;

2. en septembre, pour suivre l'évolution des populations de *Penilia*.

A) *Caractéristiques saisonnières et variations quantitatives* (fig. 5).

Les faits les plus remarquables de cette année sont les suivants :

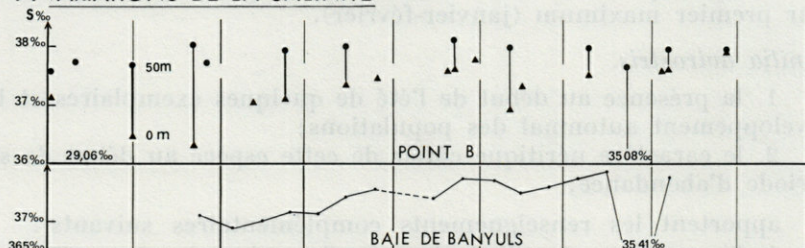
1. l'importance et l'apparition précoce des *Penilia avirostris*;
2. l'apparition précoce des *Evadne nordmanni*;
3. le maximum d'*Evadne spinifera* atteint début août;
4. la richesse de *E. tergestina*.



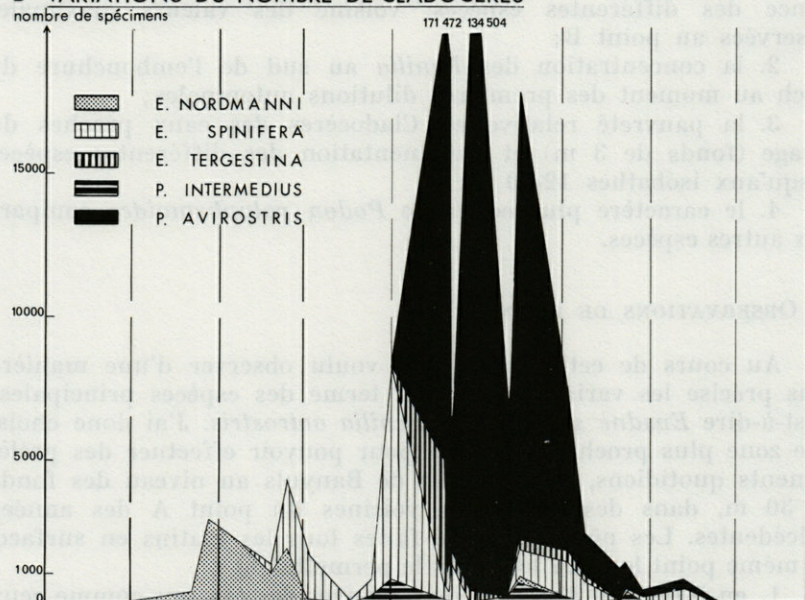
## VARIATIONS SAISONNIÈRES AU POINT B

1969

## A VARIATIONS DE LA SALINITÉ



## B VARIATIONS DU NOMBRE DE CLADOCÈRES



## C VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE

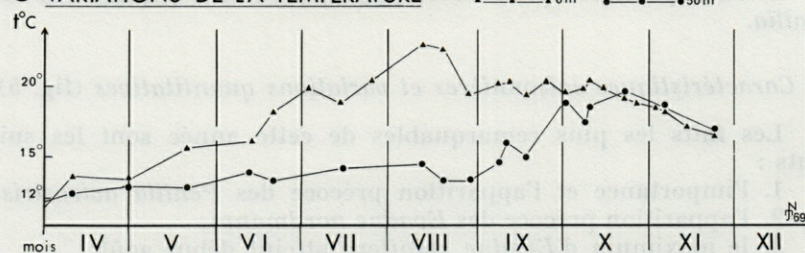


FIG. 5. — Variations saisonnières au point B en 1969.



Pour l'ensemble de l'année les espèces se répartissent de la façon suivante :

<i>Penilia avirostris</i> . . . . .	77,5 %
<i>Evadne spinifera</i> . . . . .	11,1 %
<i>Evadne nordmanni</i> . . . . .	4,4 %
<i>Evadne tergestina</i> . . . . .	4,0 %
<i>Podon intermedius</i> . . . . .	2,7 %
<i>Podon polyphemoides</i> . . . . .	0,3 %

Ces pourcentages correspondent aux observations jusqu'en novembre inclus.

### Genre *Evadne*.

#### *Evadne nordmanni*

Les premiers spécimens apparaissent dans les prélèvements du 1<sup>er</sup> avril (20 dans la pêche verticale du point C, 8 dans celle du point B). Les valeurs maximales sont atteintes à la fin du mois de mai et début juin (2 912 le 28 mai); abondants pendant tout le mois de juin, ils diminuent début juillet puis disparaissent, on en retrouve quelques exemplaires fin août et surtout en septembre (260 le 15 septembre).

#### *Evadne spinifera*

Cette espèce apparaît nettement après *E. nordmanni* (premiers spécimens le 20 juin au point B et quelques rares exemplaires à la côte début juin), elle dépasse 50 % des *Evadne* le 25 juin; moins abondante dans la deuxième moitié de juillet, elle atteint la valeur la plus forte de l'année début août (7 392, le 1<sup>er</sup> août); elle diminue de nouveau fin août - début septembre, puis on observe encore des valeurs proches de 1 000 le 15 septembre et le 2 octobre.

#### *Evadne tergestina*

Les premiers exemplaires ont été récoltés début août, le maximum (4 336 le 20 août) correspond à la plus forte valeur trouvée pour cette espèce pendant les cinq années, ils sont présents mais moins nombreux à la fin du mois d'août et en septembre.

#### *Podon intermedius*

On observe un premier maximum en février, comme les autres années, mais les valeurs sont plus élevées (720 le 3 février); les valeurs sont faibles jusque fin juillet, avec cependant une légère augmentation fin mai correspondant au deuxième maximum; puis les valeurs sont de nouveau fortes début août (848 le 1<sup>er</sup> août) et mi-septembre (760 le 15 après une diminution fin août).

#### *Penilia avirostris*

Présente début août, cette espèce atteint brutalement des concentrations importantes le 19 août. Le maximum est observé près du point B sur des fonds de 45 m (166 400 le 20 août, soit près de 10 spécimens par



litre si on suppose une répartition verticale homogène), *Penilia* constitue alors 48 % du zooplancton dans les filets à 160  $\mu$ . De nombreux prélèvements ont été effectués pendant cette période, les résultats seront exposés dans le paragraphe suivant. A la station du point B le 15 septembre il y avait encore plus de 15 000 *Penilia* et plus de 5 000 le 2 octobre.

#### B) Prélèvements côtiers quotidiens.

##### Première époque : 22 mai - 9 juillet.

La température moyenne de cette période a été de 17°5 : 15°5 à la fin du mois de mai, puis a varié entre 15°5 et 20°0 en juin et début juillet par alternance de périodes de réchauffement et de périodes de refroidissement sous l'influence de la tramontane, comme cela est normal à cette époque.

La salinité moyenne a été de 37,03 ‰ avec quatre valeurs en-dessous de 37 ‰ et un maximum de 37,31 ‰. Ceci correspond à une dilution importante, dilution attribuée les autres années aux eaux du Rhône situées au large de Banyuls et rabattues sur la côte. Cependant ce phénomène ne peut expliquer à lui seul une telle diminution de la salinité, celle-ci doit être due aux pluies exceptionnelles pour la saison, l'apport d'eau douce des fleuves locaux atteignant la région de Banyuls grâce au courant côtier nord-sud.

Au point B dans les prises verticales, *E. nordmanni* était présent avec des valeurs voisines de celles des autres années, *E. spinifera* était, par contre, moins abondant (moins de 50 % des *Evadne*).

D'une façon générale on peut cependant constater que cette période est normale par rapport aux autres années à l'exception de l'apport plus important d'eau douce.

Dans les pêches côtières les premiers exemplaires d'*Evadne nordmanni* ont été trouvés le 3 juin puis régulièrement jusqu'au 4 juillet sans atteindre jamais des valeurs numériques élevées; *E. spinifera* par contre représente plus de 90 % des Cladocères. Je n'ai cependant pas observé d'essaims ou de concentrations vraiment exceptionnelles.

Il est vrai que pendant cette période, les Acanthaires étaient particulièrement nombreux et nous avons pu constater que, dans de telles conditions, les populations de Cladocères comme celles de Copépodes n'atteignaient pas des valeurs numériques importantes.

##### Deuxième époque : 19 août - 7 novembre.

Les variations des populations de *Penilia* ont été suivies quotidiennement à partir du 19 août, date de leur apparition.



Cette période a été caractérisée par une série de coups de vents du nord à l'origine de refroidissements de la température de surface et d'un léger afflux d'eau superficielle du large plus salée, et par un coup de vent du sud qui provoque à la côte une remontée des eaux subsuperficielles plus froides et plus salées. Des orages violents et fréquents ont été à l'origine de dilutions côtières faisant varier rapidement la salinité de la baie de Banyuls (la valeur moyenne de la salinité de surface était de 37,43 ‰ ce qui est nettement plus faible que les autres années à même époque). Les températures correspondaient à celles des autres années (JACQUES et Coll., 1971).

Les populations de *Penilia* montraient des variations importantes non seulement quantitatives, mais aussi qualitatives (rapport du nombre de spécimens sexués au nombre de spécimens parthénogénétiques, nombre moyen d'embryons par femelle, pourcentage de cadavres); ceci prouve que nous avons à Banyuls des populations transportées par les courants côtiers et non des populations évoluant sur place.

### C) Conclusions.

Le cycle et la distribution des Cladocères en 1969 par rapport à l'année de référence offrent les particularités suivantes :

1. le développement plus précoce des populations d'*Evadne nordmanni*;
  2. le décalage plus net entre les périodes d'apparition et d'abondance d'*E. nordmanni* et *E. spinifera*;
  3. le maximum d'*E. spinifera* en août;
  4. le deuxième maximum de *Podon intermedius* en juillet-août au lieu de mai;
  5. le développement précoce et la très grande abondance des *Penilia*;
  6. d'une façon générale à l'exception d'*E. spinifera*, l'abondance des Cladocères;
- confirment les observations suivantes :

#### *Evadne nordmanni*

1. la présence de cette espèce en automne après la « disparition » en juillet-août;
2. le caractère moins épiplanctonique comparé à *E. spinifera*.

#### *Evadne spinifera*

1. l'existence de nouvelles valeurs fortes en automne;
2. le caractère nettement superficiel de cette espèce.



*Evadne tergestina*

l'époque de ses concentrations maximales.

*Podon intermedius*

l'existence de quatre maximums au cours du cycle annuel (moins nette cependant que les autres années).

*Penilia avirostris*

1. la présence de quelques exemplaires au début de l'été;
2. la localisation des plus fortes concentrations juste au-dessus de la thermocline;
3. l'origine de ces populations et leur transport par le courant côtier N.S.;

apportent les renseignements complémentaires suivants :

1. la diminution des différents groupes de zooplancton en présence de fortes concentrations d'Acanthaires;
2. le caractère exceptionnel des essaims d'*Evadne spinifera*;
3. les grandes variations à court terme (d'un jour à l'autre) des caractéristiques hydrologiques de la baie de Banyuls;
4. l'importance du courant côtier N.S. et la succession de nouvelles populations de *Penilia*;
5. les variations de la distribution verticale des *Penilia* et le tassement à la côte des populations après une période de tramontane;
6. le coefficient de variations des prélèvements verticaux à une station pour *Penilia*, plus faible que celui d'*Evadne*.

## II. — OBSERVATIONS PARTICULIÈRES

Avant d'aborder cette partie du travail, il est nécessaire de résumer quelques observations concernant les caractéristiques climatiques et hydrologiques de la région ainsi que certains cas particuliers de la distribution.

1) *Climat et Hydrologie* : principaux renseignements nécessaires à la compréhension du cycle et de la répartition des Cladocères (JACQUES et Coll., 1969).

*Les vents.*

1. la Tramontane dépasse 5 m/s en moyenne deux jours sur trois, elle souffle souvent plus fort d'avril à juin et en novembre;



2. les brises marines sont fréquentes en été, elles provoquent un léger afflux d'eaux subsuperficielles à la côte.

*Les conditions thermiques.*

3. le réchauffement rapide des eaux superficielles peut être sensiblement décalé selon les années sous l'action des vents;

4. le maximum thermique des eaux superficielles se situe début août;

5. le réchauffement le plus important des niveaux 30 à 60 m se situe en automne;

6. la thermocline qui caractérise la phase d'hétérogénéité verticale, se forme mi-juin et disparaît en automne;

7. la fin de cette phase peut différer d'une année à l'autre en particulier selon le mois des pluies d'automne;

8. il n'y a pratiquement pas de différence sensible dans la structure thermique parallèlement à la côte le long de l'isobathe 55 m;

9. les principales différences entre le large et la côte sont les températures de surface plus chaudes au large et l'absence d'homogénéisation thermique de l'ensemble de la couche d'eau à des températures supérieures à 13 °;

10. les écarts entre les températures de l'eau côtière superficielle en 1965-1968, par rapport au cycle moyen établi sur quinze années, ont été faibles.

*Les salinités inférieures à 37,7 ‰.*

11. les dilutions se manifestent à trois époques de l'année : à l'automne, en liaison avec les pluies locales; en février par l'arrivée, le long de la côte, d'eau du Rhône et des fleuves languedociens; en été par l'extension, du large vers la côte de l'aire de dilution rhodanienne;

12. le cap Béar protège la baie de Paulilles en rejetant vers le large le courant côtier venant du nord.

Le Golfe du Lion, dont la région de Banyuls constitue la limite sud, se caractérise par l'importance de la zone néritique, par les eaux de basse salinité enrichies en apports terrigènes et peu transparentes, par les températures les plus froides de Méditerranée occidentale et par des vents violents pendant toute l'année.



## 2) *Podon polyphemoides*, CYCLE ET RÉPARTITION.

J'ai rassemblé ici les observations sur cette espèce.

*Podon polyphemoides* est connue comme une espèce néritique et cosmopolite tempérée (GIBITZ, 1921), elle constitue des populations en général peu abondantes en mer et bien développées dans les étangs saumâtres (CANNICI, 1958), cependant, elle atteint des concentrations importantes en Mer Noire (DOLGOPOLSKAIA, 1958), en Mer d'Azov et en Mer Caspienne (RIVER et MORDUKHAI-BOLTOVSKOI, 1966), en Adriatique dans l'hyponeuston (SPECCHI, 1968).

On la récolte également le long de la côte d'Israël où elle peut être considérée comme indicatrice des eaux du Nil (KOMAROVSKY, 1953), dans le Golfe de Tarente (DE ANGELIS et DELLA VALLE, 1959), au débouché du Rhône (BRUN, 1967; BLANC et COLL., 1969) ou dans le port de Castellon (SAN FELIU et MUNOZ, 1965); enfin je l'ai récoltée en rade de Toulon et, en très petite quantité, à Villefranche-sur-Mer.

Cette espèce ne présente pas de caractéristique saisonnière marquée, sa liaison avec les dilutions ou les eaux peu salées paraît bien nette en Méditerranée et se retrouve dans d'autres régions (Baltique, ACKEFORS, 1971, baie de Chesapeake, BOSCH et TAYLOR, 1968), JEFFRIES (1967) la considère même comme une véritable espèce d'estuaire.

A Banyuls elle ne constitue, pour l'ensemble du cycle annuel, qu'environ 0,5 % du nombre total de Cladocères. On peut la trouver pendant toute l'année avec toutefois deux périodes nettement préférentielles, mai à juillet et septembre-octobre.

Ces deux périodes correspondent à deux des trois époques de dilutions du cycle annuel de Banyuls; la troisième, celle de la saison froide, provoque bien l'apparition de *P. polyphemoides* mais en nombre peu élevé.

Pour l'ensemble des cinq années d'observations on peut dénombrer une vingtaine de dilutions, 17 sont accompagnées de *P. polyphemoides*; la liaison de cette espèce avec les eaux diluées est bien vérifiée à Banyuls.

C'est en zone néritique et plus particulièrement au point B qu'on la récolte en plus grand nombre (pour B = 10 on a 0,7 en A; 0,4 en F; 0,8 en C et 0,2 en E), ce qui s'explique par le trajet du courant côtier et l'influence du cap Béar.

L'analyse des prélèvements horizontaux précise cette distribution et le phénomène de transport par le courant de nord. Au moment des maximums d'abondance on trouve bien le plus grand nombre de spécimens en surface, mais en dehors de ces stations on a, en moyenne, 54 % à 50 m, 22 % à 20 m et 24 % en surface. Cette espèce semble donc se localiser en surface au moment de son



apparition mais par la suite elle s'enfoncé et ne trouvant plus les conditions écologiques satisfaisantes, les populations ne se développent pas.

### 3) LES CLADOCÈRES DANS LE PLANCTON SUPERFICIEL.

Nous avons vu que les plus fortes concentrations des Cladocères du genre *Evadne*, surtout *E. spinifera*, s'observaient dans les prélèvements de surface. J'ai voulu préciser cette distribution.

Depuis DELLA CROCE et SERTORIO (1959) et surtout ZAITSEV (1961) plusieurs auteurs se sont attachés à étudier la composition spécifique de ce niveau particulier, l'hyponeuston, mais peu d'entre eux se sont intéressés aux Cladocères.

DELLA CROCE et SERTORIO (1959) trouvent *E. spinifera* dans toutes les microstrates du premier mètre, sans concentration à un niveau particulier; FENAUX (1968) les trouve en plus grande abondance de jour que de nuit principalement dans les cinq premiers centimètres, CHAMPALBERT (1968) récolte *E. spinifera*, *E. tergestina*, *Podon intermedius* et *Penilia avirostris* quelquefois en grand nombre, mais aucune d'entre elles ne vit préférentiellement dans l'hyponeuston.

GHIRARDELLI (1966) et SPECCHI (1968) dans le Golfe de Trieste, ont trouvé de très fortes concentrations de *E. nordmanni* et *Podon polyphemoides* dans la couche 7 à 27 cm alors que ces espèces étaient nettement moins abondantes aux autres niveaux, mais ces auteurs préférèrent cependant employer l'expression « microdistribution superficielle ».

J'ai comparé les niveaux 0 et 1 m avec des filets type Clarke - Bumpus montés sur un bâti en bois.

Mes observations confirment les résultats antérieurs; les Cladocères, même ceux du genre *Evadne*, ne présentent pas de distribution préférentielle pour l'hyponeuston. On peut constater que l'agitation de la mer diminue les concentrations du niveau 0. Pour *E. spinifera*, par mer 0, on a un rapport de 1,5 entre les concentrations à 1 m et à 0 m; par mer 1 on a 1,7 et par mer 2 on a 2,6.

### 4) VARIATIONS NYCTHÉRALES DE LA DISTRIBUTION VERTICALE.

J'ai voulu savoir si les espèces, qui avaient tendance à se concentrer dans les niveaux superficiels pendant le jour, manifestaient encore cette tendance pendant la nuit, surtout pendant la période où les gradients verticaux sont très marqués.

Des migrations verticales ont été observées sur de nombreux Cladocères d'eau douce, mais nous avons très peu de renseignements sur les espèces marines.



Ces renseignements montrent cependant qu'il y a des changements nycthémeraux dans la distribution verticale (HANSEN, 1951; BARNES, 1953; GHIRARDELLI, 1966; CHAMPALBERT, 1968; FENAUX, 1968; SPECCHI, 1968). On peut récolter la nuit en surface des espèces absentes le jour et inversement les concentrations des espèces superficielles le jour, sont moins importantes la nuit.

J'ai effectué six sorties à différents mois de la période d'hétérogénéité verticale, aux moments des maximums d'abondance d'*Evadne* et de *Penilia avirostris*.

### Conclusions.

Il est très difficile de tirer des règles générales absolues de variations de la distribution verticale des Cladocères après le coucher du soleil. En effet de nombreux facteurs biotiques et abiotiques viennent se superposer au changement des conditions lumineuses. Je citerai en particulier :

a) l'agitation de la mer, variable d'une sortie à l'autre et même au cours d'une sortie;

b) la structure thermique, également différente à chaque sortie;

c) enfin, la composition des populations planctoniques et le stade d'évolution des Cladocères.

On peut cependant assurer, que d'une façon générale, le niveau de plus forte concentration pour une espèce donnée, n'est pas le même avant et après le coucher du soleil; les populations ont tendance à se répartir de façon plus uniforme dans toute la couche d'eau, malgré l'existence de gradient thermique, après le coucher du soleil.

Si on fait pour chaque espèce la moyenne des pourcentages au-dessus de la thermocline par rapport au nombre total de spécimens de l'ensemble des prélèvements, on peut alors classer les espèces dans l'ordre suivant (Tableau I) :

TABLEAU I  
*Cladocères, variations nycthémerales en été*  
(ensemble des prélèvements de 0 à 50 m).

Pourcentage au-dessus de la thermocline	Avant le coucher du soleil	Après le coucher du soleil	Différence
<i>Evadne spinifera</i>	92 %	72 %	- 20 %
<i>Evadne tergestina</i>	83 %	60 %	- 23 %
<i>Evadne nordmanni</i>	83 %	66 %	- 17 %
<i>Podon intermedius</i>	64 %	53 %	- 11 %
<i>Penilia avirostris</i>	77 %	77 %	0 %



Les trois espèces d'*Evadne* montrent donc les déplacements les plus importants, vu la valeur élevée de leur pourcentage en surface le jour, il est logique de penser que la lumière joue un rôle essentiel dans leur répartition verticale. Par contre le pourcentage de *Penilia* ne varie pas.

On peut préciser ces variations en envisageant seulement les niveaux 0 et 20 m (Tableau II) et en calculant le pourcentage en surface par rapport à l'ensemble 0 plus 20 cm.

TABLEAU II  
*Cladocères, variations nyctémérales  
dans la couche au-dessus de la thermocline.*

Pourcentage en surface	Avant le coucher du soleil	Après le coucher du soleil	Différence
<i>Evadne nordmanni</i>	83 %	24 %	- 59 %
<i>Evadne spinifera</i>	89 %	56 %	- 33 %
<i>Podon intermedius</i>	14 %	6 %	- 8 %
<i>Evadne tergestina</i>	46 %	48 %	+ 2 %
<i>Penilia avirostris</i>	47 %	69 %	+ 22 %

Ceci permet surtout de mettre en évidence le mouvement inverse des *Penilia* qui, dans la couche située au-dessus du gradient thermique le plus fort, ont tendance à se concentrer en surface après le coucher du soleil.

Un exemple est donné dans la figure 6, montrant l'homogénéisation verticale nocturne des Cladocères (en particulier *E. spinifera* et *P. avirostris*). On peut remarquer que cette tendance s'observe de façon assez générale dans le plancton (cf. Ostracodes, Doliolles, larves de Décapodes...).

##### 5) CARACTÉRISTIQUES DES POPULATIONS (taille, pouvoir de reproduction, génération sexuée).

###### 1) Caractéristiques des populations d'*Evadne*.

En Manche, les travaux de JORGENSEN (1933) CHENG (1947) et BAINBRIDGE (1958) nous offrent de nombreux renseignements sur les populations d'*Evadne nordmanni*.

En Méditerranée, les résultats concernant les cycles vitaux sont plus rares, les principaux travaux sont ceux de DOLGOPOLSKAIA (1958) en Mer Noire, LE TOURNEAU (1961) et LEVEAU (1965) dans le golfe de Marseille.



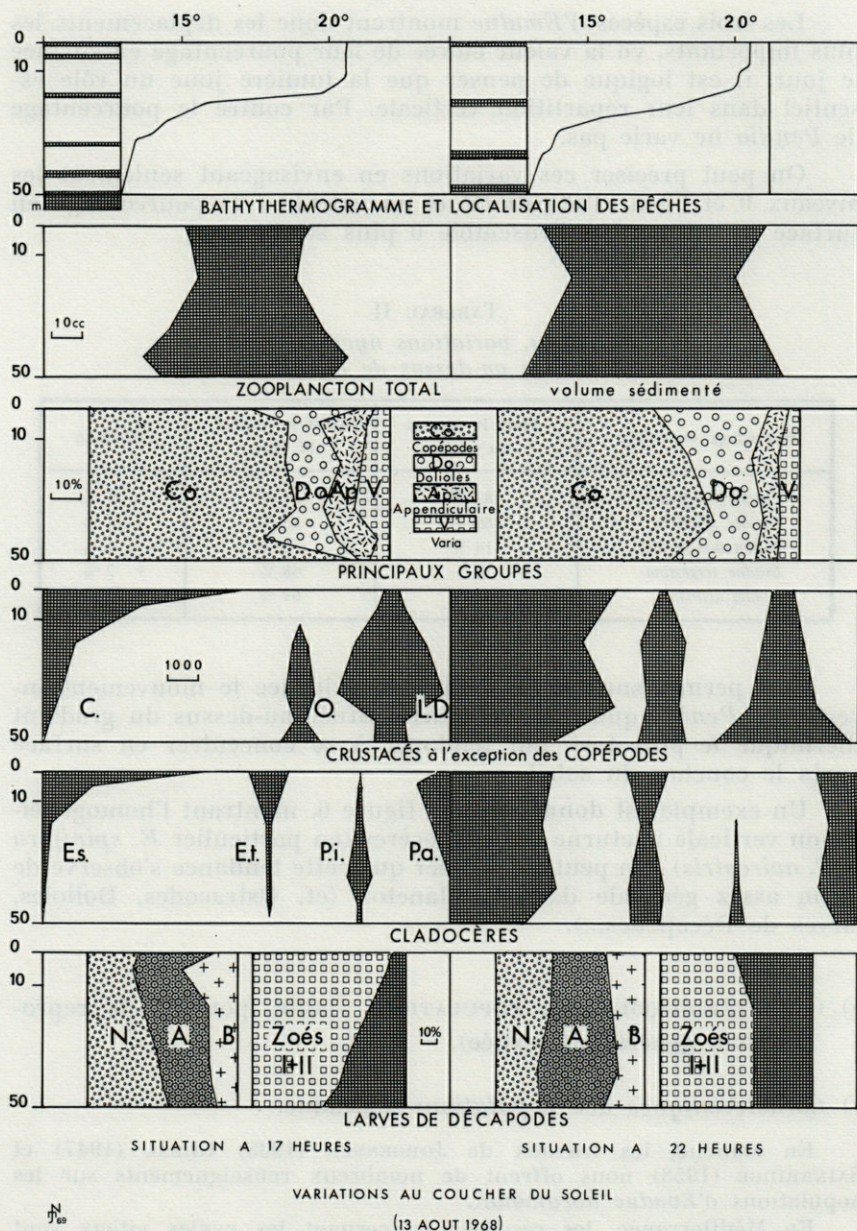


FIG. 6. — Distributions verticales comparées avant et après le coucher du soleil (Point B, 13 août 1968).

C. : Cladocères; O : Ostracodes; L.D. : larves de Décapodes; E.s. : *Evadne spinifera*; E.t. : *Evadne tergestina*; P.i. : *Podon intermedius*; P.a. : *Penilia avirostris*; N : *Natantia*; A : *Anomura* + *Thalassinidea*; B : *Brachyura*.



Je me suis attaché plus particulièrement à préciser les caractéristiques des premières populations afin d'en déceler l'origine et dans une certaine mesure les exigences écologiques.

Cette étude permet de distinguer très nettement *Evadne tergestina* des deux autres espèces d'*Evadne*.

En effet les premières populations d'*E. spinifera* et d'*E. nordmanni* sont caractérisées par l'existence simultanée de deux générations; l'une, âgée, de grande taille, avec un fort pouvoir de reproduction; l'autre, moins importante, plus petite, sans embryon bien développé. Il est donc logique de penser que ces populations ont commencé leur développement dans une autre région avant de se multiplier dans cette partie du Golfe du Lion.

Enfin la rareté des femelles avec œuf de durée (deux récoltes pour *E. spinifera*, zéro pour *E. nordmanni*) accentue le fait que la région de Banyuls est chaque année « réenvahie » par ces deux espèces.

Il n'en est pas de même pour *E. tergestina*, dont les premières populations apparaissent avec un faible pourcentage d'exemplaires âgés et dont les femelles sexuées se récoltent régulièrement à Banyuls.

Le pouvoir de reproduction assez faible au début de la saison par rapport aux deux espèces précédentes et sa diminution moins marquée sont en accord avec l'influence de la température, *E. tergestina* apparaissent au moment du maximum du cycle thermique (THIRIOT, 1972).

Les tailles d'*E. spinifera* et *E. tergestina*, plus petites que celles trouvées par DOLGOPOLSKAIA (1958), s'expliquent par les températures de l'eau, plus élevées qu'en Mer Noire.

La figure 7 indique les diagrammes de fréquence des longueurs pour les trois espèces entre le 7 mai et le 13 août 1968. On peut envisager la superposition de trois générations pour *E. nordmanni*, cinq pour *E. spinifera* et trois pour *E. tergestina*.

## 2) Caractéristiques des populations de *Penilia avirostris*.

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux caractéristiques biologiques des populations de *Penilia* en Méditerranée : DOLGOPOLSKAIA (1958) et PAVLOVA (1959) en Mer Noire; STEUER (1933) et SPECCHI (1965) en Adriatique; DELLA CROCE (1964), DELLA CROCE et BETTANIN (1965), CASANOVA (1964, 1965, 1966), LEVEAU (1965) et RAVERA (1967) en Méditerranée occidentale; on peut citer également TOCABENS (1959) dans l'étang de Thau.

Les observations de ces différents auteurs ne sont pas absolument concordantes. Il semble cependant que d'une façon générale, le pouvoir



EVADNE NORDMANNI

POPULATIONS D'EVADNE  
Diagramme des longueurs

1968

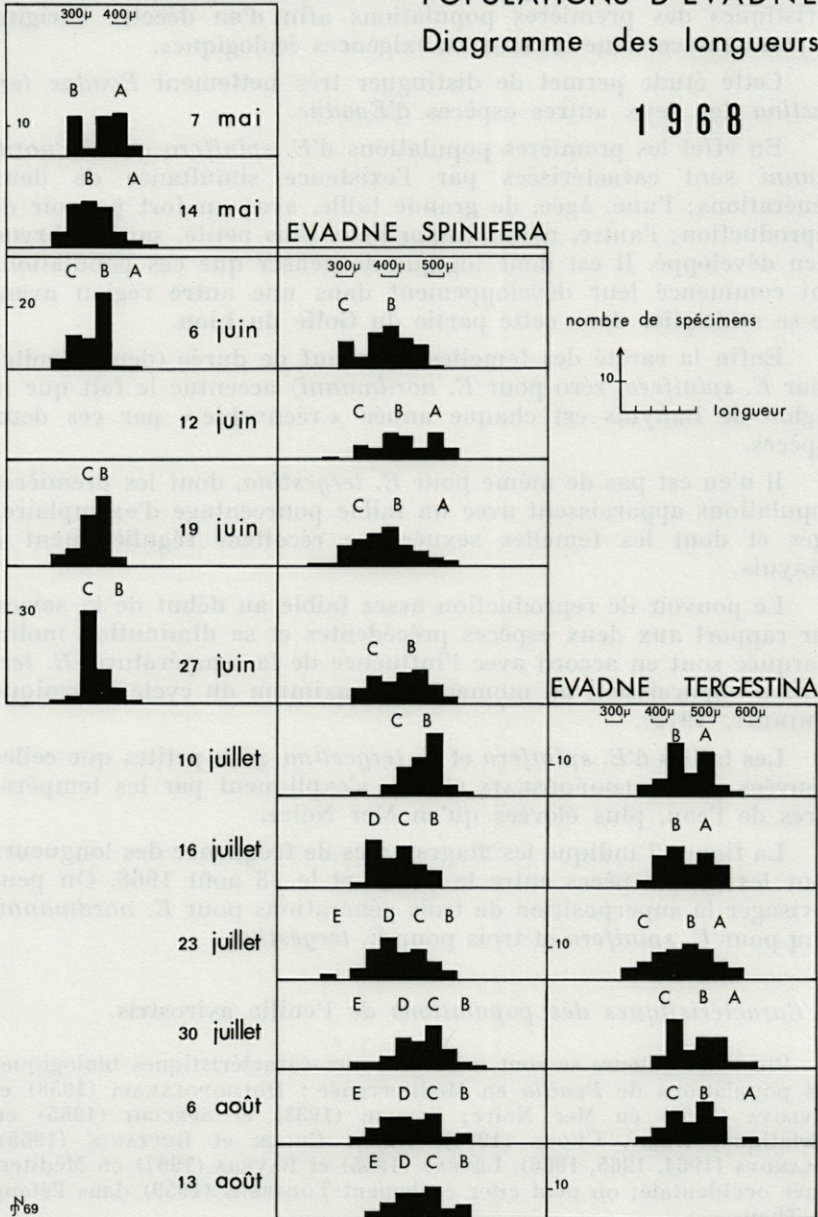


FIG. 7. — Succession des générations d'Evadne en 1968.



de reproduction diminue au cours de la période de présence des *Penilia* dans le plancton et que l'apparition des mâles soit liée à la phase de dépression du cycle parthénogénétique.

En 1967, pour l'ensemble des prises, la moyenne des pourcentages de mâles par rapport à la totalité de la population est de 4,5 %. On n'observe pas de relation entre la valeur de ce pourcentage et l'abondance des populations. Les femelles avec œuf de durée sont plus rares, je ne les ai trouvées qu'au début de la période d'abondance.

En 1969, le pourcentage moyen de mâles est légèrement supérieur (8,8 %); ils apparaissent peu de temps après les premiers prélèvements riches, mais les pourcentages les plus élevés s'observent lorsque l'importance des populations de *Penilia* accuse une diminution dans le zooplancton. Les femelles avec œufs de durée sont toujours plus rares.

Le nombre moyen d'embryons est de 3,9 (maximum 12), contrairement aux observations antérieures le pouvoir de reproduction semble plutôt augmenter au cours de la saison.

A Naples la diminution du pouvoir de reproduction est surtout sensible au début du cycle, de mai à juillet (fig. 8). Si on accepte l'hypothèse de l'influence de la température sur le nombre d'embryons qui se développent dans la cavité incubatrice, la différence entre Naples et Banyuls peut s'expliquer; en effet à Naples, la diminution de pouvoir de reproduction correspond à une période de réchauffement de l'eau, alors qu'à Banyuls les populations apparaissent après le maximum thermique, le nombre d'embryons a tendance à augmenter.

#### 6) RÉSULTATS DE PRÉLÈVEMENTS OCÉANIQUES HIVERNAUX EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE.

De 1964 à 1969 nous avons participé à plusieurs campagnes en fin d'hiver début de printemps (RAZOULS et THIRIOT, 1972-73) dans le Golfe du Lion, en Mer de Ligurie, au large de la côte ouest de Sardaigne et de Corse et dans le canal de Sardaigne.

Ces campagnes ont eu lieu en dehors des périodes d'abondance des Cladocères *Evadne* et *Penilia* à la côte et il est intéressant de noter leur présence en pleine mer.

##### 1. Golfe du Lion; mars-avril 1964, mars 1966, mars-avril 1969.

J'ai récolté *E. tergestina* à deux stations et *E. spinifera* à huit stations, toujours par un ou deux exemplaires.



POPULATIONS DE *PENILIA AVIROSTRIS*

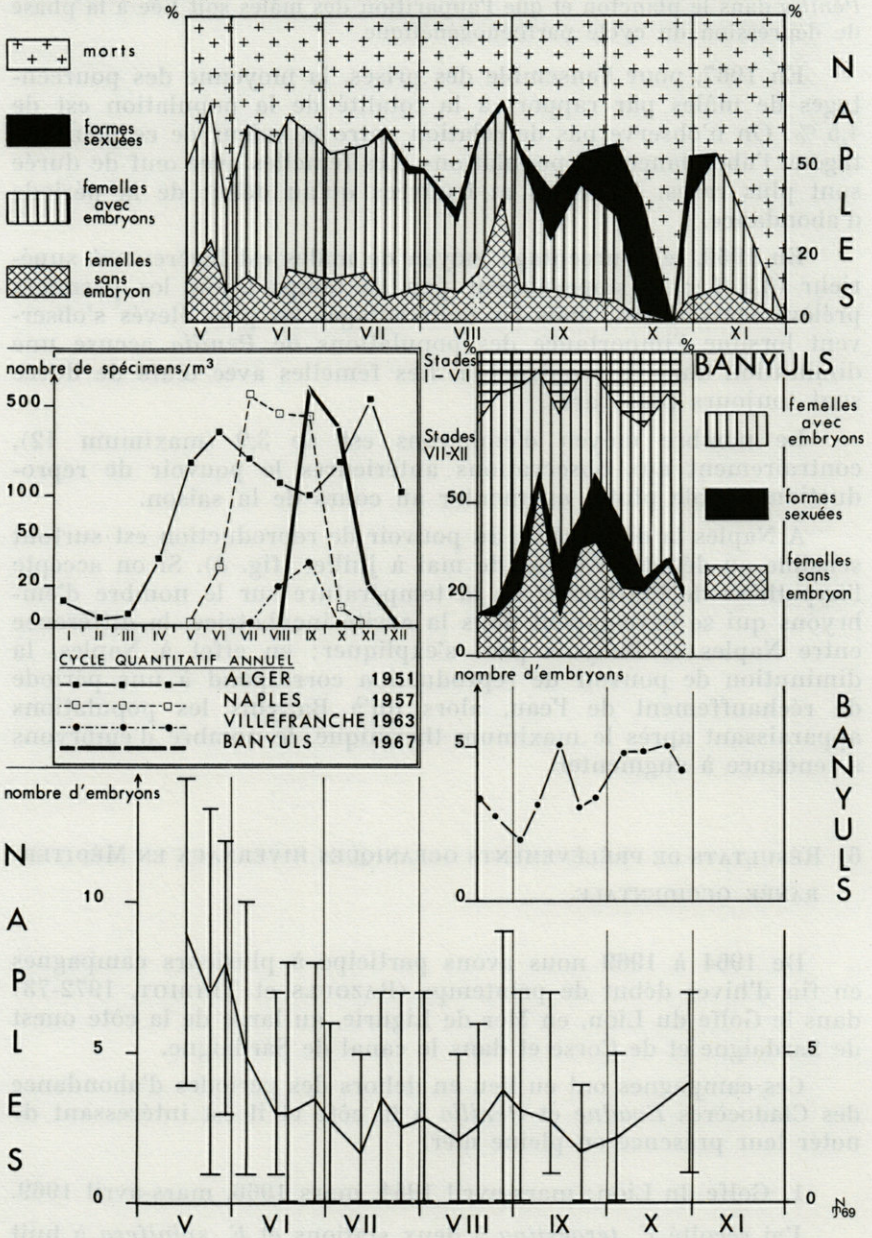


FIG. 8. — Comparaison des variations saisonnières de *Penilia avirostris* en Méditerranée.



## 2. Mer de Ligurie; mars 1964.

*E. spinifera* a déjà été signalé à cette époque de l'année au large de Villefranche (TREGOUBOFF, 1963); je l'ai récolté en petite quantité près des côtes de Corse et de Provence. Ce sont des femelles de grandes tailles (780  $\mu$  de hauteur) et de pouvoir de reproduction élevé (5,9) comme les premières populations qui apparaissent à Marseille (LEVEAU, 1965) ou à Banyuls.

## 3. Côte occidentale de Sardaigne et de Corse; février-mars 1966.

Les trois espèces d'*Evadne* ont été trouvées : *E. tergestina*, la plus rare à deux stations seulement, *E. nordmanni* la plus abondante surtout dans la partie sud.

*Penilia avirostris*, déjà signalée en janvier par CASANOVA (1964), est présente également dans la partie sud (on ne la récolte dans les prélèvements horizontaux de surface que la nuit).

## 4. Canal de Sardaigne; février-mars 1967 et 1968.

Si à Palerme (GIACOMELLI, 1965) et à Cagliari (ANICHINI, 1960) les Cladocères ne se récoltent pas à la saison froide, sur les côtes d'Afrique du Nord, les Cladocères *Penilia* et *Evadne* constituent un élément permanent du zooplancton de la baie d'Alger (ROSE, 1927, 1933, 1935; BERNARD, 1955) et F. KTARI a observé une apparition exceptionnelle d'*E. nordmanni* en février-mars 1966 dans le Golfe de Tunis (communication personnelle).

Je n'ai trouvé qu'un seul spécimen de *Penilia*; *E. tergestina* reste rare, par contre *E. nordmanni* et *E. spinifera* sont présents à un certain nombre de stations.

Les stations à *E. nordmanni* sont proches de la côte de Sardaigne et sous l'influence d'un courant venant d'une zone néritique.

Les populations d'*E. nordmanni* et *E. spinifera* sont constituées de femelles parthénogénétiques de grande taille à fort pouvoir de reproduction (*E. spinifera* 880  $\mu$  de hauteur 6,1 embryons; *E. nordmanni* 622  $\mu$ , 3,9 embryons) comme les premières populations de Banyuls et de Marseille.

En conclusion, ces prélèvements océaniques hivernaux apportent les précisions suivantes :

1. Golfe du Lion : présence de quelques rares exemplaires d'*Evadne*.
2. Côte occidentale de Sardaigne et de Corse : présence de *Penilia* et des trois espèces d'*Evadne*, absence de *Penilia* dans les prélèvements superficiels de jour.
3. Canal de Sardaigne : présence des quatre espèces, caractéristiques des populations d'*E. nordmanni* et *E. spinifera* correspondant à celles des premières populations apparaissant à Banyuls.
4. Mer de Ligurie : présence d'*E. spinifera* seulement, avec les caractéristiques des premières populations.



### III. — DISCUSSION ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les différentes observations effectuées au cours de ces cinq années doivent permettre d'établir les principales caractéristiques du cycle et de la distribution des Cladocères dans la région de Banyuls, en relation avec les facteurs du milieu que nous connaissons.

#### 1) CARACTÉRISTIQUES SAISONNIÈRES ET VARIATIONS QUANTITATIVES. ESPÈCES A CARACTÉRISTIQUES SAISONNIÈRES MARQUÉES.

La majorité des espèces à Banyuls présentent un caractère saisonnier; seules les deux espèces du genre *Podon* peuvent être récoltées dans le plancton pendant toute l'année.

Une telle périodicité est due en partie aux variations saisonnières de certains facteurs du milieu, ou à la biologie de ces espèces. C'est pourquoi il est intéressant de préciser au maximum les conditions du milieu aux différentes phases des cycles pour une région donnée et les écarts observés d'une année à l'autre, afin d'améliorer nos connaissances sur les exigences écologiques de ces espèces et de faire, par comparaison avec d'autres régions, la part de l'influence des facteurs exogènes et du rôle des rythmes endogènes.

#### A) Comparaison et synthèse des observations à Banyuls.

La comparaison des cinq courbes annuelles (fig. 1-5) met en évidence les ressemblances des années 1966, 1967 et 1968, l'année 1965 se distingue par la pauvreté numérique des différentes espèces, l'année 1969, au contraire, par l'abondance des *Penilia*. Les différences saisonnières les plus marquées s'observent également en 1969 (maximum d'*E. spinifera* début août et développement des populations de *Penilia* fin août).

Pour l'ensemble de la période étudiée d'après les observations au point B, les différentes espèces de Cladocères se trouvent dans les proportions suivantes pour la région de Banyuls :

<i>Penilia avirostris</i> . . . . .	57,0 %
<i>Evadne nordmanni</i> . . . .	4,4 %
<i>Podon intermedius</i> . . . .	2,7 %
<i>Evadne spinifera</i> . . . . .	28,7 %
<i>Evadne tergestina</i> . . . .	4,0 %
<i>Podon polyphemoides</i> . .	0,3 %



Les concentrations maximales pour chaque espèce, évaluées en nombre de spécimens sous 1 m<sup>2</sup> sont de :

<i>Penilia avirostris</i> . . . . .	400 000
<i>Evadne nordmanni</i> . . . . .	12 500
<i>Podon intermedius</i> . . . . .	7 500
<i>Evadne spinifera</i> . . . . .	40 000
<i>Evadne tergestina</i> . . . . .	10 000
<i>Podon polyphemoides</i> . . . . .	3 000

Pour *Penilia avirostris* dont la distribution verticale est relativement homogène au point B, on peut exprimer les concentrations en nombre de spécimens par unité de volume ce qui donne pour la valeur maximale un peu plus de 8 000 spécimens par m<sup>3</sup>.

Les plus grandes différences entre les années s'observent pour les époques d'apparition et de disparition d'une espèce donnée, les époques des maximums d'abondance sont moins variables.

C'est pour *E. tergestina* et pour *Penilia avirostris* (à cause de l'année 1969) que les variations de la période d'abondance maximale sont les plus grandes.

La diminution estivale d'*Evadne spinifera* n'est pas toujours très nette car on observe certaines années un maximum intermédiaire en juillet ou début août, c'est en 1967 que la reprise automnale a été la plus importante.

*E. tergestina* présente les variations les plus grandes d'une année à l'autre, il est même difficile certaines années de définir exactement la période du maximum d'abondance.

D'un façon générale le terme « disparition » couramment employé dans les descriptions des cycles de plancton ne convient pas dans un sens strict car il dépend surtout du nombre et de la fréquence des observations, il serait plus correct d'employer le terme « raréfaction ». En particulier pour *Evadne*, si l'abondance numérique permet de classer ces espèces parmi celles à présence limitée de la fin du printemps à l'automne, j'ai cependant trouvé quelques spécimens en décembre-janvier et en avril à Banyuls, en février-mars dans le golfe du Lion. On peut ainsi penser que l'espèce ne disparaît pas complètement mais qu'à certaines périodes les spécimens deviennent tellement rares qu'il est exceptionnel de les récolter.

## B) Relations avec les variations de la température et de la salinité.

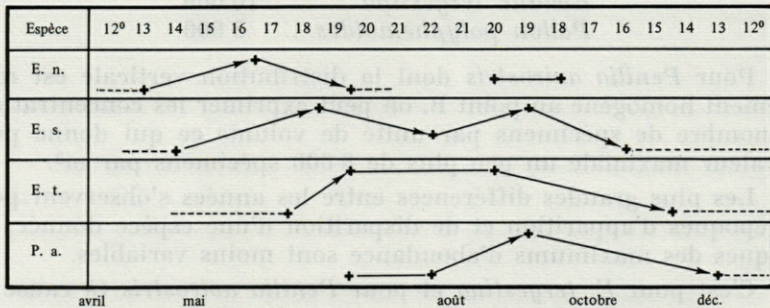
### a) Influence de la température.

C'est avec les variations des températures que les relations sont les plus évidentes (THIRIOT, 1972).



Tout d'abord avec le cycle général des quatre espèces, que l'on peut schématiser ainsi (Tableau III) :

TABLEAU III  
Schéma du cycle des espèces saisonnières.



L'accroissement des populations d'*Evadne nordmanni* et d'*E. spinifera* correspond toujours à la phase de réchauffement rapide des eaux de surface à la fin du printemps et au début de la phase d'hétérogénéité thermique verticale.

Les plus fortes valeurs d'*Evadne tergestina* s'observent au moment du maximum thermique des eaux de surface ou pendant le palier qui suit ce maximum.

Le développement des populations de *Penilia avirostris* ne se produit qu'après le maximum thermique estival, en 1965, 1966 et 1967; cet accroissement coïncide avec la disparition de la thermocline par augmentation de l'épaisseur de la couche d'eau chaude superficielle. La différence des températures est inférieure à 1° entre 0 et 50 m, l'homogénéisation se faisant aux environs de 18° en 1965 et 1967, de 20° en 1966. Par contre en 1968 et 1969 les fortes concentrations de *Penilia* se produisent avant cette phase d'homogénéisation chaude.

Les variations au point C de 1965 à 1968, sont voisines de celles décrites au point B (fig. 9) :

en 1965, on observe la même pauvreté pour toutes les espèces;  
en 1966, *E. nordmanni* est plus abondant que *E. spinifera* en juin;

en 1967, la reprise automnale de *E. spinifera* est un peu moins importante;

en 1968, le maximum secondaire de juillet-août d'*E. spinifera* est plus marqué.



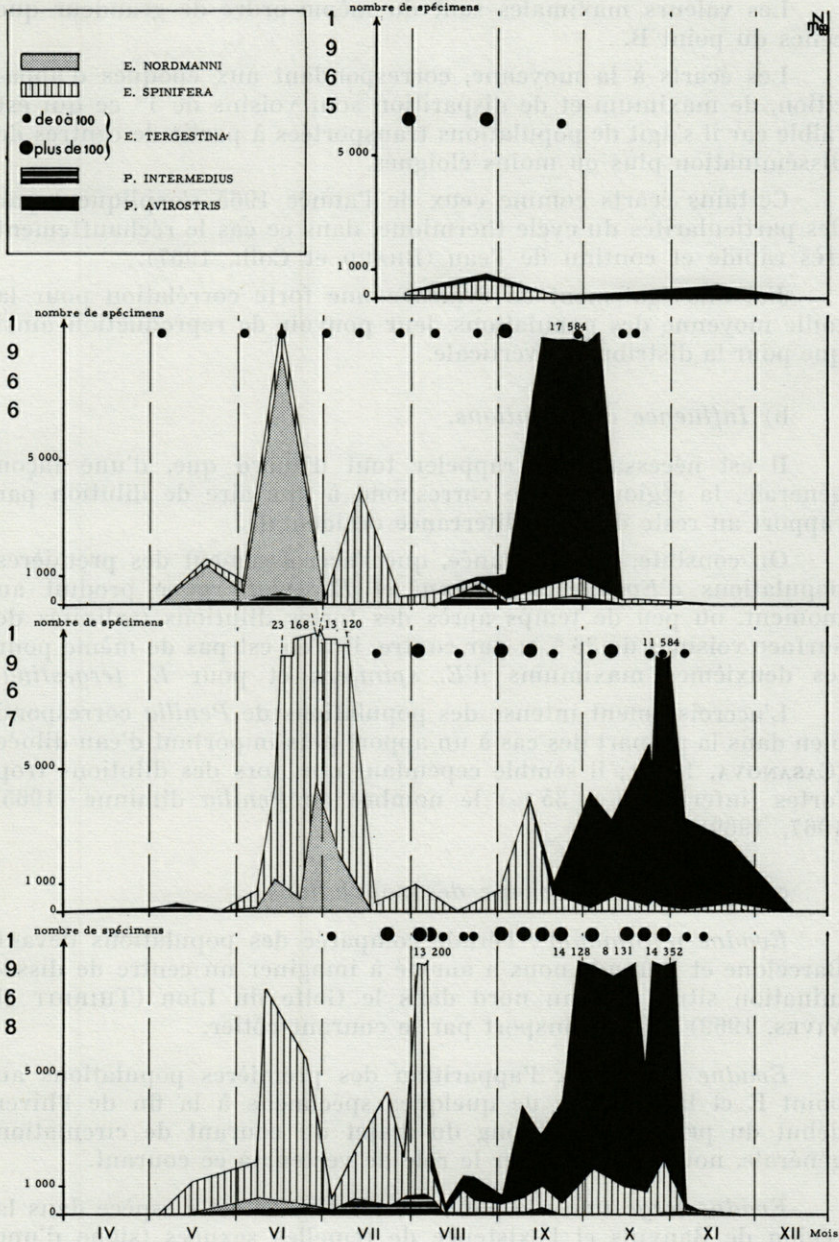


FIG. 9. — Variations saisonnières des différentes espèces au point C de 1965 à 1968.



Les valeurs maximales sont du même ordre de grandeur que celles du point B.

Les écarts à la moyenne, correspondant aux époques d'apparition, de maximum et de disparition sont voisins de 1° ce qui est faible car il s'agit de populations transportées à partir de centres de dissémination plus ou moins éloignés.

Certains écarts comme ceux de l'année 1965 s'expliquent par des particularités du cycle thermique, dans ce cas le réchauffement très rapide et continu de l'eau (BHAUD et Coll., 1967).

J'ai mis également en évidence une forte corrélation pour la taille moyenne des populations, leur pouvoir de reproduction ainsi que pour la distribution verticale.

#### b) Influence des dilutions.

Il est nécessaire de rappeler tout d'abord que, d'une façon générale, la région étudiée correspond à une aire de dilution par rapport au reste de la Méditerranée occidentale.

On constate, chaque année, que l'accroissement des premières populations d'*Evadne nordmanni* et *E. spinifera* se produit au moment, ou peu de temps après des fortes dilutions (salinités de surface voisines de 36 ‰); par contre, il n'en est pas de même pour les deuxièmes maximums d'*E. spinifera* et pour *E. tergestina*.

L'accroissement intense des populations de *Penilia* correspond bien dans la plupart des cas à un apport plus important d'eau diluée (CASANOVA, 1965); il semble cependant que, lors des dilutions trop fortes (inférieures à 35 ‰) le nombre de *Penilia* diminue (1965, 1967, 1969).

#### c) Apparition et origine des populations.

*Evadne nordmanni* : l'étude comparée des populations devant Barcelone et Banyuls nous a amené à imaginer un centre de dissémination situé plus au nord dans le Golfe du Lion (THIRIOT et VIVES, 1969) et un transport par le courant côtier.

*Evadne spinifera* : l'apparition des premières populations au point E et la présence de quelques spécimens à la fin de l'hiver début du printemps, le long du trajet du courant de circulation générale, nous fait attribuer le rôle de vecteur à ce courant.

*Evadne tergestina* : la pauvreté relative de cette espèce dans la région de Banyuls et l'existence de femelles sexuées (signe d'une phase dépressive) semble indiquer que cette espèce ne trouve pas des conditions écologiques optimales.



Les résultats de prélèvements effectués entre la Corse et Toulon (août 1966) ont montré que cette espèce avait un caractère moins néritique que *E. spinifera*.

*Penilia avirostris* : cette espèce présente quelques particularités par rapport aux précédentes. Tout d'abord on trouve des spécimens en nombre peu élevé mais régulièrement dans les prises de plancton pendant près de deux mois avant la prolifération des populations. Par suite de la rapidité du développement des embryons, 30 heures pour DELLA CROCE et BETTANIN (1967), trois à quatre jours pour WICKSTEAD (1963), il est difficile d'estimer l'âge des populations. La proportion relativement élevée d'exemplaires sexués rend théoriquement inutile la migration de cette espèce. Mais nous avons vu en 1969 l'importance du rôle du courant côtier en observant l'évolution très discontinue des caractéristiques du plancton où cette espèce est abondante. En 1967, 1968 et 1969 nous avons pu vérifier que les gradients de concentrations des *Penilia* suivaient le trajet du courant côtier N.S.

Ces phénomènes de migrations ou d'apports extérieurs des espèces saisonnières compliquent l'interprétation du rôle des facteurs du milieu puisqu'on ne connaît pas leurs caractéristiques dans la région de dissémination de ces espèces.

Cette action du courant peut se faire de plusieurs manières :

1. par transport de populations bien développées qui continuent leur évolution pendant le déplacement;
2. par transport de quelques individus seulement, plus ou moins en état de vie ralentie, qui seront à l'origine de la prolifération des populations;
3. par apport d'éléments trophiques ou changement des conditions écologiques qui permettront le développement des populations.

La première forme de transport correspondrait à *E. nordmanni*, la deuxième à *E. spinifera*, et dans une certaine mesure à *E. tergestina*, et les trois à *Penilia*.

#### *Espèces présentes toute l'année.*

C'est le cas des deux espèces de *Podon* (*P. intermedius* et *P. polyphemoides*) qui ont été récoltées tous les mois de l'année et dont seule l'abondance varie (fig. 10).

Nous avons vu que l'existence de *P. polyphemoides* était liée aux apports d'eau diluée, ses variations saisonnières sont difficiles à établir car cette espèce demeure toujours peu abondante.

Quant à *P. intermedius*, son cycle annuel présente régulièrement quatre maximums. Le premier maximum se situe en janvier-



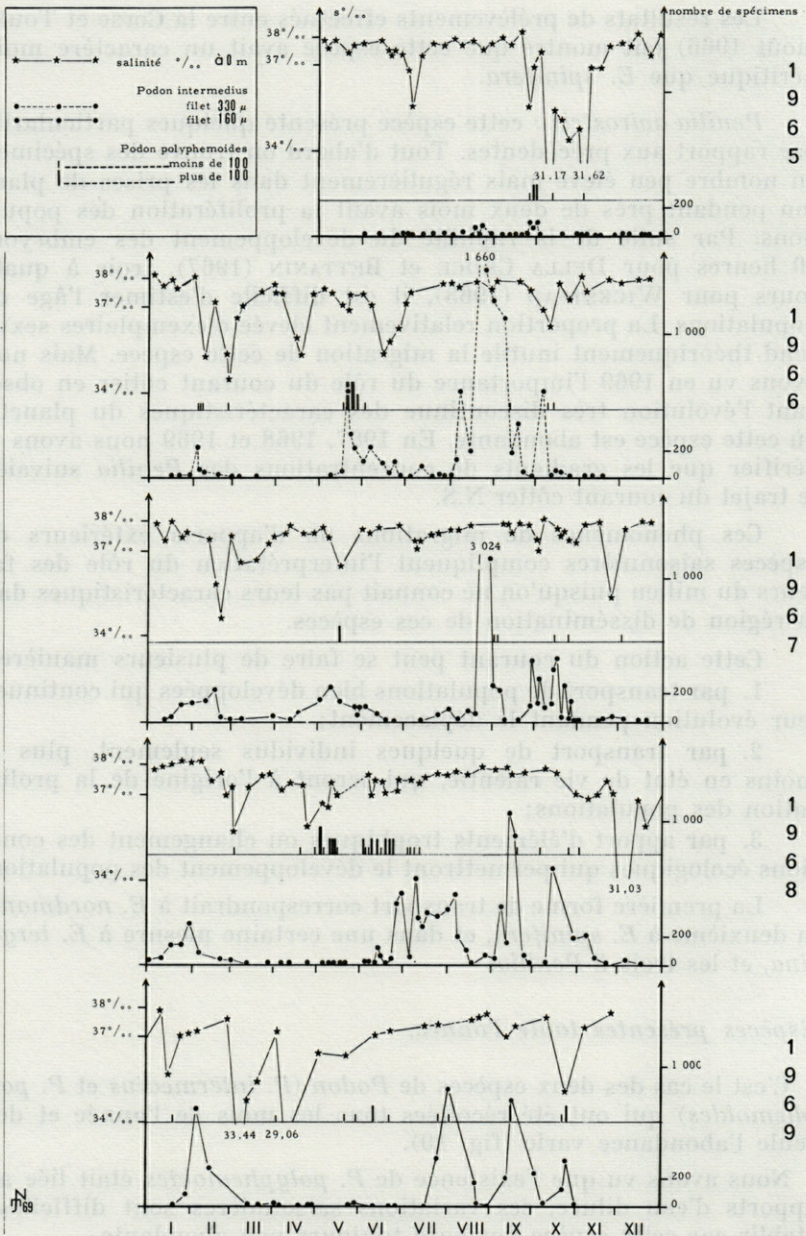


FIG. 10. — Variations saisonnières des deux espèces du genre *Podon* au point B de 1965 à 1969.



février (les quatre années); le deuxième en mai-juin (décalé en juin-juillet en 1968 et 1969) le troisième en août-septembre et le quatrième en octobre (les cinq années). Par conséquent cette espèce est pérenne dans la région de Banyuls, la seule relation avec le cycle thermique est que plus la température est chaude, plus le maximum d'abondance est élevé.

Je n'ai pas fait l'étude détaillée des populations mais j'ai pu observer des femelles parthénogénétiques et des femelles avec œuf de durée chez ces deux espèces.

En conclusion, les Cladocères marins ont tendance à se reproduire pendant toute l'année par parthénogénèse et c'est sous l'influence des conditions du milieu que se produisent des variations saisonnières, en particulier l'apparition de la phase gamogénétique.

## 2) DISTRIBUTION DES CLADOCÈRES.

C'est essentiellement dans la zone néritique que les populations de Cladocères atteignent les plus fortes concentrations. Certaines récoltes ont pu être faites en zone océanique mais jamais en très grande quantité. L'importance du plateau continental au niveau de Banyuls fait donc de cette région une zone riche en Cladocères.

Les Cladocères font partie de l'épiplancton, il faut cependant distinguer les espèces, les périodes du cycle et les variations nyctémérales dans l'analyse de la distribution verticale.

### A) Répartition en fonction de la distance à la côte.

#### 1. *Evadne nordmanni*.

C'est l'espèce la plus côtière du genre *Evadne*. Au moment de son apparition, les plus fortes concentrations s'observent au point B ou A; elle atteint rarement des valeurs élevées au point E.

Lorsqu'au cours de campagnes en zone océanique, elle a été récoltée, j'ai toujours pu mettre en évidence un courant provenant d'une zone néritique.

#### 2. *Evadne tergestina*.

Cette espèce, au contraire, est moins côtière que les deux autres, à Banyuls, elle est répartie de façon plus homogène aux quatre points A, B, C et E. D'une manière générale, les valeurs numériques atteintes sont assez faibles et pour les différentes années d'observation, *E. tergestina* arrive par son abondance numérique en quatrième ou cinquième position (troisième en 1965) après



*E. nordmanni* et *Podon intermedius*, ce qui est relativement exceptionnel en Méditerranée occidentale.

### 3. *Evadne spinifera*.

A l'exception des premières populations qui apparaissent au large (point E), les plus fortes concentrations s'observent en B et C. Plus près de la côte (point A) on constate de nouveau une diminution de son abondance numérique.

Cette diminution numérique dans la zone proche de la côte ne s'explique pas par la répartition verticale puisque cette espèce est très superficielle, peut-être s'agit-il d'une sensibilité à une plus grande agitation de l'eau.

En 1965, année où les populations d'*E. spinifera* n'ont pas atteint des valeurs très élevées, on n'observe pas de telles différences dans la répartition selon la distance à la côte.

### 4. *Penilia avirostris*.

Cette espèce, par sa répartition, se rapproche d'*E. nordmanni*; en effet elle n'atteint jamais des concentrations élevées au point du large et même au point C, les valeurs sont voisines de celles trouvées plus près de la côte seulement en pleine période d'abondance. Plus près de la côte (point A ou autres stations sur des fonds de 20 m) on ne constate pas de diminution comme pour *E. spinifera*, surtout si on tient compte du volume d'eau filtrée par le filet en pêche verticale.

### 5. *Podon intermedius*.

*Podon intermedius* est également une espèce côtière, on observe rarement des valeurs numériques élevées au point E.

On distingue deux phases : pendant les maximums de janvier-février et de mai-juin, la répartition en fonction de la distance à la côte est assez homogène, on obtient en particulier des stations riches au point C; pendant les maximums estivaux et automnaux, c'est essentiellement au point B que se trouvent les fortes concentrations.

### 6. *Podon polyphemoides*.

Nous avons vu que cette espèce, liée aux dessalements côtiers, ne se trouvait qu'aux stations proches de la côte (très rarement au point C et une fois seulement en E, au mois de juin, époque où les basses salinités s'observent à tous les points).



Nous avons pu constater également que, sur les fonds de faible profondeur (inférieurs à 20 m), cette espèce, était le Cladocère dont la diminution numérique était la plus faible.

En conclusion, la répartition des différentes espèces de Cladocères en fonction de la distance à la côte au-dessus du plateau continental, permet de distinguer trois zones dans la région néritique de Banyuls.

La première, située à la limite du plateau continental, point E, est pauvre en Cladocères, seules *E. tergestina* et *E. spinifera* atteignent des valeurs numériques assez élevées.

La deuxième région, points B et C, correspond aux fonds de 50 à 90 m, c'est une zone néritique où toutes les espèces de Cladocères atteignent des concentrations importantes.

Enfin à l'intérieur de la zone néritique, il faut distinguer la zone côtière (fonds de 20 m et moins) où les concentrations de Cladocères sont plus faibles à l'exception de *Penilia* et de *Podon polyphemoides*.

Cette distinction de trois zones, correspond à ce qu'on observe pour les larves de Décapodes et d'autres groupes de Crustacés. Cela met en évidence la faible importance des échanges perpendiculaires à la côte surtout pendant l'été et l'automne; en hiver et au début du printemps, les différences selon la distance à la côte sont atténuées.

#### B) *Distribution verticale.*

*Evadne nordmanni* : les premières populations apparaissent en surface et s'enfoncent au fur et à mesure que l'eau superficielle se réchauffe.

*Evadne spinifera* : c'est en surface que l'on observe les plus fortes concentrations avec un fort gradient de diminution avec la profondeur; il existe cependant quelques spécimens en dessous de la thermocline. L'agitation de la mer diminue nettement le pourcentage d'exemplaires en surface.

*Evadne tergestina* : cette espèce est répartie de façon assez homogène dans la couche d'eau située au-dessus de la thermocline.

*Podon intermedius* : en été les *Podon* sont rares en surface, en hiver la répartition est plus homogène dans l'ensemble de la couche d'eau.

*Podon polyphemoides* : les populations semblent moins superficielles que celles qui ont été signalées dans le golfe de Trieste (SPECCHI, 1968).



*Penilia avirostris* : les plus fortes concentrations se trouvent soit en surface, soit au niveau de la thermocline.

D'une façon générale on observe après le coucher du soleil une tendance à une homogénéisation dans l'ensemble de la couche d'eau. Ainsi la thermocline ne constitue pas, tout au moins dans cette région, une frontière écologique absolue.

### RÉSUMÉ

L'analyse du cycle et de la répartition du plancton en plusieurs points de la région de Banyuls-sur-Mer pendant cinq années consécutives permet de définir les caractéristiques écologiques et biologiques des six espèces de Cladocères marins récoltées : époques d'abondance, distribution selon la distance de la côte, distribution verticale et ses variations, influence de la température et des dilutions, phase sexuée et phase parthénogénétique, taille et pouvoir de reproduction des différentes générations.

#### *Evadne nordmanni*

Espèce saisonnière de la fin du printemps, absente en été, quelques exemplaires en automne;

Espèce la plus côtière du genre *Evadne*, centres de dissémination dans les régions les plus néritiques (golfe du Lion, golfe de Gênes, golfe de Cagliari);

Uniquement reproduction parthénogénétique à Banyuls, nombre d'embryons en relation avec la température;

Epiplanctonique, niveau de maximum d'abondance plus profond quand la température augmente.

#### *Evadne spinifera*

Espèce saisonnière de la fin du printemps à novembre-décembre, concentrations importantes, diminution estivale, réaugmentation en automne;

Apparition des premières populations au large, prolifération en zone néritique, tendance à une répartition hétérogène surtout en zone néritique;

Femelles avec œufs de durée exceptionnelle;

Très superficielle, moins en surface la nuit ou par mer agitée.



*Evadne tergestina*

Espèce estivale, moins abondante que les deux précédentes; moins côtière et moins superficielle;

Quelques femelles avec œuf de durée.

*Podon intermedius*

Présente toute l'année, quatre maximums;

Exclusivement néritique, répartition verticale et distribution au-dessus du plateau continental, plus homogène l'hiver que l'été;

Génération parthénogénétiques et sexuées.

*Podon polyphemoides*

Présente toute l'année, liée aux apports d'eau diluée, peu abondante; exclusivement néritique côtière.

*Penilia avirostris*

Apparition au début de l'été, concentrations très importantes en automne;

Maximum en surface ou au niveau de la thermocline, mieux répartie que les autres espèces dans l'ensemble de la couche d'eau au-dessus du plateau continental;

Plus superficielle la nuit que le jour;

Femelles parthénogénétiques et générations sexuées, mâles plus abondants que les femelles avec œuf de durée.

Par son caractère néritique, ses températures peu élevées, ses apports d'eau douce très importants et l'abondance du phytoplancton, la région de Banyuls permet le développement intense des populations de Cladocères.

## SUMMARY

The analysis of the cycle and of the distribution of the plankton at different points of the area of Banyuls-sur-Mer during 5 following years enabled to point out the biologic and ecologic characters of six collected species of marine Cladocerans : peaks of abundance, distribution according to the distance from the coast, vertical distribution and its variations, influence of the temperature



and of the dilution, sexual stage and parthenogenetic stage, size and ability of reproduction of the different generations.

*Evadne nordmanni*

Seasonal species of the end of the spring, absent in summer, a few samples in autumn; the most coastal species of the genus *Evadne*, centers of spreading in the most neritic regions (golfe du Lion, golfo di Genova, golfo di Cagliari); at Banyuls, parthenogenetic reproduction only, number of embryos according to temperature; epiplanktonic, deeper level of abundance when the temperature increases.

*Evadne spinifera*

Seasonal species from the end of the spring to November-December, large concentrations, decrease in summer, re-increase in autumn; appearance of the first populations in the offshore proliferation in the neritic zone, trend to an heterogenous distribution mainly in the neritic zone; females with uncommon resting eggs; very superficial, less superficial during the night or with an agitated sea.

*Evadne tergestina*.

Summer species, less abundant than the preceeding species; less coastal and less superficial; a few females with resting eggs.

*Podon intermedius*

Present the whole year, 4 maxima : exclusively neritic, vertical distribution above the continental shelf, more homogenous in winter than in summer : parthenogenetic and sexual generations.

*Podon polyphemoides*

Present the whole year, bound to the bringing of diluted water, not abundant, exclusively coastal neritic.

*Penilia avirostris*

Appearing at the beginning of the summer, very high concentrations during the autumn; maximum on the surface or at the level of the thermocline, better distribution than the other species in the whole water layer above the continental shelf; more superficial at night than during the day; parthenogenetic females and



sexed generations, males more abundant than the females, females with resting eggs.

With its neritic character, its low temperatures, its heavy bringing of fresh water and the abundance of the phytoplankton, the Banyuls-sur-Mer area enables the intense development of the populations of Cladocerans.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Analyse des Zyklus und der Verteilung des Planktons an verschiedenen Punkten der Region von Banyuls-sur-Mer während fünf aufeinanderfolgenden Jahren erlaubt, die ökologischen und biologischen Eigenschaften von sechs marinen Cladocerenarten zu definieren. Häufungsperioden, Verteilung nach Küstendistanz, Vertikalverteilung und ihre Abwandlungen, Einfluss der Temperatur und erniedrigter Salinität, geschlechtliche und parthenogenetische Phase, Grösse und Fortpflanzungsvermögen der verschiedenen Generationen.

#### *Evadne nordmanni*

Jahreszeitliche Art des Frühlingsendes, fehlt im Sommer, schwach vertreten im Herbst;

küstennächste Art der Gattung *Evadne*, Verbreitungszentren in den ausgesprochen neritischen Zonen (Golfe du Lion, Golf von Genua, Golf von Cagliari);

nur parthenogenetische Fortpflanzung in Banyuls, Embryonenzahl abhängig von Temperatur;

epiplanktisch, Häufungsmaximum in tieferen Schichten bei steigender Temperatur.

#### *Evadne spinifera*

Jahreszeitliche Art von Frühlingsende bis November-Dezember, starke Konzentrationen, Abnahme im Sommer, Zunahme im Herbst;

Auftreten der ersten Populationen in der Hochsee, Vermehrung in der neritischen Zone, Tendenz zu unregelmässiger Verteilung vor allem im neritischen Bereich;

Weibchen mit Dauereiern;

sehr oberflächennah, tiefer nachts oder bei bewegter See.



*Evadne tergestina*

Sommerart, weniger häufig als vorhergehende Arten; weniger küstennah und weniger oberflächlich;  
einige Weibchen mit Dauereiern.

*Podon intermedius*

Ganzjährig, mit vier Maxima;

Ausschliesslich neritisch, Vertikalverteilung und Verbreitung über dem Schelf homogener im Winter als im Sommer;  
parthenogenetische und geschlechtliche Generationen.

*Podon polyphemoides*

Ganzjährig, von Zufluss mit erniedrigter Salinität abhängig, wenig häufig;

ausschliesslich neritisch in Küstennähe.

*Penilia avirostris*

Erstes Auftreten zu Sommeranfang, starke Konzentrationen im Herbst;

Maximum an der Oberfläche oder auf der Höhe der Thermokline, gleichmässiger verteilt als die anderen Arten über dem Schelf;  
oberflächlicher nachts;

parthenogenetische Weibchen und geschlechtliche Generationen, Männchen häufiger als Weibchen mit Dauerei.

Die Region von Banyuls erlaubt die intensive Entwicklung der Cladocerenpopulationen dank seinem neritischen Charakter, seinen niedrigen Temperaturen, starken Süsswasserzuflüssen und dem Reichtum des Phytoplanktons.

## BIBLIOGRAPHIE

- ACKEFORS, H., 1971. *Podon polyphemoides* and *Bosmina coregoni maritima* in relation to temperature and salinity in field studies and laboratory experiments. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 7 : 51-70.
- ANICHINI, C., 1960. Variazioni qualitative e quantitative dello zooplancton nella parte orientale del golfo di Cagliari dal luglio 1956 al dicembre 1957. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, 15 : 317-325.



- BAINBRIDGE, V., 1958. Some observations on *Evadne nordmanni* Lovén. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **37** : 349-370.
- BARNES, H., 1953. Considerazioni statistiche sulla distribuzione spaziale di alcuni organismi planctonici raccolti su un lungo percorso nel golfo della Clyde. *Memorie Ist. ital. Idrobiol.*, **7** : 109-127.
- BERNARD, M., 1955. Etude préliminaire quantitative de la répartition saisonnière du zooplancton de la baie d'Alger. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **1065** : 1-28.
- BHAUD, M., G. JACQUES et C. RAZOULS, 1967. Données météorologiques de la région de Banyuls-sur-Mer, année 1965-1966 (Point côtier). *Vie Milieu*, **18** (1-B) : 137-151.
- BLANC, F., M. LEVEAU et K.H. SZEKIELDA, 1969. Effets eutrophiques au débouché d'un grand fleuve (Grand Rhône). *Mar. Biol.*, **3** : 233-242.
- BOSCH, H.F. et W.R. TAYLOR, 1968. Marine Cladocerans in the Chesapeake bay estuary. *Crustaceana*, **15** (2) : 161-164.
- BRUN, G. 1967. Etude écologique du « Grand Rhône ». *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **1371** : 46 p.
- CANNICCI, G., 1958. Observations sur les Cladocères dans la zone néritique de la côte italienne. *Rapp. P.-v. Réun. Commn. int. Explor. scient. Mer Méditerr.*, **14** : 233-241.
- CASANOVA, J.P., 1964. Pêches planctoniques superficielles et profondes en Méditerranée occidentale. V. Cladocères (Campagne de la Thalassa janvier 1961 entre les îles Baléares, la Sardaigne et l'Algérois). *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, **28** (3) : 265-270.
- CASANOVA, J.P., 1965. *Penilia avirostris* indicateur d'eau diluée. *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, **29** (2) : 197-204.
- CASANOVA, J.P., 1966. Sur la présence de *Penilia avirostris* Dana dans un étang de la côte orientale de Corse. *Revue Trav. Inst. (scient. tech.) Pêch. marit.*, **30** (4) : 391-393.
- CHAMPALBERT, G., 1968. L'hyponeuston dans le Golfe de Marseille. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle océanogr. biol. Fac. Sci. Univ. Marseille*, 156 p.
- CHENG, C., 1947. On the fertility of marine Cladocera with a note on the formation of the resting egg in *Evadne nordmanni* Lovén and *Podon intermedius* Lilljeborg. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **26** : 551-561.
- DE ANGELIS, C.M. et R. DELLA VALLE, 1959. Il ciclo stagionale del plancton in rapporto alle condizioni fisico-chimiche del Mar Piccolo e del Mar Grande di Taranto. I Nota Preliminare. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **14** (1) : 21-45.
- DELLA CROCE, N., 1964. Distribuzione e biologia del Cladocero marino *Penilia avirostris* Dana. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **1301** : 16 p.
- DELLA CROCE, N. et S. BETTANIN, 1965. Osservazioni sul ciclo biologico di *Penilia avirostris* Dana del Golfo di Napoli. *Boll. Musei Ist. biol. Univ. Genova*, **33**, 200 : 49-68.
- DELLA CROCE, N. et S. BETTANIN, 1967. Accrescimento embrionale in *Penilia avirostris* Dana. *Atti Accad. naz. Lincei Rc. Sed. solen.*, ser. **8**, **43** (6) : 590-596.



- DELLA CROCE, N. et T. SERTORIO, 1959. Microdistribuzione dello zooplancton. *Boll. Musei Ist. biol. Univ. Genova*, **29**, 175 : 5-28.
- DOLGOPOLSKAJA, M.A., 1958. Cladocera de la Mer Noire. *Trudy sevastopol' biol. Sta.* (en russe), **10** : 27-75.
- GHIRARDELLI, E., 1966. L'iponeuston del golfo di Trieste. Metodi di raccolta, primi risultati. *Boll. Zool.*, **33** (1) : 221-222.
- GIACOMELLI, A.M., 1965. Ricerche planctologiche italiane dell'Anno Geofisico Internazionale 1957-58. II Variazioni stagionali del plancton presso Palermo. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **14** (2) : 265-307.
- GIBITZ, A., 1921. Verbreitung und Abstammung mariner Cladoceren. *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, **71** : 85-105.
- HANSEN, K.V., 1951. On the diurnal migration of zooplankton in relation to the discontinuity layer. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **17** (3) : 231-241.
- JACQUES, G., C. RAZOULS et A. THIRIOT, 1969. Climat et hydrologie à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) 1965-1968. *Vie Milieu*, **20** (2-B) : 279-316.
- JACQUES, G., C. RAZOULS et A. THIRIOT, 1971. Données météorologiques et hydrologiques de la région de Banyuls-sur-Mer (Point côtier) année 1968-1969. *Vie Milieu*, **22** (1 B) : 61-74.
- JEFFRIES, H.P., 1967. Saturation of estuarine zooplankton by congeneric associates, In LAUFF, G.H. Estuaries. *Publs Am. Ass. Advmt Sci.*, **83** : 500-508.
- JORGENSEN, O.M., 1933. On the marine Cladocera from the Northumbrian plankton. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **19** : 177-226.
- KOMAROVSKY, B., 1953. A Cladoceran from the plankton as a possible indicator for the presence of the Nile flood off the Israeli coast. *Nature Lond.*, **171** (4360) : 937.
- LE TOURNEAU, M., 1961. Contribution à l'étude des Cladocères du plancton du golfe de Marseille. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, **22** (36) : 123-151.
- LEVEAU, M., 1965. Contribution à l'étude des Ostracodes et Cladocères du golfe de Marseille. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, **37** (53) : 161-243.
- PAVLOVA, E.V., 1959. Cycle de développement de *Penilia avirostris* Dana dans le golfe de Sébastopol et remarques au sujet de sa croissance. *Trudy sevastopol' biol. Sta.* (en russe), **11** : 53-62.
- RAVERA, S., 1967. Evolution quantitative des Cladocères dans la rade de Villefranche-sur-Mer de mars 1963 à mars 1964. *Vie Milieu*, **18** (2 B) : 343-365.
- RAZOULS, C. et A. THIRIOT, 1972. Données quantitatives du mesoplancton en Méditerranée occidentale (saisons hivernales 1966-1970). *Vie Milieu*, **23** (2 B) : 209-241.
- RIVER, J.K. et P.D. MORDUKHAI-BOLTOVSKOI, 1966. Biologie des Polyphemides de la mer Caspienne. *Inst. Biol. vnutr. Vod, Trudy, S.S.S.R.*, **12** : 159-169 (en russe).



- ROSE, M., 1927. Observations préliminaires sur le plancton de la baie d'Alger. *Bull. Stn Aquic. Pêche Castiglione*, 1 : 26 p.
- ROSE, M., 1933. Recherches préliminaires sur le plancton de profondeur de la baie d'Alger. *Bull. Stn Aquic. Pêche Castiglione*, 1 : 43-81.
- ROSE, M., 1935. Nouvelles recherches sur le plancton de profondeur de la baie d'Alger. *Bull. Stn Aquic. Pêche Castiglione*, 2 : 95-123.
- SAN FELIU, J.M. et F. MUNOZ, 1965. Hidrografia y plancton del puerto de Castellon de junio 1961 a enero 1963. *Investigación pesq.*, 28 : 3-48.
- SPECCHI, M., 1965. Il plancton del golfo di Trieste. I Cladoceri. *Boll. Zool.*, 32 (2) : 639-653.
- SPECCHI, M., 1968a. Observations préliminaires sur l'hyponeuston du golfe de Trieste. *Rapp. P.-v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Mediterr.*, 19 (3) : 491-494.
- SPECCHI, M., 1968b. Influence de la température sur la microdistribution du zooplancton dans le golfe de Trieste (Haute Adriatique). Communication XXI<sup>e</sup> Congrès Commn int. Explor. Scient. Mer Méditerranée.
- STEUER, A. 1933. Die Arten der Cladoceren-gattung *Penilia* Dana. *Mitt. zool. Mus. Berl.*, 19 : 80-83.
- THIRIOT, A., 1968. Les Cladocères de Méditerranée occidentale. I - Cycle et répartition des espèces du genre *Evadne* à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) 1967. *Vie Milieu*, 19 (2-B) : 361-394.
- THIRIOT, A., 1971. Les Cladocères de Méditerranée occidentale. II. - Cycle et répartition de *Podon intermedius* et *Penilia avirostris* à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion) 1967. *Vie Milieu*, 22 (1 B) : 75-92.
- THIRIOT, A., 1972. Influence de la température sur les caractéristiques des populations de Cladocères du genre *Evadne* dans le Golfe du Lion (Méditerranée occidentale). In Fifth European Marine Biology Symposium (17), Piccin Ed. : 197-206.
- THIRIOT, A. et F. VIVES, 1969. *Evadne nordmanni* Lovén en Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 145-157.
- TOCABENS, L., 1959. Cladocères de l'étang de Thau, Fac. Sc. Montpellier, D.E.S.
- TREGOUBOFF, G., 1963. La distribution verticale des Cladocères au large de Villefranche-sur-Mer. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 1279 : 23 p.
- WICKSTEAD, J.H., 1963. The Cladocera of the Zanzibar area of the Indian ocean, with a note on the comparative catches of two plankton nets. *E. Afr. agric. For. J.*, 29 (2) : 164-172.
- ZAITSEV, J.P., 1961. Surface pelagic biocenose of the Black Sea (en russe). *Zool. Zh.*, 40 (6) : 818-825.

Reçu le 11 octobre 1971







**LIAISONS ENTRE LA RÉPARTITION  
SPATIALE DU PLANCTON,  
LES MÉTHODES DE PRÉLÈVEMENT  
ET L'INTERPRÉTATION  
DES VARIATIONS MENSUELLES**

par Michel BHAUD

*Laboratoire Arago, 66650 - Banyuls-sur-Mer*

**SOMMAIRE**

Le premier travail souvent effectué en une région nouvellement étudiée consiste à analyser régulièrement les variations du plancton au cours d'une ou plusieurs années. L'interprétation de ces variations connues seulement en un nombre limité de points, est ensuite tentée. Cependant les variations spatiales aussi bien que les interprétations biologiques peuvent rendre compte des variations numériques observées et sont rarement prises en compte. Il semble donc intéressant de focaliser l'observation sur la répartition spatiale liée au système de prélèvement, étant entendu que l'influence du facteur temps est considérablement réduite. Cet intérêt est d'autant plus marqué qu'un tel type d'étude est peu fréquent, bien qu'il conditionne dans une large mesure, les interprétations d'ordre biologique.

**A. — INTRODUCTION**

L'enregistrement d'une variation hebdomadaire en un point apparaît inutile si l'erreur due à la méthode de prélèvement ou la variation spatiale autour de ce point sont du même ordre de gran-



deur que la variation hebdomadaire. Or le degré de stabilité dans l'espace et le temps des populations planctoniques est généralement mal connu. Il semble donc utile d'identifier l'origine de la variation observée entre deux prélèvements hebdomadaires. Est-elle inhérente à la population biologique, reflète-t-elle simplement une hétérogénéité spatio-temporelle inévitable ou provient-elle enfin de la technique de prélèvement ?

Dans le but de comparer la variation de plusieurs séries, il est nécessaire d'exprimer cette variation sous une forme qui ne dépende pas de la grandeur absolue des variables. Le coefficient utilisé ici permet une telle comparaison et s'obtient en rapportant l'écart type d'une série de données numériques à la moyenne de ces données. Il est fortement différent de la déviation moyenne d'une série (GARDINER, 1931) encore employée, bien que moins riche en information (1).

La déviation d'une série représente la moyenne des valeurs absolues des écarts individuels exprimés en pourcentage de la valeur moyenne des observations. C'est une moyenne arithmétique. Elle ne permet de définir ni l'erreur type de la moyenne, ni l'intervalle de confiance pour un niveau de probabilité choisi. Il semble que l'usage de la déviation moyenne d'une série soit à abandonner.

## B. — ÉTUDES ANTÉRIEURES

De nombreuses analyses ont déjà été réalisées concernant les prélèvements planctoniques horizontaux obliques ou verticaux (HENSEN, 1887; WINSOR et WALFORD, 1936; WINSOR et CLARKE, 1940; BARNES, 1949). Ces travaux cherchent à estimer la variation des séries numériques

(1) Coefficient de variation et déviation moyenne ont une signification bien différente et ne doivent pas être confondus (RAZOULS, C., 1969; RAZOULS, C. et THIRIOT, 1968). La déviation moyenne se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$d_m = \frac{100 \sum |x_i - \bar{x}|}{n \bar{x}}$$

dans laquelle

$x_i$  représente la valeur d'une observation particulière,  
 $\bar{x}$  la valeur moyenne des observations, et  
 $n$  le nombre d'observations.

Lorsque la série se compose de deux valeurs, cette formule devient :

$$d_m = \frac{100|x - \bar{x}|}{\bar{x}}$$

$x$  étant l'une des deux valeurs de la paire.



provenant de prélèvements réalisés dans une masse d'eau dont les éléments planctoniques sont supposés dispersés d'une manière homogène et constante au cours de la durée de pêche. Leur but est d'identifier les variations provenant des différentes méthodes utilisées et de déterminer la précision qui s'attache à une seule observation supposée réalisée dans les mêmes conditions que celles de la série expérimentale. Dans ces différentes études, l'accent est mis principalement sur les variations provenant de la méthode de pêche (technique du prélèvement, nature et dimension du filet, durée du trait...). Les variations dues à la population elle-même sont supposées négligeables; elles sont prises en considération, mais non estimées, lorsque le coefficient de variation calculé est relativement élevé. La méthode de prélèvement ne pouvant être suspectée au-delà d'une certaine limite, il est nécessaire de faire appel à l'hétérogénéité du milieu pour expliquer la valeur élevée du coefficient de variation. Ainsi l'analyse d'une série de prélèvements horizontaux permet à WINSOR et CLARKE (1940) de déterminer un coefficient de variation très élevé :  $Cv = 124 \%$ . Selon les auteurs, on peut raisonnablement affirmer, en se rappelant que la série s'étale sur 4 à 5 heures, qu'il est tout à fait possible que des changements de la population se soient produits. Les mêmes conclusions sont faites à partir de l'étude des séries de prélèvements effectués par GARDINER (1931). Une étude récente (RAZOULS, C. et THIRIOT, 1968) tente de mettre en évidence, en employant la méthode de GARDINER, la marge d'erreur d'une pêche planctonique. Le procédé utilisé permet d'obtenir une série de déviations moyennes, chacune représentant la somme de la variation due à la méthode de prélèvement et de la variation due à la dispersion des animaux. Ces deux éléments ne sont pas isolés l'un de l'autre en réduisant à deux le nombre de prélèvements des séries, aussi l'étude ne peut que difficilement mettre en évidence soit le degré d'homogénéité (ou d'hétérogénéité) spatiale des planctontes étudiés, soit l'erreur de la méthode de prélèvement. Enfin, la série de déviations moyennes étalées sur plus d'une année, permet de calculer une valeur moyenne annuelle à prévoir sur une seule observation. Ainsi il n'est plus possible d'apprécier la probabilité pour que la valeur d'un unique échantillon, appartenant par hypothèse à l'ensemble des données traitées, se situe dans un intervalle de valeurs données (1).

Ces différentes études s'accordent à déterminer l'erreur globale des prélèvements en supposant le plus souvent un milieu de pêche relativement homogène; de nombreuses observations soulignent cependant beaucoup plus l'hétérogénéité de distribution des planctontes que la plus ou moins bonne qualité des méthodes de pêche.

1. L'utilisation des prélèvements verticaux, les moins susceptibles de variations dans leur exécution, permet de calculer un coefficient plus élevé que la pratique des prélèvements obliques. WINSOR et CLARKE (1940) indiquent, par exemple, un coefficient de variation de 50 % dans

(1) Dans l'hypothèse d'une distribution connue, on sait que la probabilité est strictement définie pour qu'un élément de la population soit compris entre des limites données. Elle est par exemple, pour une distribution normale de moyenne  $\mu$  et d'écart type  $\sigma$ , de 95 % dans l'intervalle  $\mu \pm 1,96 \sigma$ .



le premier cas et de 31 % dans le second. On peut effectivement s'attendre à ce qu'un prélèvement oblique intègre, outre la stratification verticale, l'hétérogénéité d'une zone relativement grande. Aussi une série de tels prélèvements témoigne d'une certaine régularité numérique malgré les sources d'erreurs méthodologiques.

2. L'augmentation du coefficient de variation ( $C_v$ ) est parallèle à l'augmentation du nombre d'observations numériques. Ainsi l'étude des résultats de GARDINER permet de penser que les prélèvements qui s'étendent sur 12 heures environ témoignent d'un changement de la population. Lorsque les traits sont groupés par tranches de temps, la variation à l'intérieur des groupes est la suivante : pour un groupement sur 10 minutes, correspondant à deux prélèvements, la différence n'est pas significative; un groupement sur une heure (4 à 8 prélèvements) entraîne pour  $C_v$  une valeur de 43 % et pour un groupement sur 12 heures (38 prélèvements), le coefficient de variation est de 70 %.

Cette augmentation de la valeur de  $C_v$  est en relation avec l'augmentation de l'échelle de variation, elle-même liée à la multiplication des observations dans le temps et dans l'espace. Au contraire, si les prélèvements sont multipliés dans un milieu homogène, on doit observer une diminution de la valeur de  $C_v$  car l'écart type tend à diminuer de valeur lorsque le nombre d'observations grandit. C'est ce que l'on peut prévoir lorsque  $C_v$  est calculé à partir du volume d'eau filtrée, ou à partir de l'hypothèse de sous-dispersion des animaux récoltés.

3. Enfin d'un lieu à un autre, on observe rarement la même valeur de  $C_v$  alors que la méthode de pêche ne varie pas. En conséquence, il semble peu raisonnable de supposer une répartition homogène des planctontes.

Plus récemment, plusieurs auteurs (CASSIE, 1962, 1963; CUSHING, 1953) ont contribué à la mise au point d'une base théorique pour l'évaluation de la variation naturelle numérique du plancton et ont établi une première estimation des composantes de la variation globale précédente. Corrélativement, l'importance attachée à l'erreur due à la méthode de prélèvement a diminué notablement. Dans de bonnes conditions d'expériences, il semble que pratiquement toute l'erreur (la variation non contrôlée) soit attribuable au plancton lui-même. Ce changement d'optique s'explique par une meilleure connaissance des performances de chaque filet. Une fois que, par un moyen quelconque, les deux variations sont isolées, celle due à la méthode se révèle inférieure à sa valeur supposée. BARNES (1949) précise que la valeur du coefficient de variation, établi à partir de la quantité d'eau filtrée est de 4 % alors que le coefficient atteint une valeur de 30 % lorsque la variation d'abondance des planctontes sert de base au calcul.

Enfin une étude récente de WIEBE et HOLLAND (1968) résume toutes les observations relatives à l'estimation de l'erreur totale d'échantillonnage. Les auteurs calculent à partir de nombreuses données bibliographiques, l'intervalle de confiance d'un prélève-



ment correspondant à une probabilité de 95 %. Sur 23 cas envisagés, la limite inférieure se situe pour 4 cas entre 0 et 20 % ; pour 7 cas entre 20 et 40 % ; pour 12 cas au-delà de 40 %. Quant à la limite supérieure de l'erreur, elle se situe pour 2 cas entre 100 et 200 % ; pour 17 cas entre 200 et 500 % et pour 4 cas au-delà de 500 %.

### C. — ÉTUDE PERSONNELLE

Cette étude est réalisée dans la région de Nosy-Bé (Madagascar). L'ensemble des prélèvements s'échelonne dans un intervalle de temps de 20 heures. Les différentes stations numérotées dans l'ordre chronologique des opérations sont disposées ainsi que l'indique la figure 1. A chaque station sont réalisés quatre prélèvements horizontaux encadrés par deux prélèvements obliques. En outre, aux stations de 12 h et 00 h,

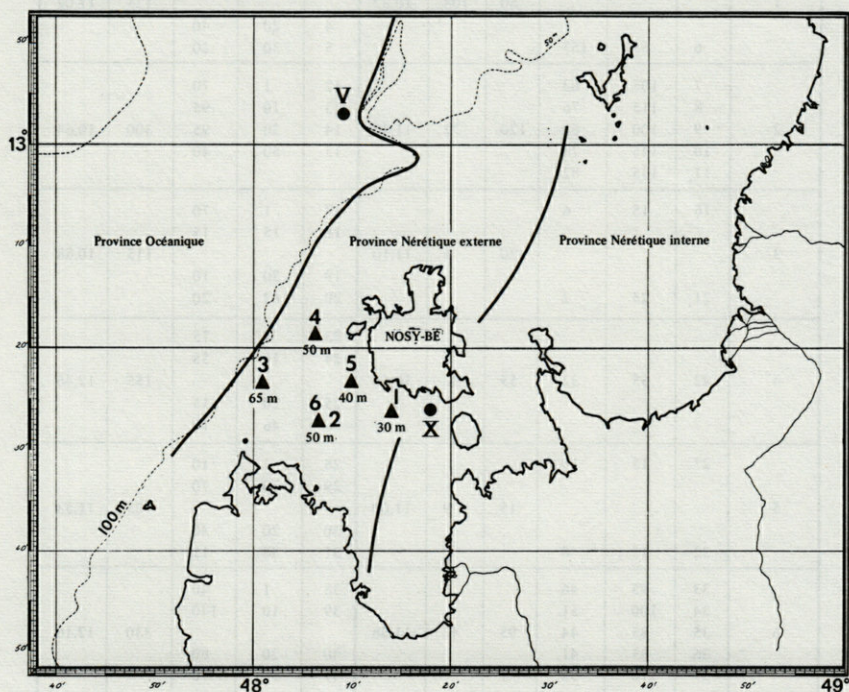


FIG. 1. — Carte de la région de Nosy-Bé montrant les différentes stations de récolte et les provinces topographiques. La limite des provinces est empruntée à FRONTIER (1966). Les stations 2 et 6 sont effectuées au même emplacement, la première aux environs de midi et la seconde aux environs de minuit.







## 1. ETUDE QUANTITATIVE.

a) *Variation comparée des séries de prélèvements obliques et horizontaux répartis entre plusieurs points.*

En ce qui concerne les prélèvements horizontaux, chaque station fournit un nombre de larves récoltées à quatre niveaux différents, ce qui permet en faisant la somme des quatre valeurs, d'intégrer une éventuelle hétérogénéité verticale et de rendre possible la comparaison avec les prélèvements obliques. Cependant les différents paramètres de pêche n'ont pas la même valeur entre les deux séries, horizontale et oblique. Ainsi la durée des prélèvements obliques est variable, compte tenu de la situation des lieux de pêche sur des fonds d'importance différente. Une correction proportionnelle des chiffres bruts s'avère nécessaire. La comparaison des deux types de prélèvements effectués en cinq points est faite dans le tableau II.

TABLEAU II

*Comparaison de l'homogénéité de deux types de prélèvements réalisés entre six stations et en 24 heures.*

Station	Prélèvements horizontaux					Prélèvements obliques ramenés à un même temps de pêche		
	Surface	10	20	Fond	Total			
1	25	40	40	20	125	2,10*	108	2,03*
2	70	95	95	40	300	2,47	72	1,85
3	70	15	10	20	115	2,06	4	0,60
4	75	55	15	10	155	2,19	32	1,50
5	10	70	30	15	125	2,10	9	0,95
6	40	140	80	70	330	2,52	47	1,67
Cv %	56,5	63,5	77,6	77	50	9,03	87,4	38,4

Les prélèvements obliques donnent des résultats beaucoup plus dispersés. La variation des séries de prélèvements horizontaux est inférieure à celle des séries obliques bien que celles-ci représentent une moyenne de plusieurs prélèvements. On obtient les mêmes résultats en considérant non plus la somme des quatre prélèvements horizontaux, mais chaque niveau de pêche pris séparément. La dispersion calculée aux quatre niveaux de pêche, entre les six stations, est toujours inférieure à 80 %, mais nettement



supérieure à la variation globale de 50 %. Cela montre que l'intégration de plusieurs filets horizontaux diminue fortement la variation du nombre de larves récoltées en plusieurs points; cette méthode d'intégration approximative de l'hétérogénéité verticale permet de mettre en évidence l'hétérogénéité horizontale qui est ici intéressante.

b) *Variation des prélèvements obliques et horizontaux en un même point.*

Aux stations 2 et 6, cinq prélèvements obliques sont réalisés (tableau III). Chacune de ces deux séries de traits obliques effectuées pendant un espace de temps d'une demi-heure et pratiquement au même point, témoigne d'une très faible variation, inférieure à celle des traits obliques répartis sur 20 heures entre six stations. Dans les deux cas la valeur du coefficient de variation est proche de 12 %. La variation relative des prélèvements obliques, étalés sur 24 heures et effectués en 6 stations, était supérieure à 80 %.

TABLEAU III

*Variation comparée des séries obliques en un même point.  
La durée des prélèvements d'une série est d'une heure.  
Les deux séries sont séparées par 12 heures.*

Numéro du prélèvement	Station 2		Station 6	
	log.	valeurs naturelles	log.	valeurs naturelles
1	1,79	63	1,66	46
2	1,88	76	1,70	51
3	1,79	62	1,64	44
4	1,89	78	1,61	41
5	1,91	82	1,74	55
Cv %	3,09	12,6	3,04	11,8

Au cours de cette étude, aucune série de prélèvements horizontaux n'a été réalisée. Cependant pour estimer la variation relative de tels prélèvements les résultats d'une double série effectuée en 1968 à la même époque et dans les mêmes conditions que la précédente, sont utilisés (tableau IV). La valeur de Cv est de 35 % d'une part, et 50 % d'autre part. La variation relative des prélève-



TABLEAU IV

*Variation comparée des séries horizontales en un même point. La durée des prélèvements d'une série est d'une heure et demie. Les deux séries sont séparées par 12 heures.*

Numéro du prélèvement	Station 2		Station 6	
	log.	valeurs naturelles	log.	valeurs naturelles
1	2,04	110	2,55	360
2	2,39	250	2,17	150
3	2,17	150	2,20	160
4	2,20	160	2,00	100
5	2,07	120	2,32	210
Cv %	6,33	35	9,06	50,80

ments horizontaux étalés sur 24 heures entre six stations, est du même ordre de grandeur (1).

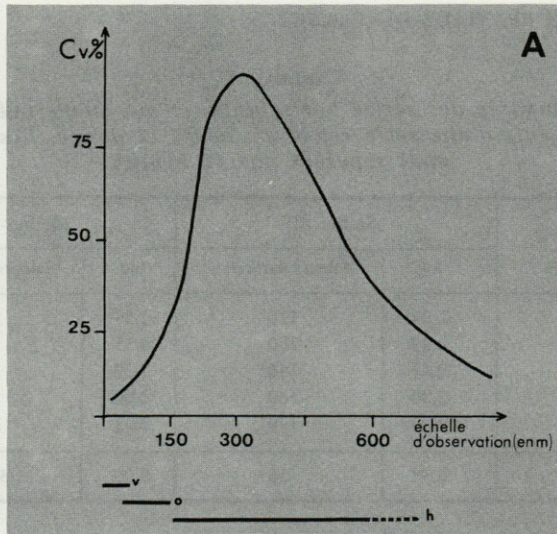
Enfin, il peut être intéressant de connaître dans les deux cas envisagés (double série oblique, et double série horizontale) l'influence de l'intervalle de 12 heures séparant les séries. On peut rapidement montrer à partir des deux tableaux précédents que dans le cas des prélèvements horizontaux les moyennes ne diffèrent pas significativement et que la variation entre les 2 séries est inférieure à la variation interne aux séries, tandis que le phénomène inverse se produit pour les séries obliques, qui lors de cette comparaison entre deux stations séparées par 12 heures d'intervalle diffèrent d'une manière significative.

L'hétérogénéité, traduite ici par la valeur du coefficient de variation Cv varie donc fortement avec l'échelle d'étude (tableau V et figure 2). A l'échelle 1, (prélèvements obliques en une station) aucune hétérogénéité n'est visible mais il est vraisemblable qu'il existe une microhétérogénéité n'apparaissant pas car son échelle est petite par rapport au parcours d'échantillonnage (2). A l'échelle 2 (traits horizontaux en une station) l'hétérogénéité apparaît. Enfin, les traits horizontaux mais

(1) La mesure du volume d'eau filtrée permet d'estimer la variation de la méthode de prélèvement. Une série de 5 traits d'une durée de 5 minutes entraîne une valeur du coefficient de variation proche de 5 %.

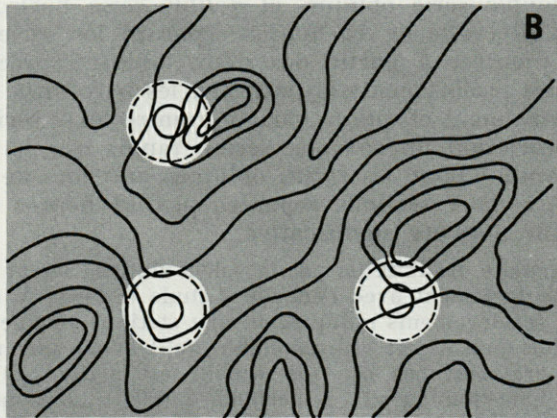
(2) Ce serait une erreur d'interpréter la faible valeur du coefficient de variation des prélèvements obliques en une station par l'intégration de l'hétérogénéité verticale. C'est chaque prélèvement oblique qui intègre l'hétérogénéité verticale, elle ne peut donc apparaître par comparaison de plusieurs prélèvements obliques, et la variation observée entre de tels prélèvements provient alors d'une modification de la structure verticale globale. En d'autres termes, la pêche oblique n'a pas lieu exactement au même point et la valeur de Cv reflète cette variation horizontale.





Importance de l'étendue spatiale des modes de prélèvement:

- v: traits verticaux
- o: traits obliques
- h: traits horizontaux



zone intéressée par

- ↗ un prélèvement court
- ↘ un prélèvement long

FIG. 2. — A : évolution schématique de la valeur du coefficient de variation d'une série de prélèvements en fonction de l'échelle d'observation. B : interprétation; les courbes représentent des isoteneurs en plancton. On peut mettre en doute l'existence réelle de ces isoplèthes qui supposent une variation continue entre elles. Mais même en admettant l'absence de gradient, on arrive à une juxtaposition brutale de teneurs différentes et le problème traité reste le même.



surtout obliques, mettent en évidence l'hétérogénéité de la distribution des larves, à l'échelle du plateau continental : numérotations 3 et 4 du tableau V. La valeur réelle des isoplèthes n'est pas intéressante à connaître, le but étant ici d'identifier le moyen de pêche amenant la plus faible variation interne dans une série de prélèvements répartis entre un nombre restreint de stations. L'utilisation d'un quadrillage serré permet au contraire l'établissement de courbes d'égale abondance de nombreux facteurs et leur comparaison (FRONTIER, 1969; BOUGIS et col., 1968).

La figure 2 montre que la variation du rapport  $\sigma/m$  n'est pas quelconque lorsque l'échelle d'échantillonnage augmente. La morphologie d'une telle courbe peut être interprétée de la façon suivante. Pour un court échantillonnage correspondant à une variabilité à petite échelle, on obtient une certaine valeur de  $C_v = \sigma/m$ . Lorsque l'ampleur de l'échantillonnage augmente, la valeur de  $C_v$  s'élève, ce qui correspond à l'intersection irrégulière de nouvelles courbes d'isoteneur. Une fois l'échelle de second ordre atteinte, l'augmentation de la dimension des récoltes effectuées donc au sein d'une même hétérogénéité, ne peut entraîner que la diminution

TABLEAU V

*Relations entre l'hétérogénéité spatiale et l'échelle d'observation. On peut admettre qu'en un point, l'hétérogénéité verticale est stable, en valeur relative, pendant la durée des prélèvements. Cela permet de ne considérer la variation horizontale qu'en un seul niveau. Par contre, entre plusieurs points, l'hétérogénéité verticale varie fortement et doit être intégrée pour permettre la comparaison avec les prélèvements obliques. En définitive, l'hétérogénéité, traduite par la valeur de  $C_v$ , caractérise toute la colonne d'eau et non un niveau particulier.*

Types de prélèvements	Référence de l'échelle	Numéro de l'échelle	Appréciation de l'hétérogénéité ( $C_v$ %)	Interprétation
Obliques en une station (durée moyenne : 3')	Distance parcourue pendant la série oblique : 150 m	1	12	Pas d'isoplèthes intersectées
Horizontaux en une station (durée : 6')	Distance parcourue pendant la série horizontale : 300 m	2	35 à 50	Quelques isoplèthes sont intersectées
Horizontaux ou entre plusieurs stations Obliques	Distance moyenne entre 2 ensembles de prélèvements obliques ou horizontaux : 13 000 m	3	50	mais ces isoplèthes ont pratiquement la même valeur
		4	87	Une grande partie de l'échelle des isoplèthes est parcourue.



de la valeur de  $C_v$ . La valeur des courbes d'isoabondance intersectées varie alors dans une gamme étroite.

Ainsi l'évolution de la dispersion d'une série effectuée d'une part en un point, d'autre part entre plusieurs points montre un changement très prononcé de sa valeur lorsque la comparaison est effectuée avec les prélèvements obliques (passage de 12 % à 87 %), alors que pour les prélèvements horizontaux l'augmentation de  $C_v$  est peu importante. Cette variation de la valeur de  $C_v$  en relation avec l'augmentation de l'étendue spatiale considérée, reflète surtout la différence de valeur des isoplèthes intersectées. La comparaison effectuée sur les prélèvements horizontaux montre en particulier que les séries réalisées en un point ou en plusieurs concernent approximativement la même zone du spectre des variations de l'échelle d'abondance du plancton.

Des résultats précédents on doit retenir que les séries de prélèvements horizontaux effectués sur une large échelle de temps et d'espace montrent une variation à peu près constante. Par leur durée, ces prélèvements intègrent la plus grande partie de l'hétérogénéité aléatoire. Ce fait constitue un argument souvent négligé pour préférer les prélèvements horizontaux lors d'une étude numérique échelonnée dans le temps. Ces prélèvements apparaissent comme étant les plus représentatifs de la variation saisonnière car ils intègrent la plus grande partie de l'hétérogénéité spatiale aux alentours du point étudié. De plus si les cycles quantitatifs sont établis à partir de la somme de quatre traits horizontaux à des profondeurs différentes, l'hétérogénéité verticale est aussi intégrée (1).

Il apparaît que la pêche horizontale est mieux adaptée à l'établissement des variations saisonnières. Cette opinion n'est cependant pas toujours partagée et des résultats différents, ou même opposés ont été établis. Ainsi, selon THIRIOT (1970, p. 40) « la récolte par pêche verticale est celle qui apparaît la plus précise pour le moment et permet des études de cycles saisonniers ». Dans le cadre de la présente étude, il semble cependant que la pratique des pêches horizontales, compte tenu de l'espace prospecté, convienne mieux à l'étude des variations saisonnières. A l'opposé, les séries de prélèvements obliques ou verticaux témoignent d'une variation très grande lorsqu'elles s'étalent dans le temps et l'espace. Elles sont mieux adaptées aux études de répartition et le fait

(1) On peut faire remarquer qu'une série de quatre traits horizontaux pourrait avantageusement être remplacée par plusieurs traits verticaux à condition d'effectuer ces derniers en se déplaçant; il en résulterait rapidement une difficulté de réalisation compte tenu du nombre nécessairement important de traits verticaux à réaliser.



d'échantillonner toute la colonne d'eau favorise grandement les études qualitatives.

Plusieurs remarques permettent de généraliser ces conclusions. Seule, l'hétérogénéité spatiale (à la fois horizontale et verticale) est à l'origine des résultats précédents; et beaucoup de groupes systématiques ont le type de répartition schématisé sur la figure 2 B. Ainsi, BOUGIS et coll., (1968), FRONTIER (1969) établissent des cartes de répartition fortement démonstratives, relatives aux Copépodes, Calycophores, Cladocères ou bien donnent des chiffres permettant l'établissement de cartes analogues (OMALY, 1968). Quelle que soit l'importance de l'hétérogénéité, la technique même des prélèvements amène le plus souvent aux conclusions exposées précédemment, très rarement au cas limite d'une hétérogénéité suffisamment faible pour ne pas être décelable par prélèvements horizontaux ou verticaux et jamais à la mise en évidence d'une hétérogénéité plus marquée par prélèvements horizontaux.

Quelques exemples montrent que pratiquement les prélèvements horizontaux enregistrent plus sûrement les variations numériques qui peuvent ne pas être perceptibles par prélèvements verticaux. S. RAZOULS (1969), qui a examiné de 1965 à 1967 les résultats des traits verticaux effectués régulièrement chaque semaine, montre qu'en ce qui concerne les Thaliacés, aucun pic n'apparaît entre décembre 1965 et mars 1966, alors qu'un pic est mis en évidence au même point et à la même époque par prélèvements horizontaux à plusieurs niveaux. Une communication personnelle de FRONTIER fournit le même type d'exemple. Un cycle annuel est établi sur 10 stations à l'aide de traits verticaux et horizontaux. Ces derniers sont pratiquement les seuls à donner un résultat cohérent, ayant une signification en dehors des variations aléatoires et confirmé par des prélèvements ultérieurs.

On peut légitimement se poser la question de la signification des variations saisonnières enregistrées par prélèvements verticaux : il est à craindre que les graphiques numériques obtenus par ce procédé soient le reflet partiel des variations aléatoires spatio-temporelles et il serait souhaitable que tout prélèvement soit toujours complété par l'estimation de l'erreur qui l'accompagne, quelle que soit la destination (étude numérique ou pondérale) du prélèvement.

## 2. ETUDE QUALITATIVE.

Ce paragraphe envisage uniquement les comparaisons qui tiennent compte de la taille des larves. Le but est de savoir si les deux méthodes de prélèvements ont une influence sur les caracté-



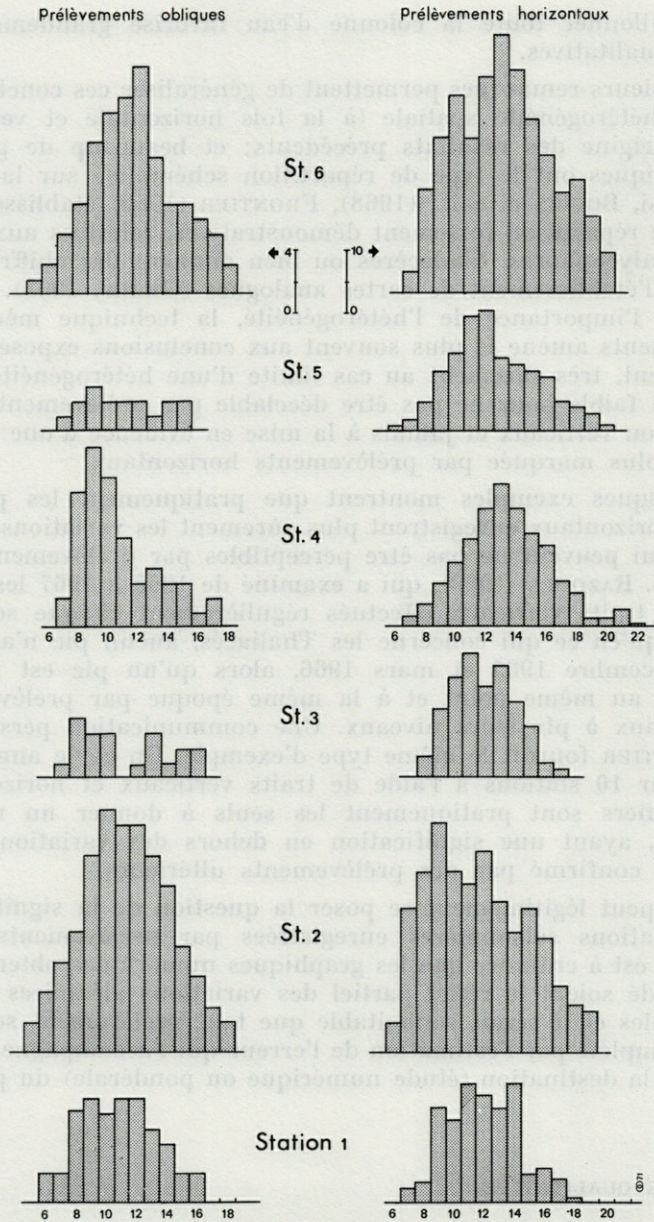


FIG. 3. — Diagrammes de distribution des fréquences des tailles des larves en fonction du type et du lieu de prélèvement. L'histogramme des traits horizontaux correspond à l'intégration de 4 prélèvements réalisés à des profondeurs différentes, et celui des traits obliques à l'intégration de 2 à 5 prélèvements.



ristiques des échantillons et si les différentes stations sont occupées par une population d'animaux de même âge ou d'âge différent (1).

a) *Distribution des tailles en fonction des types de prélèvements répartis entre plusieurs stations.*

Lorsqu'une étude qualitative est réalisée à partir de prélèvements horizontaux et obliques sur un ensemble de plusieurs stations, la variation observée est due à deux facteurs :

- la méthode de pêche par prélèvements horizontaux ou obliques;
- la présence de plusieurs populations à des états différents d'évolution, entraînant une répartition différente des classes de taille.

L'analyse de variance des échantillons, figure 3, permet de tester à la fois le mode de prélèvement et la répartition spatiale. Pour chaque station, un seul histogramme de distribution des tailles est établi. Il résulte pour les traits horizontaux, de l'addition de quatre échantillons correspondant à quatre profondeurs différentes et pour les traits obliques, d'un nombre variable de prélèvements. Le détail des données numériques concernant les diagrammes de la figure 3 et la comparaison statistique de leur moyenne ne sont pas donnés.

L'analyse de variance des deux séries d'échantillons permet de conclure que pour l'ensemble des stations étudiées (2), la technique des prélèvements horizontaux donne des échantillons de population qui diffèrent significativement dans leur ensemble. Ces prélèvements horizontaux peuvent cependant être utilisés pour une étude quantitative étalée dans le temps si l'erreur d'échantillonnage est inférieure à la variation observée entre deux prélèvements consécutifs. Les prélèvements obliques ne permettent pas de mettre en évidence une hétérogénéité qualitative.

b) *Comparaison des modes de prélèvements en un même point.*

Elle peut s'effectuer en établissant les histogrammes de distribution des tailles des larves prélevées à deux moments de la

(1) Ce problème a une importance primordiale en conditionnant l'exploitation des variations saisonnières.

(2) On suppose dans ce qui précède que les conditions d'application de l'analyse de variance sont satisfaisantes : 1) caractère aléatoire des échantillons; 2) normalité des distributions; 3) égalité des variances. Le point 1 est réalisé (FRONTIER, 1971). Le point 2 est testé par l'établissement de la droite de Henry (Fig. 4). Bien que dans certains cas le type de distribution ne soit pas évident, la plupart des graphiques témoignent d'une distribution proche de la normale. Dans le cas des prélèvements horizontaux de la station 5, la transformation logarithmique n'améliore pas la distribution qui est plus proche du type normal que log-normal. Les meilleurs tests sont fournis par les prélèvements obliques. Le point 3 est bien réalisé dans les prélèvements obliques mais semble approximatif dans le cas des prélèvements horizontaux. Cependant cette condition est d'autant moins nécessaire que les effectifs des diverses séries sont plus grands et plus voisins les uns des autres et précèdent le nombre d'individus des séries horizontales est plus élevé que celui des séries obliques; leur variabilité est aussi plus faible.



période nycthémerale. Ainsi, la répartition des tailles a, à priori, le maximum de chance d'être modifiée, ce qui permet d'effectuer les séries horizontales dans des conditions différentes de répartition des larves. Cela revient à apprécier l'efficacité sur le plan qualitatif de l'intégration de quatre prélèvements horizontaux. Si les échantillonnages effectués par prélèvements horizontaux et obliques sont équivalents, les diagrammes de fréquence des tailles doivent être peu différents et le rapport du nombre de larves récoltées à deux moments de la période nycthémerale doit être le même pour toutes les classes et en cas de variation quantitative globale entre les deux prélèvements, différent de l'unité. C'est une hypothèse nulle qui est testée (Tableau VI).

TABLEAU VI

*Rapport, pour une taille donnée, du nombre de larves récoltées à deux moments du cycle nycthémeral. On suppose qu'un même nombre de larves est récolté aux deux stations, diurne et nocturne. Lorsque le nombre de larves récoltées le jour est plus grand que celui des larves récoltées la nuit, le rapport est positif. La comparaison avec un rapport constant égal à l'unité pour toutes les tailles récoltées permet de juger du meilleur type d'échantillonnage.*

Prélèvements obliques					Prélèvements horizontaux				
Taille	Nombre de larves		R	(R - 1) <sup>2</sup>	Taille	Nombre de larves		R	(R - 1) <sup>2</sup>
	J	Nc				J	Nc		
5	2	1,26	+1,58	0,3364	5		0		
6	4	2,52	+1,58	0,3364	6	24	3,63	+6,61	31,4721
7	6	5,04	+1,19	0,0361	7	30	15,45	+1,94	0,8836
8	8	7,56	+1,05	0,0025	8	38	23,63	+1,60	0,3600
9	13	12,63	+1,02	0,0004	9	30	30	1,00	0
10	16	15,12	+1,05	0,0025	10	28	23,63	+1,18	0,0324
11	15	16,42	-1,09	0,0081	11	31	32,72	-1,05	0,0025
12	15	18,94	-1,26	0,0676	12	25	39,09	-1,56	0,3136
13	13	11,36	+1,14	0,0196	13	20	33,63	-1,68	0,4624
14	11	7,56	+1,45	0,2025	14	24	26,36	-1,09	0,0031
15	7	7,56	-1,08	0,0064	15	19	20,99	-1,10	0,0100
16	5	6,31	-1,26	0,0676	16	11	15,45	-1,40	0,1600
17	3	5,04	-1,68	0,4624	17	8	17,27	-2,15	1,3225
18	2	2,52	-1,26	0,0676	18	7	11,81	-1,68	0,4624
					19	0	-	-	-
DDL	13		X <sup>2</sup>	1,61	DDL	12		X <sup>2</sup>	35,48
seuil à 5 %				22,36	seuil à 5 %				21,03

Dans le cas des prélèvements obliques la différence n'est pas significative et les fluctuations aléatoires en rendent compte. Dans le cas des prélèvements horizontaux, le hasard ne peut rendre compte de la différence; l'hypothèse de travail : répartition cons-



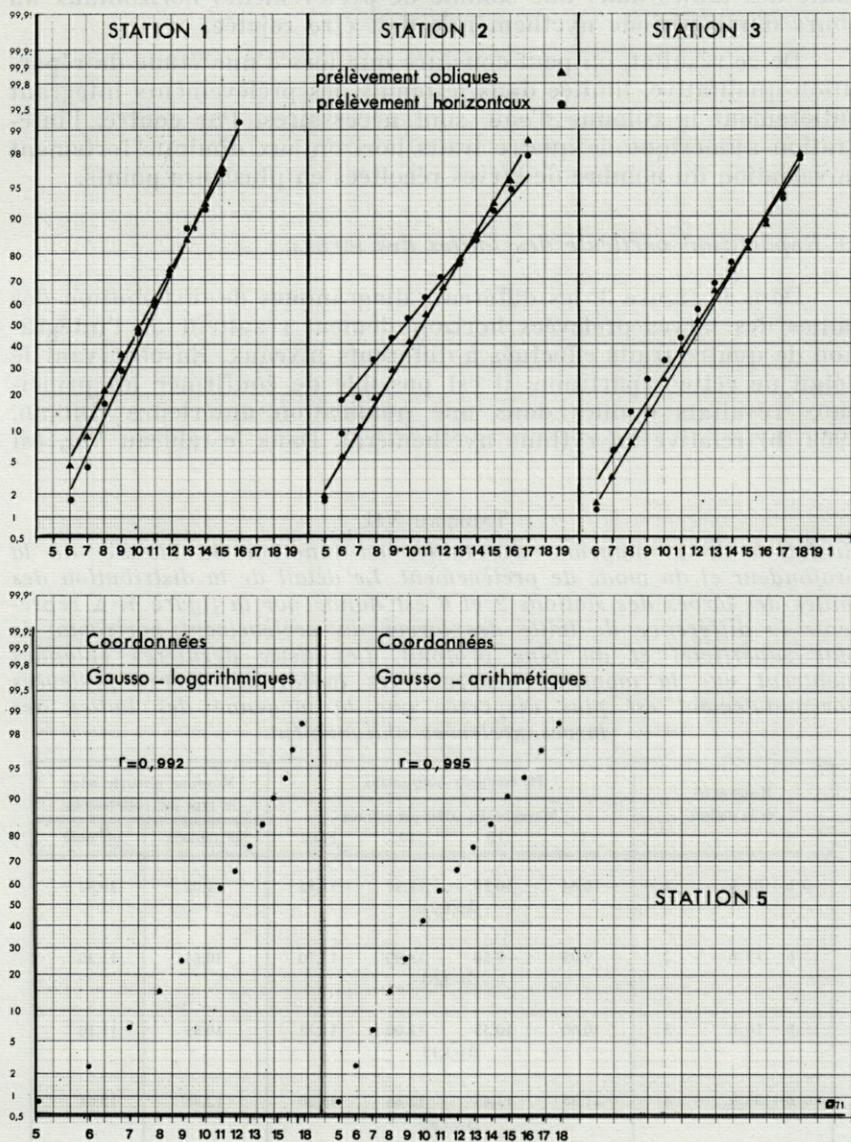


FIG. 4. — Test de normalité de quelques distributions des tailles des larves en fonction du type de prélèvement.



tante des tailles dans une somme de prélèvements horizontaux au cours d'une période nyctémérale doit être rejetée.

De ce résultat, on peut conclure que lors d'une étude de répartition qualitative, limitée dans le temps, les prélèvements intégrant entièrement la colonne d'eau, sont nécessaires. Par contre, l'intégration numérique de quatre traits horizontaux diminue fortement la variation du nombre de larves récoltées en plusieurs points.

c) *Répartition verticale des tailles des larves.*

Dans la figure 3, les différents diagrammes de distribution des tailles des larves prélevées horizontalement résultent de l'intégration de quatre traits effectués à différents niveaux. En observant le détail de cette répartition, il est possible de confirmer les principaux résultats donnés dans une publication antérieure (BHAUD, 1969 b) relative au rythme nyctéméral. Dans le tableau VII, est

TABLEAU VII

*Evolution de la moyenne des tailles en fonction de l'heure, de la profondeur et du mode de prélèvement. Le détail de la distribution des tailles des larves des stations 2 et 6 est donné par la figure 4.  $\Delta$  représente la différence de taille des larves du prélèvement horizontal le plus superficiel et du plus profond. Les deux dernières colonnes montrent que la moyenne générale des tailles des larves prélevées horizontalement est plus dispersée que la moyenne des tailles des larves prélevées obliquement.*

Heure et n° de la station	Prélèvements horizontaux				Moyenne générale selon le type des prélèvements	
	Moyenne des tailles par niveaux				horizontaux	obliques
	1	10	20	Fond		
0 h - 01 h    1	10,64	10,55	11,37	11,85	11,02	10,82
		$\Delta = 1,21$				
12 h - 13 h    2	9,05	9,50	13,00	12,70	10,64	11,30
		$\Delta = 3,65$				
15 h - 16 h    3	10,60	10,33	12,00	11,75	10,88	11,10
		$\Delta = 1,15$				
19 h - 20 h    4	11,38	13,43	12,46	15,20	12,46	10,64
		$\Delta = 3,82$				
21 h - 22 h    5	10,10	11,14	12,33	12,93	11,53	11,00
		$\Delta = 2,83$				
00 h - 01 h    6	9,55	11,30	13,22	14,42	12,16	11,58
		$\Delta = 4,87$				



P : niveau de pêche — m : taille moyenne des larves  
(1/10 mm)

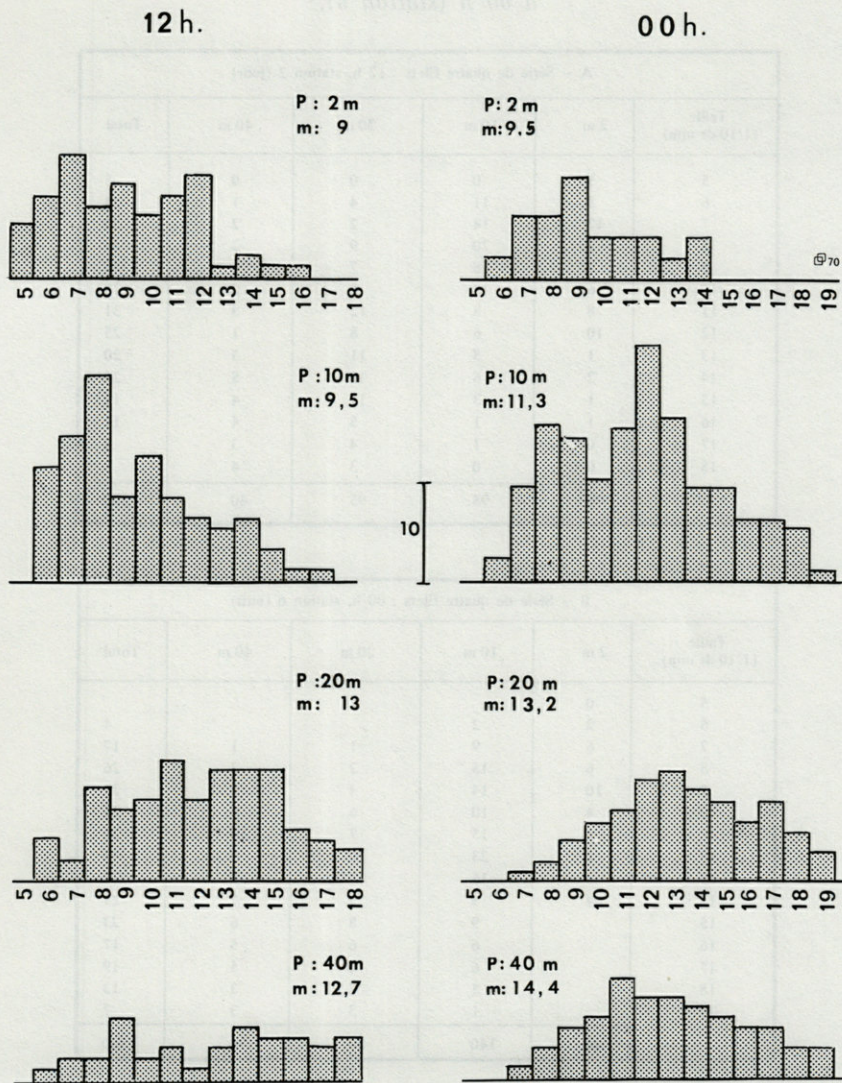


FIG. 5. — Diagrammes de distribution des fréquences des tailles des larves prélevées par traits horizontaux aux stations 2 (12 h) et 6 (00 h). Le détail numérique est donné dans le tableau VIII.



TABLEAU VIII

Détail des diagrammes de la figure 5. Comparaison de deux séries de prélèvements horizontaux : d'une part à 12 h (station 2), d'autre part à 00 h (station 6).

A - Série de quatre filets : 12 h, station 2 (jour)					
Taille (1/10 de mm)	2 m	10 m	20 m	40 m	Total
5	5	0	0	0	5
6	8	11	4	1	24
7	12	14	2	2	30
8	7	20	9	2	38
9	9	8	7	6	30
10	6	12	8	2	28
11	8	8	12	3	31
12	10	6	8	1	25
13	1	5	11	3	20
14	2	6	11	5	24
15	1	3	11	4	19
16	1	1	5	4	11
17	0	1	4	3	8
18	0	0	3	4	7
	70	95	95	40	300

B - Série de quatre filets : 00 h, station 6 (nuit)					
Taille (1/10 de mm)	2 m	10 m	20 m	40 m	Total
5	0				
6	2	2			4
7	6	9	1	1	17
8	6	15	2	3	26
9	10	14	4	5	33
10	4	10	6	6	26
11	4	15	7	10	36
12	2	23	10	8	43
13	2	16	11	8	37
14	4	9	9	7	29
15		9	8	6	23
16		6	6	5	17
17		6	8	5	19
18		5	5	3	13
19		1	3	3	7
	40	140	80	70	330



portée la moyenne de taille des larves à chaque profondeur de pêche et à chaque station. En outre, est indiquée la différence de taille moyenne des larves entre 1 m et l'immersion la plus profonde. Les deux dernières colonnes portent la moyenne générale de la taille des larves des prélèvements horizontaux ou obliques effectués à chaque station. Ce tableau ainsi que les diagrammes de la figure 4, montrent qu'il existe, quelle que soit l'heure des prélèvements, un gradient de taille, croissant de la surface vers la profondeur. Ce gradient s'accuse pendant la nuit. Les moyennes générales des tailles présentent une forte dispersion de leur valeur dans le cas des prélèvements horizontaux.

d) *Cas particulier mis en évidence par la présente étude.*

Il est nécessaire de replacer dans le temps les résultats particuliers de cette étude et pour cela de préciser les caractères suivants. D'une part la série de prélèvements étudiés s'étale sur 20 heures et la comparaison qualitative des prélèvements obliques permet de penser que ces prélèvements concernent une même population. D'autre part, on sait qu'un ensemble de larves présente au moment du prélèvement, des caractéristiques précises qui dépendent de l'état de développement des animaux. Dans le cas présent, la distribution des tailles pratiquement normale et l'absence des larves de grande taille, permet de reconnaître une population relativement jeune. Il n'en est pas toujours ainsi et l'interprétation des diverses situations que l'on peut observer a été faite dans d'autres publications (BHAUD, 1969 a et 1972).

#### D. — CONCLUSION

Au terme de cette étude réalisée à l'aide de plusieurs techniques de prélèvements et en un nombre restreint de points localisés en province néritique, les résultats concernant la distribution spatio-temporelle du méroplancton peuvent être ainsi regroupés.

1. Entre les points comparés, la variation relative numérique est plus faible dans la série de prélèvements horizontaux que dans celle des prélèvements obliques, mais en un même lieu chaque série de prélèvements obliques présente une variation relative numérique très faible.

2. Les prélèvements horizontaux, quelle que soit l'échelle de temps ou d'espace considérée, montrent une variation relative à peu près constante alors que la variation relative des prélèvements



obliques varie fortement selon l'échelle de l'étude. L'hétérogénéité spatiale mise en évidence est fonction de la technique d'étude et de l'importance des mailles du réseau de stations.

3. Dans l'ensemble des stations considérées sur le plan qualitatif, c'est-à-dire tenant compte de la taille des larves, les prélèvements horizontaux diffèrent significativement alors que les prélèvements obliques ne permettent pas de mettre en évidence une hétérogénéité qualitative; lorsqu'on tient compte des classes d'âge d'une population, les prélèvements obliques sont les meilleurs échantillonneurs.

4. La présente étude confirme nettement qu'en été les adultes benthiques réagissent de façon synchrone aux sollicitations du milieu externe : les variations de la moyenne de taille et les variations numériques des larves sont fortement semblables. En conséquence, une étude des variations saisonnières de la taille des animaux peut être effectuée à partir d'un seul point de récoltes.

5. Les prélèvements horizontaux favorables dans le cas envisagé aux études quantitatives peuvent aussi être utilisés pour des observations qualitatives si la variation due à l'erreur d'échantillonnage est inférieure à la variation observée entre deux prélèvements consécutifs. L'étude des variations saisonnières numériques réalisée par prélèvements horizontaux qui intègrent une grande partie de la variation spatiale, comporte le maximum d'exactitude. Mais il semble incorrect d'établir une variation saisonnière numérique par prélèvements verticaux qui, le plus souvent, témoignent d'une fluctuation spatiale du même ordre que celle observée entre deux séries hebdomadaires.

## RÉSUMÉ

Une série de prélèvements, obliques et horizontaux, est effectuée en 6 points du plateau continental malgache, dans un intervalle de 20 heures. Les larves de la Polychète *Mesochaetopterus sagittarius* sont comptées.

En un seul point, la variation numérique est plus faible pour les prélèvements obliques que pour les prélèvements horizontaux, ce qui indique une homogénéité relative à petite échelle. La comparaison des tailles des larves montre ensuite que les prélèvements obliques sont plus constants que les prélèvements horizontaux après intégration de plusieurs niveaux.

Le même type de comparaison effectuée entre les 6 points, donc à une échelle plus grande, montre que les prélèvements obli-



ques donnent des résultats numériques plus dispersés que les prélèvements horizontaux. En ce qui concerne l'aspect qualitatif, la technique de prélèvement horizontal donne des échantillons de population qui diffèrent statistiquement tandis que les échantillons prélevés obliquement sont plus homogènes.

Cette étude justifie l'établissement d'un cycle des variations numériques saisonnières à partir d'un nombre restreint de points, ainsi que l'interprétation ultérieure fondée sur les caractères biologiques de l'espèce, enfin met en évidence l'importance de l'échelle d'échantillonnage.

### SUMMARY

A series of oblique and horizontal tows were executed at 6 locations above the continental slope west of Nosy-Bé (Madagascar) at intervals of 20 hours. The larvae of the Polychaete *Mesochaetopterus sagittarius* were counted.

At one location, the numeric variation is lower for the oblique tows than for the horizontal ones, which indicates a relative homogeneity at small scale. The comparison of the sizes of the larvae shows also that the oblique tows are more constant than the horizontal ones after integration of several levels.

The same type of comparison done between the 6 locations, consequently for a larger scale, shows that the oblique tows give more dispersed numeric results than the horizontal ones. Concerning the qualitative aspect, the technic of horizontal tows gives samples of population which differ statistically whereas samples obtained by oblique tows are more homogeneous.

This study justifies the establishment of a cycle for the seasonal numeric variations from a limited number of points as the ultimate interpretation based on the biological characteristics of the species. Finally it makes obvious the importance of the scale of sampling.

### ZUSAMMENFASSUNG

Eine Anzahl von Schräg- und Waagrechtfängen wurde an sechs verschiedenen Stationen über dem madegassischen Kontinentalplateau in Abständen von 20 Stunden durchgeführt. Die Larven des Polychaeten *Mesochaetopterus sagittarius* wurden gezählt.



An einer einzigen Station ist die mengenmässige Veränderung für die Schrägfänge geringer als für die Waagrechtfänge, was die verhältnismässige Einheitlichkeit eines kleinen Bereiches zeigt. Der Grössenvergleich der Larven gibt konstantere Werte für die Schrägfänge denn für die Waagrechtfänge nach Integration verschiedener Niveaus.

Derselbe Vergleich, durchgeführt für 6 Stationen zusammen, also für einen weiteren Bereich, ergibt für die Schrägfänge mengenmässig gestreutere Ergebnisse als für die Waagrechtfänge. Qualitativ gesehen zeigt die Methode der Waagrechtfänge Bevölkerungsmuster auf, welche sich statistisch unterscheiden, während diese aus Schrägfängen einheitlicher sind.

Die Studie rechtfertigt das Erstellen einer Kurve für die mengenmässigen Veränderungen innerhalb der Jahreszeiten ausgehend von einer beschränkten Anzahl von Stationen; letztlich ist die Interpretation auf den biologischen Eigenheiten der Art begründet. Endlich zeigt die Studie die Bedeutung, die der örtlichen Ausdehnung zukommt, innerhalb derer Proben genommen werden.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BARNES, H., 1949. A statistical study of the variation in vertical plankton hauls with special reference to the loss of catch with divided hauls. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **28** : 429-446.
- BHAUD, M., 1969a. Evolution des populations méroplanctoniques des larves de *Mesochaetopterus sagittarius* (Claparède, 1870) à Nosy-Bé (Madagascar). *Vie Milieu*, **20** (1B) : 159-170.
- BHAUD, M., 1969b. Etude de la migration verticale quotidienne des larves de *Mesochaetopterus sagittarius* à Nosy-Bé (Madagascar). *Mar. Biol.*, **4** (1) : 28-35.
- BHAUD, M., 1972. Quelques données sur la biologie des Invertébrés benthiques en climat tropical. Etude parallèle des larves pélagiques. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. Océanogr., **10** (2) : 161-188.
- BOUGIS, P., P. NIVAL et S. NIVAL, 1968. Distribution quantitative comparée du phytoplancton et des Copépodes dans les eaux superficielles de la rade de Villefranche. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **2** (3) : 239-251.
- CASSIE, R.M., 1962. Frequency distribution models in the ecology of plankton and other organisms. *J. Anim. Ecol.*, **31** : 65-92.
- CASSIE, R.M., 1963. Microdistribution of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **1** : 223-252.
- CUSHING, D.H., 1953. Studies on plankton populations. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, **19** : 3-22.



- FRONTIER, S., 1966. Zooplancton de la région de Nosy-Bé. I. Programme des récoltes et techniques d'étude. II. Plancton de surface aux stations 5 et 10. *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr.*, 4 (3) : 3-37.
- FRONTIER, S., 1969. Sur une méthode d'analyse faunistique rapide du zooplancton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 3 (1) : 18-26.
- FRONTIER, S., 1971. Etude statistique de la distribution du plancton. In : Zooplancton d'une baie eutrophique tropicale. Centre O.R.S.T.O.M. de Nosy-Bé, Doc. n° 24, multigr. : 55-88.
- GARDINER, A.C., 1931. The validity of single vertical hauls of the international net in the study of the distribution of the plankton. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 17 : 449-472.
- HENSEN, V., 1887. Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. 5. *Ber. Kommn Wiss. Unters. Deutsch. Meere Kiel*, 1882-1886, XII-XVI Jahrg. Berlin : 1107.
- OMALY, N., 1968. Sur la répartition en surface du zooplancton de la baie d'Alger et la notion d'essaim. *Pelagos. Bull. Inst. océanogr., Alger*, 9 : 30-72.
- RAZOULS, C., 1969. Données sur la biomasse du zooplancton de Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 75-80.
- RAZOULS, C. et A. THIRIOT, 1968. Mise en évidence des variations d'échantillonnage des prélèvements verticaux (filet Hensen). *Vie Milieu*, 19 (1 B) : 197-223.
- RAZOULS, S., 1969. Variations saisonnières des populations du macroplancton de la région de Banyuls-sur-Mer, 1965-1967 (à l'exception des Crustacés et des Mollusques). *Vie Milieu*, 20 (1 B) : 127-144.
- RAZOULS, S. et A. THIRIOT, 1968. Le macroplancton de la région de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). *Vie Milieu*, 19 (1 B) : 133-184.
- THIRIOT, A., 1970. Cycle et distribution de Crustacés planctoniques de la région de Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). Etude spéciale des Cladocères. *Thèse Doc. Etat Fac. Sci., Paris* : 1-308.
- WIEBE, P.H. et W.R. HOLLAND, 1968. Plankton patchiness : effects on repeated net tows. *Limnol. Oceanogr.*, 13 (2) : 315-321.
- WINSOR, C.P. et L.A. WALFORD, 1936. Sampling variations in the use of Plankton nets. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 11 : 190-204.
- WINSOR, C.P. et G.L. CLARKE, 1940. A statistical study of variation in the catch of Plankton nets. *J. mar. Res.*, 3 : 1-34.

Reçu le 24 mai 1972.







# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES DIATOMÉES DES FONDS MEUBLES VASEUX DE BANYULS-SUR-MER.

## I. DONNÉES HIVERNALES

par Nabil MOUNEIMNÉ \*

*Laboratoire Araço, 66650 - Banyuls-sur-Mer*

### SOMMAIRE

Les Diatomées, d'un fond meuble vaseux de la région de Banyuls-sur-Mer, ont été étudiées qualitativement et quantitativement pendant la période hivernale. Après une description de la méthode de séparation des micro-organismes siliceux du sédiment, l'auteur dénombre les espèces trouvées et reconnaît deux nouvelles formes microphytobenthiques.

### INTRODUCTION

L'étude quantitative des Diatomées benthiques a suscité, ces dernières années, un vif intérêt chez les chercheurs français. PLANTE-CUNY (1969), COLOCOLOFF et COLOCOLOFF (1970), et COLOCOLOFF (1971) ont étudié, à Marseille, la distribution qualitative et quantitative des Diatomées des substrats meubles. A Banyuls-sur-Mer, BOUGIS (1946) a souligné l'importance des micro-organismes siliceux de la vase profonde, à — 200 m. En 1951, ALEEM a donné la liste des Diatomées trouvées par fond rocheux de — 25 m à

\* Boursier du CNRS du Liban, adresse actuelle : rue Omar bnel Khattab, immeuble Tofik Joumaa, Beyrouth, Liban.



— 30 m. Nous nous joignons à ces deux derniers auteurs pour contribuer à l'étude de la microflore benthique de notre région.

## LIEU ET DATES DE RÉCOLTE

La station se situe à — 32,5 m, au large de Banyuls (3°09'25" E, 42°29'45" N). Le substrat, faisant partie du faciès des vases sableuses à *Scoloplos armiger*, est composé essentiellement de pélites ( $< 40 \mu$ ) dépassant largement 50 %, et de sables fins ( $< 80 \mu$ ). La fraction grossière est négligeable (GUILLE, 1970).

Les écarts de température, enregistrés sur le fond, pendant la durée de ce travail, sont de 9,1 °C. Le maximum est apparu au début du mois d'octobre (20,5 °C); il est suivi par une baisse progressive pour atteindre le minimum vers la fin de février (11,4 °C) (de BOVÉE, comm. pers.).

Les variations de salinité nous ont paru négligeables. Les valeurs oscillent entre 37 et 38 ‰.

Nos prélèvements, au nombre de 11, s'étalent sur 5 mois, de septembre 1971 à février 1972 (excepté le mois d'octobre, où nous n'avons pu faire aucun échantillonnage).

## MÉTHODES ET TECHNIQUES

Les prélèvements ont été effectués le matin par plongée, à l'aide de tubes de plexiglas transparents de 26 mm de diamètre intérieur. A chaque échantillon, nous avons ajouté du formol à 5 %, mélangé avec du rose bengale.

Comme PLANTE-CUNY et COLOCOLOFF, nous avons étudié le premier centimètre de la carotte, avec trois centimètres de l'eau surnageante.

La méthode de séparation des Diatomées, préconisée par LEBOIME (1948), est basée sur deux procédés : l'élutriation et la centrifugation dans des liquides aqueux de densités décroissantes.

La première opération consiste à éliminer les particules fines de dimensions inférieures ou égales à  $1 \mu$ , et les gros débris plus grands que les cellules siliceuses.

L'auteur décrit l'appareil utilisé et mentionne les débits nécessaires pour ce tri.

Si nous nous référons à la note de RAFFINOT (1954), nous constatons que pour pouvoir appliquer l'élutriation, il faut respecter certaines conditions, telles que les dimensions des grains, qui doivent être inférieures à  $74 \mu$ , et le diamètre du récipient utilisé, qui doit être supérieur à 100 mm, pour éliminer tout effet de parois.

Donc, il faut procéder au préalable à un tamisage, et élargir l'appareil de Leboime, puisque son diamètre est de 45 mm seulement.



PLANTE-CUNY, employant l'élutriateur de Leboime, trouve que la perte de cellules est négligeable. Pour notre part, nous l'avons estimée, sur un sédiment vaseux, de 15 à 25 %, ce qui est quand même assez important. Pour cela nous n'avons appliqué que le deuxième procédé, comme l'a d'ailleurs fait BOUGIS.

Vu le prix de revient assez élevé du borotungstate de cadmium employé, nous avons testé d'autres liquides pour minéralogie, moins coûteux (potassium iodomercurate, liquide de Clerici, bromoforme), mais les résultats n'étaient pas satisfaisants, par suite d'une importante flocculation entraînant les Diatomées avec la vase. Pour cette raison, nous avons dû employer le borotungstate de cadmium, après avoir ramené sa densité à 2,30.

Une première centrifugation, dans ce liquide lourd, de 250 mm<sup>3</sup> de sédiment mouillé, dilué dans une fois son volume d'eau, permet de séparer 74 % de cellules. Une seconde fois, 18 %, la troisième et la quatrième 8 %.

Dans ce travail, nous n'avons centrifugé que 2 fois, mais le nombre total de Diatomées trouvées a été majoré de 8 %.

Pour éliminer les particules inférieures à 5  $\mu$ , le produit de centrifugation est versé sur un filtre de 8  $\mu$  (Sartorius, SM 113 06.050), puis lavé à l'eau distillée.

Les cellules isolées sont concentrées puis comptées dans une cellule Nageotte (volume 50  $\mu$ l). Pour chaque prélèvement, nous avons déterminé 300 à 600 individus, répartis dans 2 ou 4 demi-cellules de comptage. Seules sont prises en considération les Diatomées colorées et ayant des plastes marqués (BOUGIS, PLANTE-CUNY, COLOCOLOFF).

## RÉSULTATS

Au cours de 5 mois de prélèvements, la densité des Diatomées a subi des variations (tabl. I). La courbe (fig. 1), en dents de scie, marque deux minimums : en octobre et en janvier où nous rencontrons le nombre de cellules le plus faible (7 600 cel/cm<sup>2</sup>). Par contre, en septembre, novembre et février l'abondance est plus importante, atteignant 22 000 cel/cm<sup>2</sup> en fin de courbe. BOUGIS, faisant des essais sur la même vase, en mai et août 1946, a trouvé

TABLEAU I

*Densité des Diatomées par prélèvement et par centimètre carré*

Date	6-IX	13-IX	18-XI	30-XI	7-XII	16-XII	21-XII	21-I	3-II	12-II	23-II	Moyenne
Cel/cm <sup>2</sup>	15120	16080	8240	7050	14360	19280	9000	7810	17560	20240	20360	14100
Corr. 8 %	1210	1286	659	564	1149	1542	720	625	1504	1619	1629	1128
Total	16330	17366	8899	7614	15509	20822	9720	8435	18965	21859	21989	15228



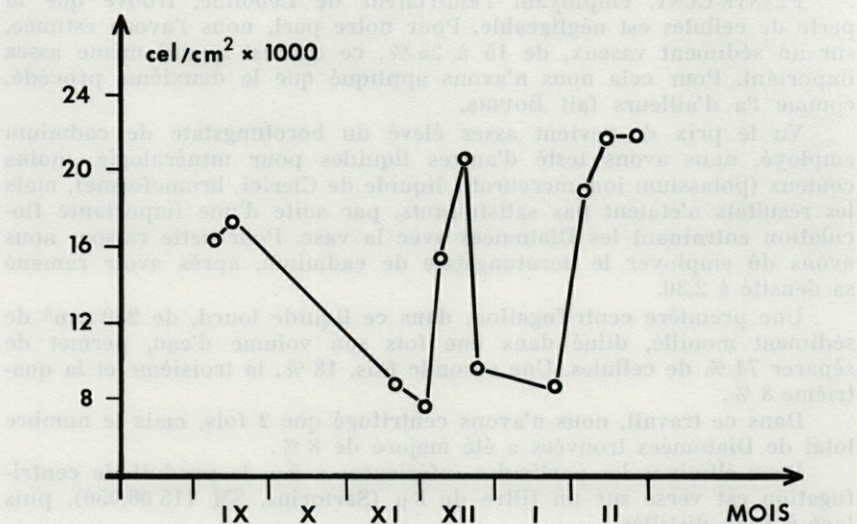


FIG. 1. — Variations saisonnières de la densité des Diatomées exprimée en milliers de cellules par cm<sup>2</sup>.

des densités de l'ordre de 50 000 à 100 000 cel/cm<sup>2</sup>. Si nous supposons que les conditions écologiques n'ont pas beaucoup varié, il faudra penser que la densité rencontrée actuellement, est minimale par rapport au reste du cycle annuel.

A Marseille, PLANTE-CUNY a fait cinq sondages sur des fonds instables (fraction fine 33,5 %, fraction grossière 66,5 %), situés entre — 30 et — 35 m. Les résultats, de décembre et février, indiquent un nombre de Diatomées bien inférieur à celui de notre région, à la même époque (tabl. II). Cette différence peut dépendre des facteurs hydrologiques, et de la nature du fond qui est plus envasé et plus stable à Banyuls. Elle dépend aussi de l'opérateur (tri, comptage...).

Les 280 espèces recensées, à notre station, appartiennent à 57 genres, dont 13 seulement sont fréquents. Le genre *Navicula* Bory

TABLEAU II  
Densité des Diatomées à Marseille (PLANTE-CUNY)

Date	9-XII-63	22-II-64	11-IV-64	23-V-64	4-VIII-64
Prof.	-31 m	-30 m	-30 m	-35 m	-33 m
Cel/cm <sup>2</sup>	293	3865	14871	8187	4680



groupant le plus grand nombre d'espèces (44), ne tient que la quatrième place par sa fréquence (10,84 %). *Nitzschia* Hassall, *Paralia* Heiberg et *Diploneis* Ehrenberg sont effectivement plus abondants (tabl. III).

TABLEAU III  
Principaux genres groupés par ordre d'abondance

Genre	nb.esp.	% esp.	cel/cm <sup>2</sup>	% cel.
<i>Nitzschia</i> Has.	40	14,29	2636	18,70
<i>Paralia</i> Heib.	1	0,36	2524	17,90
<i>Diploneis</i> Ehr.	24	8,57	1851	13,13
<i>Navicula</i> Bory	44	15,71	1528	10,84
<i>Melosira</i> Ag.	3	1,07	1177	8,35
<i>Pleurosigma</i> Sm.	16	5,71	638	4,52
<i>Amphora</i> Ehr.	33	11,79	571	4,05
<i>Caloneis</i> Cl.	4	1,43	502	3,56
<i>Synedra</i> Ehr.	8	2,86	463	3,28
<i>Gyrosigma</i> Has.	14	5,00	432	3,06
<i>Diatoma</i> D.C.	2	0,72	311	2,21
<i>Coscinodiscus</i> Ehr.	10	3,57	260	1,84
<i>Bacillaria</i> Gm.	1	0,36	196	1,39
Total	200	81,44	13089	92,83

A l'intérieur de ces genres, nous ne rencontrons guère que 20 espèces se distinguant par un pourcentage supérieur à 1 % du total (tabl. IV).

La figure 2 nous montre que la densité de 9 espèces : *Navicula viridula* (Kützing) Kützing, *Nitzschia sigma* (Kützing) Smith, *Nitzschia angularis* Smith, *Nitzschia panduriformis* Gregory, *Gyrosigma wansbekii* (Donkin) Cleve, *Pleurosigma normanii* Ralfs, *Amphora gibberosa* n. sp., *Nitzschia hybrida* Grunow, et *Pleurosigma strigosum* Smith, a tendance à diminuer pendant les mois suivant septembre.

Par contre, l'abondance de *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve, *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve, *Melosira varians* Agarth, *Synedra ulna* Ehrenberg, *Diatoma vulgare* Bory, *Nitzschia punctata* (Smith) Grunow, et *Bacillaria paxillifer* (Müller) Hendey, augmente avec le temps (fig. 2).

*P. sulcata* est, de loin, l'espèce la plus abondante. Elle passe de 300 cel/cm<sup>2</sup> au mois de septembre, à 4 000 cel/cm<sup>2</sup> en février, marquant ainsi une poussée hivernale (il faut souligner que les individus de cette espèce, forment de longues chaînes, ce qui peut entraîner une erreur d'estimation du nombre, par rapport aux autres Diatomées solitaires).



TABLEAU IV

Liste des espèces recensées à Banyuls, par ordre alphabétique, avec leurs abondances et fréquences moyennes (le signe + indique la présence de l'espèce dans l'échantillon, mais qui n'a pas été rencontrée au cours du comptage).

Espèces	cel/cm <sup>2</sup>	%	Espèces	cel/cm <sup>2</sup>	%
<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.	11	0,08	<i>Cymatopleura solea</i> Ehr.	11	0,08
<i>A. lanceolata</i> (Bréb.) Grun.	4	0,03	<i>Cymbella cymbiformis</i> Ehr.	+	—
<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehr.	11	0,08	<i>C. gasteroides</i> K.	11	0,08
<i>Amphiprora alata</i> K.	16	0,11	<i>C. lanceolata</i> Ehr.	4	0,03
<i>A. gigantea</i> Grun.	+	—	<i>C. tumida</i> (Bréb.) V. H.	11	0,08
<i>A. paludosa</i> Sm.	38	0,27	<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.	11	0,08
<i>A. pulchra</i> Bail.	+	—	<i>D. vulgare</i> Bory	300	2,13
<i>A. sulcata</i> O.M.	7	0,05	<i>Dimerogamma</i> sp.	18	0,13
<i>Amphora</i> sp.	29	0,21	<i>D. dubium</i> Grun.	4	0,03
<i>A. angulosa</i> Grun.	4	0,03	<i>D. fulvum</i> (Greg.) Ralfs	+	—
<i>A. angusta</i> Greg.	+	—	<i>Diploneis</i> sp.	36	0,26
<i>A. arcus</i> Greg.	15	0,11	<i>D. bombiformis</i> Cl.	4	0,03
<i>A. arenaria</i> Donk.	5	0,04	<i>D. bomboides</i> (A.S.) Cl.	5	0,04
<i>A. binodis</i> Greg.	+	—	<i>D. bombus</i> Ehr.	1271	9,01
<i>A. cingulata</i> Cl.	4	0,03	<i>D. chersonensis</i> (Grun.) Cl.	122	0,87
<i>A. costata</i> Sm.	+	—	<i>D. coffaeiformis</i> (A.S.) Cl.	4	0,03
<i>A. crassa</i> Greg.	11	0,08	<i>D. constricta</i> (Grun.) Cl.	9	0,06
<i>A. cymbelloides</i> Grun.	2	0,01	<i>D. crabro</i> Ehr.	62	0,44
<i>A. cymbifera</i> Greg.	11	0,08	<i>D. dalmatica</i> (Grun.) Cl.	2	0,01
<i>A. decussata</i> Grun.	2	0,01	<i>D. didyma</i> Ehr.	27	0,19
<i>A. dubia</i> Greg.	25	0,18	<i>D. exempta</i> A.S.	4	0,03
<i>A. egregia</i> Ehr.	+	—	<i>D. fusca</i> (Greg.) Cl.	33	0,24
<i>A. exigua</i> Greg.	11	0,08	<i>D. gemmata</i> (Greg.) Cl.	+	—
<i>A. gibberosa</i> n. sp.	200	1,42	<i>D. incurvata</i> (Greg.) Cl.	+	—
<i>A. gigantea</i> Grun.	4	0,03	<i>D. interrupta</i> (K.) Cl.	+	—
<i>A. graeffii</i> Grun.	+	—	<i>D. lineata</i> (Donk.) Cl.	9	0,06
<i>A. grevilleana</i> Greg.	+	—	<i>D. littoralis</i> (Donk.) Cl.	2	0,01
<i>A. hyalina</i> K.	7	0,05	<i>D. mediterranea</i> (Grun.) Cl.	+	—
<i>A. laevis</i> Greg.	+	—	<i>D. nitescens</i> (Greg.) Cl.	27	0,19
<i>A. laevisima</i> Greg.	+	—	<i>D. notabilis</i> (Greg.) Cl.	+	—
<i>A. macilenta</i> Greg.	+	—	<i>D. papula</i> (A.S.) Cl.	+	—
<i>A. marina</i> Sm.	2	0,01	<i>D. smithii</i> (Bréb.) Cl.	71	0,50
<i>A. obtusa</i> Greg.	2	0,01	<i>D. suborbicularis</i> (Greg.) Cl.	7	0,05
<i>A. ocellata</i> Donk.	5	0,04	<i>D. vacillans</i> (A.S.) Cl.	147	1,04
<i>A. ostrearia</i> Bréb.	16	0,11	<i>D. vetula</i> (A.S.) Cl.	9	0,06
<i>A. ovalis</i> K.	5	0,04	<i>Donkinia recta</i> (Donk.) Grun.	+	—
<i>A. proteus</i> Greg.	196	1,39	<i>Encyonema caespitosum</i> K.	2	0,01
<i>A. pusilla</i> (Greg. ?) Per.	—	—	<i>E. prostratum</i> (Berk.) Ralfs	4	0,03
<i>A. pusio</i> Cl.	—	—	<i>Epithemia musculus</i> K.	20	0,14
<i>A. quadrata</i> Bréb.	+	—	<i>E. sorex</i> K.	4	0,03
<i>A. spectabilis</i> Greg.	2	0,01	<i>E. turgida</i> K.	44	0,31
<i>A. sulcata</i> Bréb.	13	0,09	<i>Eucampia zodiacus</i> Ehr.	47	0,33
<i>Auricula decipiens</i> V. H.	+	—	<i>Fragillaria brevistriata</i> Grun.	+	—
<i>A. intermedia</i> (Lewis) Cl.	+	—	<i>F. capucina</i> Desm.	+	—
<i>Bacillaria paxillifer</i> Hendey	196	1,39	<i>Gomphonema constrictum</i> Ehr.	+	—
<i>Biddulphia aurita</i> (Lyngb.) Bréb. & God.	5	0,04	<i>Grammatophora marina</i> K.	+	—
<i>B. mobilensis</i> Bail.	65	0,46	<i>G. oceanica</i> Ehr.	45	0,32
<i>B. pulchella</i> Gray	22	0,16	<i>G. serpentina</i> Ehr.	29	0,21
<i>Caloneis ilber</i> (Sm.) Cl.	502	3,56	<i>Gyrosigma attenuatum</i> K.	+	—
<i>C. robusta</i> Grun.	+	—	<i>G. balticum</i> Ehr.	18	0,13
<i>C. subsalina</i> (Donk.) Hendey	+	—	<i>G. diminutum</i> Sm.	+	—
<i>C. westii</i> (Sm.) Hendey	+	—	<i>G. fasciola</i> (Ehr.) Cl.	95	0,67
<i>Campylodiscus balearicus</i> Cl.	9	0,064	<i>G. hippocampus</i> (Ehr.) Hassall	15	0,11
<i>C. echenis</i> Ehr.	16	0,11	<i>G. lineare</i> Grun.	16	0,11
<i>C. eximius</i> Greg.	4	0,03	<i>G. littorale</i> (Sm.) Cl.	+	—
<i>C. parvulus</i> Sm.	+	—	<i>G. macrum</i> Sm.	+	—
<i>C. thuretii</i>	+	—	<i>G. scalproides</i> Rab.	7	0,05
<i>Cerataneis smithii</i> Ralfs	+	—	<i>G. spencerii</i> Sm.	4	0,03
<i>Cerataoneis arcus</i> (Ehr.) K.	+	—	<i>G. strigilis</i> Sm.	+	—
<i>Cistula lorenziana</i> (Grun.) Cl.	4	0,03	<i>G. subsalinum</i> Per.	+	—
<i>Cocconeis</i> sp.	9	0,06	<i>G. tenuissimum</i> Sm.	2	0,01
<i>C. quarnerensis</i> Grun.	+	—	<i>G. wansbekii</i> Donk.	275	1,95
<i>C. scutellum</i> Ehr.	7	0,05	<i>Hantzschia marina</i> (Donk.) Grun.	+	—
<i>Coscinodiscus</i> sp.	7	0,05	<i>Hemidiscus cuneiformis</i> Wall.	+	—
<i>C. asteromphalus</i> Ehr.	+	—	<i>Licmophora lyngbyei</i> (K.) Grun.	5	0,04
<i>C. concinnus</i> Sm.	+	—	<i>L. nubecula</i> (K.) Grun.	+	—
<i>C. excentricus</i> Ehr.	84	0,60	<i>Mastogloia angulata</i> Lewis	+	—
<i>C. gigas</i> Ehr.	+	—	<i>M. exigua</i> Lewis	+	—
<i>C. lineatus</i> Ehr.	+	—	<i>M. smithii</i> Thw	4	0,03
<i>C. nodulifer</i> A.S.	+	—	<i>Melosira</i> sp.	35	0,25
<i>C. nitidus</i> Greg.	18	0,13	<i>M. juergensii</i> Ag.	82	0,58
<i>C. oculus iridis</i> Ehr.	29	0,21	<i>M. nummuloides</i> (Dillw.) Ag.	7	0,05
<i>C. perforatus</i> Ehr.	4	0,03	<i>M. varians</i> Ag.	1053	7,47
<i>C. radiatus</i> Ehr.	118	0,84	<i>Navicula</i> sp.	120	0,85



Espèces	cel/cm <sup>2</sup>	%	Espèces	cel/cm <sup>2</sup>	%
<i>Navicula abrupta</i> (Greg.) Donk.	27	0,19	<i>Nitzschia punctata</i> (Sm.) Grun.	225	1,60
<i>N. ambigua</i> Ehr.	4	0,03	<i>N. pungens</i> Grun.	16	0,11
<i>N. ammophila</i> Grun.	13	0,09	<i>N. rigida</i> Grun.	47	0,33
<i>N. anglica</i> Ralfs	+	—	<i>N. seriata</i> Cl.	4	0,03
<i>N. arenaria</i> Donk.	16	0,11	<i>N. sigma</i> (K.) Sm.	389	2,76
<i>N. arenicola</i> Grun.	11	0,08	<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) Sm.	+	—
<i>N. cancellata</i> Donk.	124	0,88	<i>N. socialis</i> Greg.	11	0,08
<i>N. carinifera</i> Grun.	+	—	<i>N. spathulata</i> Sm.	11	0,08
<i>N. clavata</i> Greg.	5	0,04	<i>N. subtilis</i> K.	4	0,03
<i>N. complanata</i> Grun.	+	—	<i>N. tryblionella</i> Htz	4	0,03
<i>N. crucifera</i> Grun.	2	0,01	<i>N. valida</i> Cl. & Grun.	4	0,03
<i>N. cryptocephala</i> K.	33	0,23	<i>Oestrupia musca</i> Greg.	4	0,03
<i>N. digito radiata</i> (Greg.) Ralfs	+	—	<i>Okekenia inflexa</i> (Bréb.) Toni	+	—
<i>N. directa</i> (Sm.) Ralfs	24	0,17	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cl.	2524	17,90
<i>N. distans</i> (Sm.) A.S.	+	—	<i>Pinnularia</i> sp.	4	0,03
<i>N. forcipata</i> Grev.	118	0,84	<i>P. clavicularis</i> Greg.	+	—
<i>N. formenterae</i> Cl.	22	0,16	<i>P. stauroptera</i> Bail.	+	—
<i>N. granulata</i> Bréb.	4	0,03	<i>P. trevelyana</i> Donk.	2	0,01
<i>N. grevilleana</i> Hendey	+	—	<i>Pleurosigma</i> sp.	15	0,11
<i>N. henedyi</i> Sm.	18	0,13	<i>P. acutum</i> Norm.	2	0,01
<i>N. inflexa</i> (Greg.) Donk.	16	0,11	<i>P. aestuarii</i> Sm.	+	—
<i>N. lanceolata</i> K.	4	0,03	<i>P. angulatum</i> Sm.	31	0,22
<i>N. libellus</i> Greg.	2	0,01	<i>P. australe</i> Grun.	13	0,09
<i>N. longa</i> Greg.	2	0,01	<i>P. decorum</i> Sm.	+	—
<i>N. lyra</i> Ehr.	25	0,18	<i>P. delicatum</i> Sm.	+	—
<i>N. northumbrica</i> Donk.	2	0,01	<i>P. elongatum</i> Sm.	11	0,08
<i>N. ostrearia</i> (Gail.) Bory	+	—	<i>P. formosum</i> Sm.	18	0,13
<i>N. palpebralis</i> Bréb.	4	0,03	<i>P. ibericum</i> Per.	+	—
<i>N. papula</i> K.	7	0,05	<i>P. latum</i> Cl.	+	—
<i>N. pennata</i> A.S.	55	0,39	<i>P. naviculaceum</i> Bréb.	145	1,03
<i>N. peregrina</i> (Ehr.) K.	4	0,03	<i>P. nicobaricum</i> Grun.	4	0,03
<i>N. powellii</i> Lewis	+	—	<i>P. normanii</i> Ralfs	225	1,60
<i>N. praetexta</i> Ehr.	+	—	<i>P. obscurum</i> Sm.	27	0,19
<i>N. protracta</i> Grun.	4	0,03	<i>P. rigidum</i> Sm.	+	—
<i>N. pygmaea</i> K.	7	0,05	<i>P. strigosum</i> Sm.	147	1,04
<i>N. quarnerensoides</i> Hust.	7	0,05	<i>Podocystis adriatica</i> K.	4	0,03
<i>N. ramosissima</i> (Ag.) Cl.	20	0,14	<i>Podostira hormoides</i> K.	11	0,08
<i>N. rhyncocephala</i> K.	+	—	<i>Raphoneis amphicerus</i> Ehr.	+	—
<i>N. salinarum</i> Grun.	+	—	<i>Rhabdonema adriaticum</i> K.	7	0,05
<i>N. spectabilis</i> Greg.	+	—	<i>R. arcuatum</i> (Lyngb.) K.	+	—
<i>N. spuria</i> Cl.	44	0,31	<i>Rhoicosigna mediterraneum</i> Cl.	+	—
<i>N. tuscula</i> (Ehr.) V.H.	+	—	<i>R. robustum</i> Grun.	+	—
<i>N. viridula</i> (K.) K.	695	4,93	<i>Rhoicosphaenia curvata</i> (K.) Grun.	40	0,28
<i>N. zostereti</i> Grun.	89	0,63	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) Müll.	15	0,11
<i>Nitzschia</i> sp.	85	0,60	<i>Scolioleura tumida</i> (Bréb.) Raben	+	—
<i>N. acuminata</i> (Sm.) Grun.	+	—	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cl.	11	0,08
<i>N. acuta</i> Htz.	4	0,03	<i>Stauroneis decipiens</i> Hust.	+	—
<i>N. amphibia</i> Grun.	+	—	<i>S. salina</i> Sm.	+	—
<i>N. amphioxys</i> Sm.	71	0,50	<i>S. spicula</i> Hickie	+	—
<i>N. angularis</i> Sm.	371	2,63	<i>Staurostira capucina</i> (Desm.) Petit	60	0,43
<i>N. angustata</i> Sm.	2	0,01	<i>Striatella delicatula</i> K.	+	—
<i>N. apiculata</i> (Greg.) Grun.	9	0,06	<i>S. unipunctata</i> (Lyngb.) Ag.	2	0,01
<i>N. bilobata</i> Sm.	109	0,77	<i>Surirella fastuosa</i> (Ehr.) K.	51	0,36
<i>N. circumscuta</i> (Bail.) Grun.	4	0,03	<i>S. gemma</i> (Ehr.) K.	2	0,01
<i>N. clarissima</i> Per.	4	0,03	<i>S. ovata</i> K.	2	0,01
<i>N. closterium</i> (Ehr.) Sm.	40	0,28	<i>Synedra</i> sp.	5	0,04
<i>N. commutata</i> Grun.	4	0,03	<i>S. affinis</i> K.	22	0,16
<i>N. cursoria</i> Donk.	+	—	<i>S. cristallina</i> Lyngb.	+	—
<i>N. distans</i> Greg.	78	0,55	<i>S. distinguenda</i> Hust.	2	0,01
<i>N. fluminensis</i> Grun.	2	0,01	<i>S. formosa</i> Htz	+	—
<i>N. hybrida</i> Grun.	196	1,39	<i>S. gallonii</i> (Bory) Ehr.	87	0,62
<i>N. incerta</i> Grun.	+	—	<i>S. longissima</i> Sm.	+	—
<i>N. incurva</i> Grun.	118	0,84	<i>S. ulna</i> Ehr.	338	2,40
<i>N. insignis</i> Greg.	102	0,72	<i>S. undulata</i> (Bail.) Greg.	9	0,06
<i>N. lanceolata</i> Sm.	7	0,05	<i>Toxomidea insignis</i> Donk.	+	—
<i>N. linearis</i> Ag.	55	0,39	<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cl.	42	0,30
<i>N. longissima</i> (Bréb.) Ralfs	7	0,05	<i>Triceratium faves</i> Ehr.	+	—
<i>N. macilenta</i> Sm.	31	0,22	<i>Tropidonets elegans</i> (Sm.) Cl.	+	—
<i>N. marginulata</i> Grun.	93	0,66	<i>T. lepidoptera</i> Greg.	7	0,05
<i>N. martiana</i> Ag.	+	—			
<i>N. media</i> Htz	76	0,54	Indéterminées	256	1,82
<i>N. ocellata</i> Cl.	11	0,08			
<i>N. palea</i> (K.) Sm.	87	0,62			
<i>N. panduriformis</i> Greg.	355	2,52	TOTAL	14100	100,62



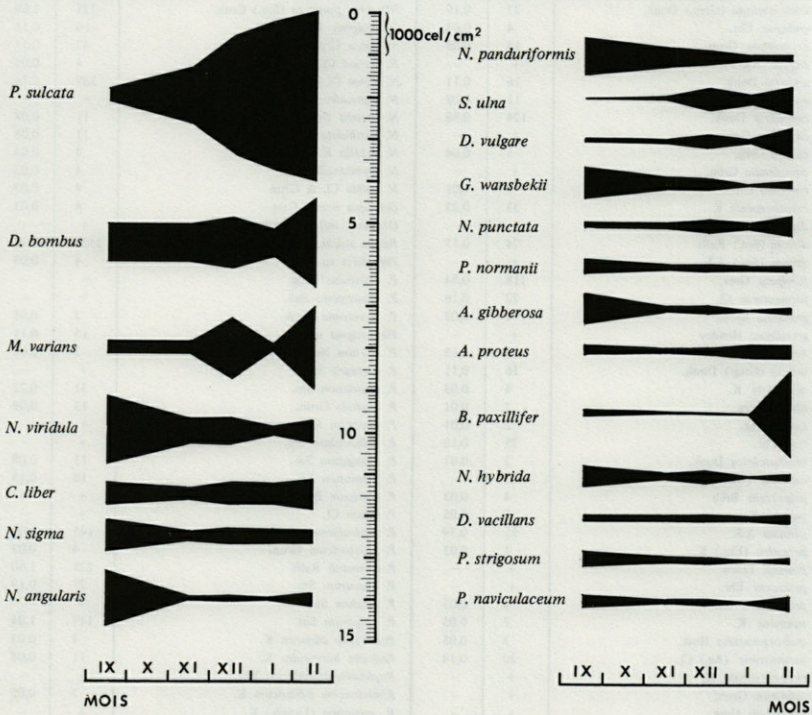


FIG. 2. — Variations saisonnières de la densité des principales espèces de Diatomées, exprimée en milliers de cellules par  $\text{cm}^2$  (chaque division de la droite des ordonnées correspond à 1 000 cel/ $\text{cm}^2$ ).

Il est à noter que *M. varians*, *S. ulna* et *D. vulgare* sont des formes d'eau douce. Elles représentent 12 % du nombre total. Nous avons été amené à les considérer dans nos campagnes, comme plusieurs autres espèces d'eau douce également, parce qu'elles possédaient leurs plastes et étaient colorées au rose bengale. D'ailleurs, COLOCOLOFF mentionne, dans son travail, l'existence de quelques espèces d'eau douce, à ses stations marines.

Y aurait-il une adaptation à la vie marine, ou s'agit-il d'une présence accidentelle due aux crues des rivières ? Ce dernier cas expliquerait, logiquement, l'augmentation notable de ces microorganismes pendant la saison des pluies. Mais il mettrait en cause, par ailleurs, le critère de vie des Diatomées au moment du prélèvement. Pour éviter toute erreur, il aurait fallu employer un colorant vital qui n'agirait pas sur les cellules mortes possédant encore du cytoplasme.



La comparaison de notre liste avec celle d'ALEEM met en évidence 35 espèces communes, sur les 72 dénombrées par l'auteur.

PLANTE-CUNY, ayant travaillé sur 9 biotopes compris entre — 15 et — 650 m, a reconnu 293 unités systématiques correspondant à 217 espèces, dont 131 ont été rencontrées à Banyuls. Nous faisons, toutefois, remarquer que l'abondance spécifique, sur un seul biotope de notre région, est supérieure à celle des étages littoral et bathyal du golfe de Marseille.

COLOCOLOFF mentionne 114 espèces dans son étude approfondie des Diatomées libres et attachées sur un fond de sable coquillier à faible profondeur. A notre station, nous en avons rencontré 63. Nous notons que 3 de nos espèces, *Amphora ostrearia* Brébisson, *Diploneis mediterranea* (Grunow) Cleve, et *Nitzschia panduriformis* Gregory, sont rencontrées, à Marseille, uniquement sous forme attachée aux grains de sable. 17 autres peuvent être attachées et libres à la fois, selon la station considérée. Cette différence dans le mode de vie est due essentiellement à la granulométrie.

### FORMES NOUVELLES

Parmi les espèces rencontrées dans cette région, deux formes nous semblent nouvelles pour la flore microbenthique.

*Amphora gibberosa* n. sp. : frustule elliptico-lancéolé, extrémités tronquées, zone simple, raphé recourbé, aire axiale assez développée sur le côté dorsal, stries robustes, obscurément granuleuses, 8 à 10 en 10  $\mu$ , plus écartées au centre; stauros court et peu visible, entre les deux stries centrales. Valve cymbiforme, extrémités obtuses, légèrement rostrées. Longueur 28 à 56  $\mu$ , environ trois fois plus longue que large (fig. 3 A).

A notre station, c'est l'espèce la plus répandue du genre *Amphora*. Au mois de septembre elle a atteint plus de 700 cel/cm<sup>2</sup>.

La figure 21 de la planche 50 de l'atlas de PERAGALLO (1897-1908) représente une forme voisine de cette nouvelle espèce (on voit sur ce dessin un stauros peu marqué). L'auteur se demandait s'il devait, ou non, la rattacher à *Amphora costata inflata* Grunow, en faisant remarquer l'absence des divisions de la zone si caractéristiques de *A. costata* Smith.

*Nitzschia angularis* Smith *catalana* n. var. : frustule sigmoïde, légèrement dilatée au centre, extrémités spatulées peu marquées, zone plissée. Valve lancéolée, subaiguë, carène centrale, accompagnée de chaque côté d'une ligne longitudinale, contour moins anguleux que le type, 2 à 3 points carénaux en 10  $\mu$ . Longueur 100 à 180  $\mu$ , environ dix fois plus longue que large (fig. 3 B).



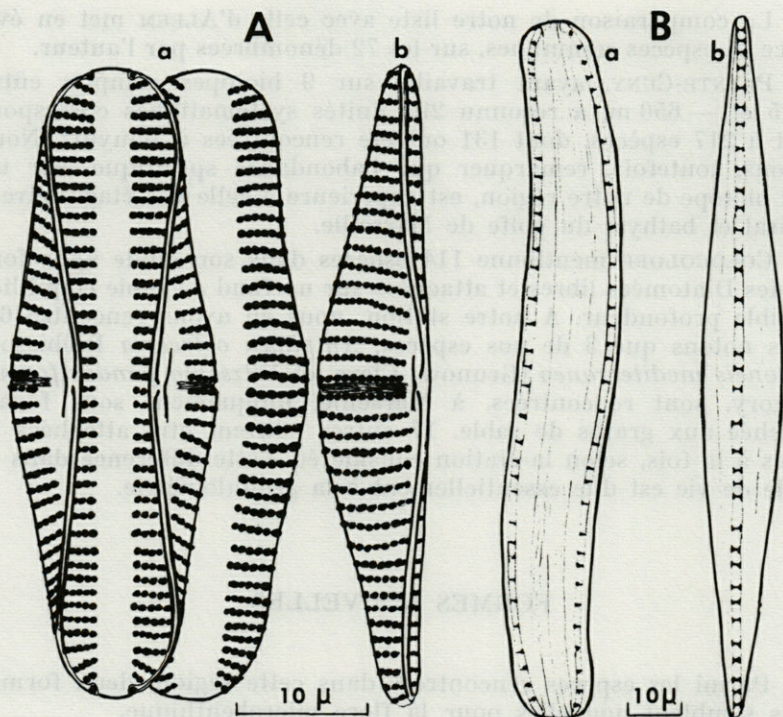


FIG. 3. — A : *Amphora gibberosa* n.sp.; B : *Nitzschia angularis catalana* n. var. (a : faces connectives; b : faces valvaires).

Très répandue. Au mois de septembre, elle a dépassé 1 000 cel/cm<sup>2</sup>, soit plus de 5 % du nombre total des Diatomées dénombrées à cette époque.

S'agit-il de *Nitzschia dilatata* trouvée, à Banyuls, par PERAGALLO, en assez grande abondance ? Probablement non. Si le nombre de points carénaux est le même, la valve de *N. dilatata* est, par contre, très dilatée en son milieu (page 285, texte), caractère ne s'appliquant pas à cette variété. Malheureusement le diatomiste ne donne pas le dessin de la face connective pour voir si elle est linéaire ou sigmoïde.

#### RÉSUMÉ

L'auteur donne la liste et la densité des Diatomées rencontrées à Banyuls, entre septembre 1971 et février 1972, à 32,5 m, sur un fond de vase sableuse. Leur nombre, par centimètre carré, oscille entre 7 600 et 22 000. La présence de quelques espèces d'eau douce,



en grand nombre, est signalée. En outre, deux formes nouvelles, *Amphora gibberosa* et *Nitzschia angularis catalana*, assez fréquentes dans cette région, sont décrites et dessinées.

#### SUMMARY

The author gives a list of the Diatoms found in Banyuls and their density between September 1971 and February 1972, on a sandy mud bottom by 32.5 m deep. Their quantity goes from 7 600 to 22 000 by square centimetre. The presence of a few fresh water species in big number is pointed out. Two new forms, rather frequent in this area, *Amphora gibberosa* and *Nitzschia angularis catalana*, are described and drawn.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor gibt eine Liste und die Dichte von Diatomeen, die in Banyuls vom September 1971 bis Februar 1972 in 32,5 m Tiefe in Sand-Schlammgrund gefunden wurden. Ihre Anzahl pro Quadratcentimeter beträgt zwischen 7 600 und 22 000. Eine grosse Anzahl von Süßwasserformen wurde festgestellt. Ausserdem werden zwei neue, in dieser Region häufig auftretende Formen beschrieben und gezeichnet: *Amphora gibberosa* und *Nitzschia angularis catalana*.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALEEM, A.A., 1951. Contributions à l'étude de la flore de Diatomées marines de la Méditerranée. I. Diatomées des eaux profondes de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales). *Vie Milieu*, 11 (1) : 44-49.
- BOUGIS, P., 1946. Méthode pour l'étude quantitative des Diatomées vivant sur les fonds de vase. *C. r. hebd. séanc. Acad. Sci., Paris*, 223 : 1166-1168.
- CLEVE-EULER, A., 1951. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. svenska vetensk Akad. Handl.* (Fjärde Serien), 2 (1) : 1-163.
- CLEVE-EULER, A., 1952. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. svenska vetensk Akad. Handl.* (Fjärde Serien), 3 (3) : 1-153.
- CLEVE-EULER, A., 1953a. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. svenska vetensk Akad. Handl.* (Fjärde Serien), 4 (1) : 1-158.



- CLEVE-EULER, A., 1953b. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. svenska vetensk Akad. Handl.* (Fjärde Serien), 4 (5) : 1-155.
- CLEVE-EULER, A., 1955. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *K. svenska vetensk Akad. Handl.* (Fjärde Serien), 5 (4) : 1-232.
- COLOCOLOFF, C., 1971. Recherches sur la production primaire d'un fond sableux. 1. Ecologie quantitative et qualitative des Diatomées. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Aix-Marseille, Ronéo*, 289 p.
- COLOCOLOFF, M. & C. COLOCOLOFF, 1970. Mise en évidence de conditions optimales d'utilisation des ultrasons pour la séparation des Diatomées benthiques des sables. *C.r. hebdomadaire Acad. Sci., Paris*, 271 : 1794-1797.
- GUILLE, A., 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, 21 (1 B) : 149-280.
- HENDEY, N.I., 1964. An introductory account of the smaller algae of british coastal waters. Part V : Bacillariophyceae (Diatoms). *Fishery Invest., Lond.*, series IV : 317 p.
- HUSTEDT, F., 1927. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In : Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora. VII Band. 1 (1-5) : 1-920 (1927-1930).
- HUSTEDT, F., 1931. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In : Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora. VII Band. 2 (1-6) : 1-845 (1931-1959).
- HUSTEDT, F., 1961. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In : Dr. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora. VII Band. 3 (1-4) : 1-816 (1961-1966).
- PERAGALLO, H. & M. PERAGALLO, 1897-1908. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. Tempère Edit., Grez-sur-Loing, 491 p., Atlas : 137 pl.
- PLANTE-CUNY, M.-R., 1966. Un aperçu sur les peuplements des Diatomées benthiques de quelques substrats meubles du golfe de Marseille. *Recl Trav. stn mar. Endoume*, 40 (56) : 83-101.
- PLANTE-CUNY, M.-R., 1969. Recherches sur la distribution qualitative et quantitative des Diatomées benthiques de certains fonds meubles du golfe de Marseille. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, 45 (61) : 87-197.
- RAFFINOT, P., 1954. L'éluatriation au moyen de l'éluatriateur. Minerais et métaux. Note technique 4/54. Distribuée par Minemet, 1 bd de Vaugirard, 75015 Paris. 24 p.
- SCHMIDT, A., 1878-1959. Atlas der Diatomaceen-Kunde. Leipzig : 480 p.
- VAN HEURCK, H., 1896. A treatise on the Diatomaceae. Baxter Edit., London, 558 p.

Reçu le 31 mars 1972



## BIONOMIE BENTHIQUE DU PLATEAU CONTINENTAL DE LA CÔTE CATALANE ESPAGNOLE

par Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE \* et Jeanete RAMOS  
*Laboratoire Arago, 66650 - Banyuls-sur-Mer*

### SOMMAIRE

Les auteurs reconnaissent six des huit peuplements déjà décrits du plateau continental de la côte catalane française. Des variations sont distinguées au sein de l'un d'entre eux, la sous-communauté des vases à *Nucula sulcata*. L'importante avancée du cap Creus, proche de la frontière franco-espagnole, ne se traduit, au plan biogéographique, que par des modifications mineures. Un genre nouveau, de nombreuses espèces nouvelles pour la Science, pour la Méditerranée ou pour la mer Catalane ont été récoltées à l'occasion de cette étude.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la cartographie sédimentologique et faunistique de la marge continentale méditerranéenne (1). Elle répond également au souci de préciser le rôle bio-

\* Nouvelle adresse : Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins, Muséum National d'Histoire Naturelle, 55, rue Buffon, 75005 Paris.

(1) Nous remercions le CNRS (RCP n° 16 et LA n° 117) et le CNEOXO contrat n° 72/415) pour leur aide matérielle. Une collaboration étroite et amicale avec une équipe de sédimentologistes du Centre Universitaire de Perpignan, sous la direction de H. GOR, a permis la réalisation d'un programme commun de prélèvements lors de plusieurs campagnes des navires de recherche *Catherine-Laurence* et *Professeur Lacaze-Duthiers* au cours des étés 1970-71-72. Notre reconnaissance va également à J. MABIT, technicien au Laboratoire Arago, pour la part active qu'il a prise tant à la mer qu'au laboratoire dans le tri et le dépouillement des données rassemblées, ainsi qu'à P. ALBERT et G. BOYER qui l'ont aidé dans cette tâche.



géographique joué au nord de la région étudiée par l'importante avancée du cap Creus. La présence de celui-ci entraîne de profondes modifications dans les régimes rhéologique et sédimentaire à l'extrémité méridionale du Golfe du lion. De précédents travaux (GOT *et al.*, 1968; GUILLE, 1970 et 1971) permettent une comparaison précise des modifications biotiques et abiotiques concomitantes.

### MÉTHODES

144 stations sont réparties sur le plateau continental (fig. 1) entre les latitudes  $41^{\circ}45'$  et  $42^{\circ}27'N$  et les longitudes  $3^{\circ}$  et  $3^{\circ}36'E$ . Un prélèvement d'une surface de  $1/10\text{ m}^2$  a été effectué dans chaque station à l'aide d'une benne Van Veen. La macrofaune a été triée sur un tamis de mailles d'un millimètre.

La composition qualitative et quantitative de la faune présente dans chaque station établie, les méthodes de délimitation et de description des unités bionomiques ont été celles précédemment développées (SANDERS, 1960; GUILLE, 1970) : estimation de la similitude entre les prélèvements par addition des dominances minimales des espèces communes; classement des espèces selon la valeur de leurs indices biologiques. Les unités bionomiques reconnues sont également rapportées, dans le but d'une homogénéisation de la nomenclature biocénotique dans la région catalane, aux communautés, sous-communautés et faciès décrits précédemment au nord du cap Creus.

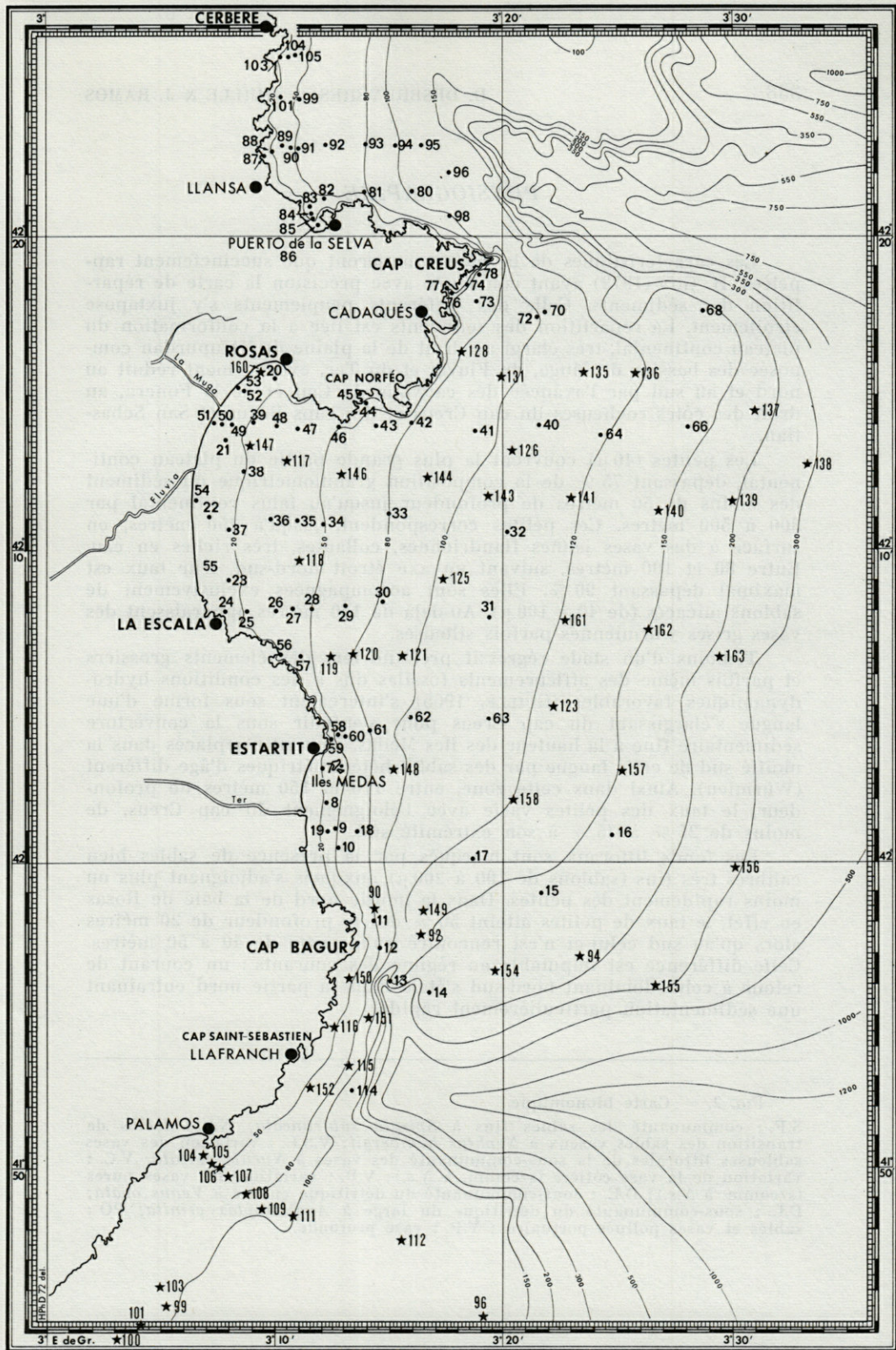
La non répétition des prélèvements, par suite de la nécessité de plusieurs opérations de géologie et de biologie dans chaque station, entraîne un échantillonnage parfois insuffisant, notamment des espèces de grande taille à faible densité. Pour pallier cet inconvénient, nous avons tenu compte, sauf dans l'emploi des méthodes objectives de délimitation et de description à partir de données numériques, de la faune recensée lors de dragages et de chalutages effectués précédemment.

Un index faunistique précise la valeur biocénotique de toutes les espèces récoltées à l'occasion de cette étude vis-à-vis de chacun des peuplements délimités, la correspondance entre ceux-ci et les stations est également établie (annexes 1 et 2).

---

FIG. 1. — Carte de répartition des prélèvements. Les stations marquées d'un point ont été prospectées en 1970, celles marquées d'une étoile en 1971 et 1972.







### PHYSIOGRAPHIE

Les caractéristiques de la région ne seront que succinctement rappelées, H. GOR (1972) ayant commenté avec précision la carte de répartition des sédiments. Celle des différents peuplements s'y juxtapose étroitement. La répartition des sédiments est liée à la conformation du plateau continental, très élargi au droit de la plaine de l'Ampurdan composée des bassins du Muga, du Fluvia et du Ter, extrêmement réduit au nord et au sud par l'avancée des canyons du Cap et de la Fonera, au droit des côtes rocheuses du cap Creus et des caps Bagur et San Sebastian.

Les pélites ( $40 \mu$ ) couvrent la plus grande partie du plateau continental, dépassant 75 % de la composition granulométrique du sédiment dès moins de 50 mètres de profondeur jusqu'au talus continental par 300 à 500 mètres. Ces pélites correspondent, jusqu'à 150 mètres, en surface à des vases jaunes flandriennes, collantes, très riches en eau. Entre 80 et 100 mètres, suivant un axe étroit nord-sud, leur taux est maximal dépassant 90 %. Elles sont accompagnées exclusivement de sables micacés (de 40 à  $100 \mu$ ). Au-delà de 150 mètres apparaissent des vases grises wurmiennes parfois silteuses.

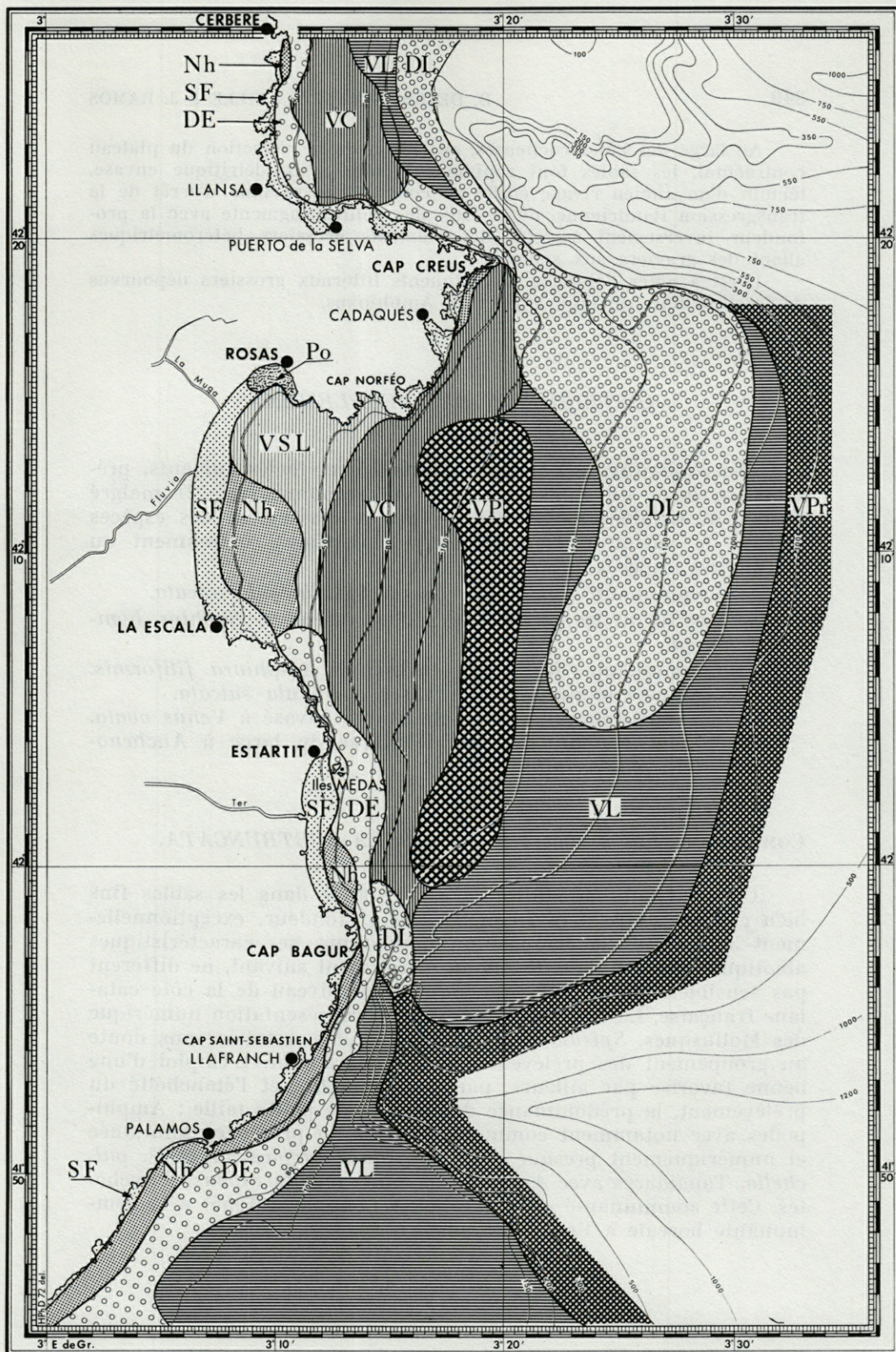
Témoins d'un stade régressif préflandrien, des éléments grossiers et parfois même des affleurements fossiles dus à des conditions hydrodynamiques favorables (GUILLE, 1965) s'intercalent sous forme d'une langue s'élargissant du cap Creus pour s'enfouir sous la couverture sédimentaire fine à la hauteur des îles Medas. Ils sont remplacés dans la moitié sud de cette langue par des sables hétérométriques d'âge différent (Würmien). Ainsi dans cette zone, entre 110 et 150 mètres de profondeur, le taux des pélites varie avec l'éloignement du cap Creus, de moins de 25 % à 75 % à son extrémité sud.

Les fonds littoraux sont marqués par la présence de sables bien calibrés très fins (sablons de 100 à  $200 \mu$ ) auxquels s'adjoignent plus ou moins rapidement des pélites. Dans la moitié nord de la baie de Rosas en effet, le taux de pélites atteint 50 % dès la profondeur de 20 mètres alors qu'au sud celui-ci n'est rencontré qu'à partir de 40 à 50 mètres. Cette différence est imputable au régime des courants : un courant de retour à celui dominant nord-sud s'étale dans la partie nord entraînant une sédimentation particulièrement rapide.

FIG. 2. — Carte bionomique.

S.F. : communauté des sables fins à *Spisula subtruncata*; N.h. : faciès de transition des sables vaseux à *Nephtys hombergii*; V.S.L. : variation des vases sableuses littorales de la sous-communauté des vases à *Nucula sulcata*; V.C. : variation de la vase côtière (s/comm. à N.s.); V.P. : variation des vases pures (s/comm. à N.s.); D.E. : sous-communauté du détritique envasé à *Venus ovata*; D.L. : sous-communauté du détritique du large à *Auchenoplax crinita*; PO : sables et vases pollués portuaires; V.P. : vase profonde.







Au large des côtes rocheuses, en raison de la réduction du plateau continental, les sables font rapidement suite à un détritique envasé, témoin d'un ancien rivage édifié au cours d'une période d'arrêt de la transgression flandrienne, où le taux des pélites augmente avec la profondeur inversement à celui des éléments grossiers hétérométriques allant des graviers aux sables.

Il est à noter l'absence de sédiments littoraux grossiers dépourvus de fraction fine, du type graviers à Amphioxus.

### DISTRIBUTION DES PEUPELEMENTS

Les communautés, sous-communautés et faciès suivants, présents au large du Roussillon, ont été reconnus (fig. 2) malgré parfois de notables modifications dans le classement des espèces suivant la valeur de leurs indices biologiques, notamment au niveau des espèces préférantes (tab. I) :

- Communauté des sables fins à *Spisula subtruncata*.
- Faciès de transition des sables vaseux à *Nephtys hombergii*.
- Communauté des fonds envasés à *Amphiura filiformis*.  
     Sous-communauté des vases à *Nucula sulcata*.  
     Sous-communauté du détritique envasé à *Venus ovata*.  
     Sous-communauté du détritique du large à *Auchenoplax crinita*.

#### COMMUNAUTÉ DES SABLES FINS A *SPISULA SUBTRUNCATA*.

Cette communauté littorale est installée dans les sables fins bien calibrés entre 5 et 20 mètres de profondeur, exceptionnellement 30 mètres. Sa composition faunistique, ses caractéristiques abiotiques, comme dans le cas du peuplement suivant, ne diffèrent pas sensiblement de celles rencontrées au niveau de la côte catalane française. La faiblesse relative de la représentation numérique des Mollusques, *Spisula subtruncata* exceptée, est liée sans doute au groupement des prélèvements au mois d'août. L'emploi d'une benne favorise par ailleurs, par la ponctualité et l'étanchéité du prélèvement, la prédominance des formes de petite taille : Amphipodes avec notamment comme à Banyuls, la présence simultanée et numériquement presque égale d'*Urothoe brevicornis* et *U. pulchella*, Tanaidacés avec *Apeudes latreillei mediterraneus*, Polychètes. Cette communauté est « parallèle » (THORSON, 1955) à la communauté boréale à *Venus gallina*.



## TABLEAUX I et II

Les dix espèces préférantes de chaque peuplement, leur classement dans les autres peuplements.

TABLEAU I					TABLEAU II					
ESPECES	PEUPELEMENTS					ESPECES	PEUPELEMENTS			
	1	2	3	4	5		6	7	8	9
<i>APSEUDES LATREILLI MEDITERRANEUS</i>	1	7				<i>THARYX HETEROCHAETA</i>	1	1	3	4
<i>SPISULA SUBTRUNCATA</i>	2	30				<i>LUMBRINERIS LATREILLII</i>	2	18		5
<i>OWENIA FUSIFORMIS</i>	3	40	26	53		<i>PARALACYDONIA PARADOXA</i>	3	11		31
<i>MAGELONA PAPILLICORNIS</i>	4					<i>PARAONIS GRACILIS</i>	4	2	1	1
<i>AMPELISCA BREVICORNIS</i>	5	30	53			<i>PRIONOSPIO CIRRIFERA</i>	5	5		7
<i>AMPELISCA DIADEMA</i>	6	2	16	20	8	<i>AMPELISCA DIADEMA</i>	6	20		22
<i>BATHYPOREIA GUILLIAMSONIANA</i>	7	47				<i>PRIONOSPIO MALMGRENI</i>	7	4	5	9
<i>LUMBRINERIS IMPATIENS</i>	8	12	36	76	73	<i>LUMBRINERIS GRACILIS</i>	8	28	23	39
<i>UROTHOE BREVICORNIS</i>	9					<i>CIRROPHORUS BRANCHIATUS</i>	9			
<i>UROTHOE PULCHELLA</i>	10	49				<i>NOTOMASTUS LATERICEUS</i>	10	25		3
<i>NEPHTYS HOMBERGHII</i>	20	1	14	76	23	<i>CHAETOZONE SETOSA</i>	13	3	34	23
<i>CORBULA GIBBA</i>	57	3	30	106		<i>MARPHYSA BELLII</i>		6	2	2
<i>MAGELONA SP.</i>		4	35	64	20	<i>NEPHTYS HISTRICIS</i>	14	7		27
<i>LUMBRINERIS LATREILLII</i>	44	5	6	6	1	<i>APSEUDES SP.</i>		8		10
<i>LEMBOS VIGUIERI</i>	19	6			36	<i>NINOE cf. KINBERGI</i>		9	11	30
<i>PRIONOSPIO CIRRIFERA</i>	32	8	7	13	11	<i>LUMBRINERIS SP.</i>	12	10	30	40
<i>PARALACYDONIA PARADOXA</i>	20	9	9	1	5					
<i>GONIADA MACULATA</i>		10		46		<i>AMPHARETE ACUTIFRONS</i>	40	15	4	11
<i>THARYX HETEROCHAETA</i>		23	1	2	3	<i>MYRIOCHELE cf. HEERI</i>	18	23	6	13
<i>PARAONIS GRACILIS</i>		14	2	14	13	<i>HARPINIA DELLAVALLEI</i>		19	7	82
<i>PRIONOSPIO MALMGRENI</i>	48	22	3	11	30	<i>STERNASPIS SCUTATA</i>	35	42		8
<i>MARPHYSA BELLII</i>		30	4	67	23	<i>THYASIRA FLEXUOSA</i>	24		9	73
<i>CHAETOZONE SETOSA</i>	13	40	5	17	21	<i>THARYX DORSOBRANCHIALIS</i>		67	10	
<i>NOTOMASTUS LATERICEUS</i>	57	17	8	15	2					
<i>AMPHARETE ACUTIFRONS</i>	40	10	36	6		<i>NOTHRIA SP.</i>		64	15	6
						<i>PRIONOSPIO EHLERSI</i>				8
<i>APSEUDES SP.</i>			11	3		<b>LÉGENDE</b>				
<i>MYRIOCHELE cf. HEERI</i>	20		15	4	30	Tabl. I	Tabl. II			
<i>MAGELONA cf. MINUTA</i>		27		5		1 : S. F.				
<i>EPIZOANTHUS ARENACEUS</i>				7	22	2 : N. h.				
<i>ARCIDAEA MUTABILIS</i>			27	8	19	3 : vase à N. S.	{ 6 : var. V.S.L. 7 : var. V. C. 8 : var. V. P. 9 : var. V. L.			
<i>AMPHIURA FILIFORMIS</i>			45	9	4	4 : D. E.				
<i>LUMBRINERIS GRACILIS</i>	44	19	18	10	16	5 : D. L.				
<i>AMPELISCA SPINIPES</i>				105	7					
<i>GLYCERA CONVOLUTA</i>				118	9					
<i>POECILOCHAETUS SERPENS</i>		16	50	61	10					



FACIÈS DE TRANSITION DES SABLES VASEUX A *NEPHTYS HOMBERGII*.

Ce faciès, transition entre la faune infralittorale eurytherme sabulicole et celle circalittorale sténotherme limicole, n'apparaît individualisé qu'au niveau du développement maximal du plateau continental, au large des baies de Rosas et de Torroella (embouchure du Ter). Il est installé entre 25 et 42 mètres de profondeur sur des sables mêlés de 25 à 50 % de pélites. *Nephtys hombergii*, sabulicole tolérante, y présente une abondance maximale avec parfois plus de 200 individus au mètre carré. Ce faciès possède de nombreuses espèces communes avec la « *Syndosmya* community » de THORSON mais plusieurs auteurs ont déjà relevé la contradiction entre le caractère de marge de contact instable et les notions de biocénose et même de communauté.

COMMUNAUTÉ DES FONDS ENVASÉS A *AMPHIURA FILIFORMIS*.

Cette communauté est présente dès que le pourcentage de pélites dans le sédiment est suffisant pour entraîner la dominance des espèces limicoles notamment du groupe des Polychètes (tab. III). Les modifications faunistiques, qualitatives et quantitatives, dans certaines parties de la communauté, dues à des différences bathymétriques ou à la présence, aux côtés des pélites, d'autres

TABLEAU III

*Les dix espèces préférantes de la communauté des fonds envasés à *Amphiura filiformis*.*

F : fréquence; P : présence (pourcentage de stations dans lesquelles l'espèce se trouve classée); lb : indice biologique; Dm : dominance moyenne; Dc : dominance cumulée.

ESPECES	F	P	lb	Dm	Dc
1 <i>Tharyx heterochaeta</i>	74	58,3	455	5,4	5,4
2 <i>Paraonis gracilis</i>	69,8	52,1	333	3,95	9,35
3 <i>Lumbrineris latreillii</i>	45,8	36,4	254	3,01	12,36
4 <i>Prionospio malmgreni</i>	42,7	36,5	227	2,69	15,05
5 <i>Paralacydonia paradoxa</i>	62,5	36,5	221	2,62	17,67
6 <i>Prionospio cirrifera</i>	41,7	30,2	190	2,25	19,92
7 <i>Notomastus latericeus</i>	49	27,1	181	2,15	22,07
8 <i>Chaetozone setosa</i>	44,8	28,1	176	2,09	24,16
9 <i>Marphysa bellii</i>	37,5	30,2	173	2,05	26,21
10 <i>Ampharete acutifrons</i>	50	22,9	142	1,68	27,89



fractions granulométriques, ne remettent cependant pas en cause l'homogénéité de cette communauté. Nous retrouvons cette simplification de la bionomie de la marge continentale mise en évidence au large de Banyuls, simplification liée certes à notre conception de la communauté, aux méthodes employées, mais aussi à l'ubiquité relative de la faune. Le nanisme des formes méditerranéennes entraîne par ailleurs une quasi-absence des espèces caractéristiques de 1<sup>er</sup> et de 2<sup>e</sup> ordre au sens de THORSON (1957) permettant de définir des communautés distinctes.

L'un d'entre nous (GUILLE, 1970) a déjà traité des parallèles existant entre cette communauté et ses subdivisions avec les communautés ou biocénoses précédemment décrites de biotopes similaires, par exemple l'« *Amphiura chiajei*-*Amphiura filiformis* community » de THORSON.

#### SOUS-COMMUNAUTÉ DES VASES A *Nucula sulcata*.

La prédominance des sédiments dont la teneur en pélites est supérieure à 50 % nous a conduit à distinguer au sein de cette sous-communauté, très dispersée bathymétriquement de 20 à 185 m, des variations (BUCHANAN, 1963) :

- variation des vases sableuses littorales,
- variation des vases côtières,
- variation des vases pures,
- variation des vases du large.

Celles-ci représentent une subdivision secondaire de la communauté. Aux plans qualitatif et quantitatif, aucune espèce ne peut être raisonnablement invoquée pour caractériser chacune de ces variations (tab. II). Leur distinction répond au souci d'une description plus précise des grands ensembles bionomiques et conforte les notions de continuum et de nodum. Elle n'a pas valeur biocénotique.

L'ensemble de la sous-communauté est caractérisé par la forte prédominance des espèces limicoles et limicoles tolérantes. Les espèces préférantes (tab. I) appartiennent toutes au groupe des Polychètes et 7 sur 10 d'entre elles sont sédentaires. Parmi celles-ci, il faut relever le classement remarquable de *Tharyx heterochaeta* dans chacune des variations. Le problème de la distinction de cette espèce par rapport à *T. tessellata* O. Hartman sera évoqué dans une publication ultérieure par l'une d'entre nous (J.R.). Parmi les espèces caractéristiques sous-échantillonnées et récoltées lors de dragages dans le même biotope, il faut citer *Terebellides stroemi*, *Sternaspis scutata*, *Oestergrenia digitata*, *Trachy-*



*thyone tergestina* et *T. elongata*, *Goneplax rhomboides* et bien sûr *Nucula sulcata*. Toutes ces espèces sont cependant classées dans au moins une ou plusieurs variations.

#### *Variation des vases sableuses littorales.*

Celle-ci représente la partie la plus littorale de la communauté; elle est présente dès 20 mètres de profondeur dans la zone nord de la baie de Rosas en raison des conditions particulières de sédimentation qui y règnent. Le substrat est un mélange de plus de 50 % de pélites et de sablons très fins. Au plan faunistique, aux côtés du stock dominant des espèces limicoles sont présentes quelques espèces infralittorales ou sabulicoles tolérantes, toujours cependant faiblement représentées numériquement. Ainsi *Nephtys hombergii* est classée au 15<sup>e</sup> rang suivant la valeur des indices biologiques, espèce il est vrai répandue sur tout le plateau continental; *Corbula gibba* est 30<sup>e</sup>, *Siphonoecetes dellavallei* 66<sup>e</sup>, *Ampe-lisca brevicornis* 53<sup>e</sup>.

Les conditions abiotiques de cette variation sont très proches du faciès des vases sableuses à *Scoloplos armiger* rencontré dans la baie de Banyuls. Cet Orbiniidae, dont la biologie est très particulière, n'est jamais ici très abondant et est réparti sur tout le plateau continental.

#### *Variation des vases côtières.*

Située entre 50 et 105 mètres de profondeur sur un substrat composé de plus de 75 % de pélites, cette variation est caractérisée par la disparition de toutes les espèces eurhythmères infralittorales et l'accroissement de la représentation numérique d'espèces circalittorales limicoles, tolérantes ou non : *Chaetozone setosa*, *Marphysa bellii*, *Nephtys histricis*, *Ninoe cf. kinbergi* ...

#### *Variation des vases pures.*

A l'ouverture de la baie de Rosas, entre 100 et 130 mètres, le taux des pélites est supérieur à 90 %. La faune, très proche de celles des deux variations qui l'encadrent, est pratiquement composée exclusivement d'espèces limicoles. Parmi celles-ci, les limicoles strictes trouvent leur maximum d'abondance, tels *Sternaspis scutata* et *Thyasira flexuosa*. Les Polychètes représentent plus de 60 % des espèces présentes et 80 % des individus.

#### *Variation des vases du large.*

Correspondant comme la variation des vases côtières à un substrat où la teneur en pélites est supérieure à 75 %, sa dis-



tion est liée à l'augmentation de profondeur, de 87 à 185 mètres. Celle-ci se traduit par une réduction du nombre des espèces et des individus et l'apparition dans les rangs des espèces classées de sténothermes strictes tels *Maldane glebifex*, *Asychis gotoi*, *Ammotrypane aulogaster*. Cependant au niveau des espèces préférantes (tab. II) seules s'ajoutent deux espèces, *Prionospio ehlersi* et *Nothria* sp., Onuphiidae nouveau pour la Méditerranée ou pour la Science.

#### SOUS-COMMUNAUTÉ DU DÉTRITIQUE ENVASÉ A *Venus ovata*.

Cette sous-communauté bien distincte n'est installée qu'au large des côtes rocheuses où le plateau continental est très réduit, entre 30 et 95 mètres, lorsque dans le substrat, aux côtés de proportions variables de pélites, les sables fins littoraux sont remplacés par des sables grossiers ou des graviers. La faune est composée de la juxtaposition des trois stocks liés à la granulométrie : limicole toujours numériquement dominant, gravellicole et sabulicole. Ainsi, *Epizoanthus arenaceus* est espèce préférante et dans les espèces classées apparaissent *Cardium papillosum* (31), *Drilonereis filum* (36), *Amphiura apicula* (48), *Ophiothrix quinquemaculata* (51), *Owenia fusiformis* (53), *Venus ovata* (74), *Tellina donacina* (94).

La présence d'éléments grossiers dans le substrat, parfois de taille notable, entraîne celle d'une épifaune sessile éparse, notamment *Aglaophenia pluma*, *Modiolus barbatus* et quelques Bryozoaires dressés.

#### SOUS-COMMUNAUTÉ DU DÉTRITIQUE DU LARGE A *Auchenoplax crinita*.

Le biotope en est constitué par la langue détritique, entre 82 et 163 mètres de profondeur, dont le pourcentage de pélites va en croissant avec l'éloignement du cap Creus. Malgré la présence d'une fraction importante de graviers et de sables, la faune garde un caractère essentiellement limicole et bien sûr sténotherme : 7 sur 10 des espèces préférantes sont communes à l'une ou aux deux autres subdivisions de la communauté des fonds envasés à *Amphiura filiformis*. Cependant quelques formes gravellicoles ou sabulicoles sont classées : *Epizoanthus arenaceus* (22), *Venus ovata* (29), espèces communes avec la sous-communauté précédente, *Venus gallina* (55), *Diogenes pugilator* (59), *Mactra coralina* (78) ...

Des dragages et surtout deux plongées en soucoupe SP 300 (GUILLE, 1965) ont permis de mieux visualiser ce peuplement.



Dans la partie la plus proche du cap Creus, le substrat présente de grandes variations : d'une vase molle mêlée en proportions variables à des sables ou même des petits cailloux vers 120 mètres de profondeur, à des sables peu vaseux agglomérés à des débris coquilliers d'où parfois émergent des affleurements rocheux vers 130 mètres. A la surface du sédiment, les espèces de grande taille les plus nombreuses sont les suivantes : les deux Anémones *Ilyanthus diaphanus* et *Eloactis mazeli*, les Alcyonnaires *Alcyonium palmatum*, *Veretillum cynomorium* et *Pteroides griseum*, les Echinodermes *Leptometra phalangium*, *Echinus acutus*, *Ophiothrix quinquemaculata*. Chacune de ces trois dernières espèces forme par endroits des rassemblements plus ou moins denses, déjà signalés par PRUVOT (1895), rassemblements orientés en fonction d'un violent courant nord-sud qui lors des plongées dépassait deux nœuds.

#### AUTRES PEUPELEMENTS PRÉSENTS

Il s'agit de deux peuplements pour lesquels un nombre insuffisant de stations ne nous a pas permis d'en dégager l'ensemble des caractéristiques.

Le premier est situé dans le port de Rosas et ses abords immédiats où deux stations ont été prospectées dans des sablons mêlés de pélites par 10 à 12 mètres de profondeur. BELLAN (1967) a défini au plan biologique les conséquences des différents degrés de pollution en milieu portuaire. A ceux-ci s'ajoutent les conséquences de l'activité de la flotille de pêche. A Rosas, la faune est caractérisée par une grande diversité spécifique, d'origine variée, une densité élevée (de 4 000 à 10 000 individus par m<sup>2</sup>) grâce à l'exubérance de certaines Polychètes : *Pseudoleiocapitella jauveli* (2 000 ex./m<sup>2</sup>), *Mediomastus cf. capensis* (2 330 ex./m<sup>2</sup>), *Lumbrineris gracilis* (1 630 ex./m<sup>2</sup>), *Aonides oxycephala* (460 ex./m<sup>2</sup>) et *Cirratulus* sp. (410 ex./m<sup>2</sup>).

Le second peuplement correspond à la limite bathymétrique inférieure de la zone étudiée, au-delà de 200 mètres de profondeur, où trois stations ont été prospectées entre 270 et 308 mètres. En raison de la nature très vaseuse du substrat (plus de 90 % de pélites), la faune est semblable à celle décrite par PICARD (1965) sous le nom de « biocénose de la vase profonde ». Il n'en est pas de même au nord du cap Creus où REYSS (1970) a montré que cette biocénose n'occupait que le fond des canyons sous-marins, les pentes au contraire correspondent au plan faunistique à une marge de contact entre les faunes circalittorale et bathyale, marge de contact liée à l'hétérogénéité du substrat.



## DONNÉES NUMÉRIQUES ET PONDÉRALES

La densité moyenne pour chacun des peuplements est fonction de sa situation bathymétrique (fig. 3) et varie de 1 960 individus/m<sup>2</sup> dans la communauté des sables fins littoraux à *Spisula subtruncata* à 510 individus/m<sup>2</sup> dans la variation de la vase du large de la sous-communauté des vases à *Nucula sulcata*. A cette chute régulière de la densité en fonction de la profondeur, une seule exception est présente, au niveau de la sous-communauté du détritique du large à *Auchenoplax crinita* (770 individus/m<sup>2</sup>), par suite de la richesse faunistique entraînée par la juxtaposition des stocks limicole, sabulicole et gravellicole.

L'ampleur des variations de la densité suivant les différentes stations d'un même peuplement est fonction de la moyenne et donc également de la profondeur. Ainsi dans les deux peuplements extrêmes déjà cités, la densité varie de 700 à 3 780 individus/m<sup>2</sup> avec un écart-type de 250, de 60 à 1 720 individus/m<sup>2</sup> avec un

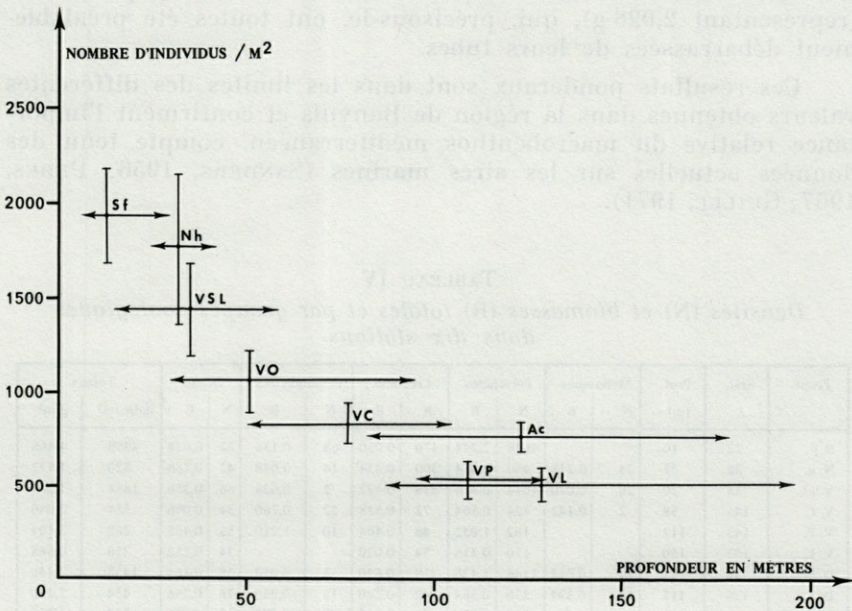


FIG. 3. — Répartition bathymétrique et profondeur moyenne de chaque peuplement. Densités moyennes et écart-types.



écart-type de seulement 84. Les variations maximales sont rencontrées dans le faciès de transition des sables vaseux à *Nephtys hombergii*, en raison même de sa nature, avec de 700 à 4 020 individus/m<sup>2</sup>, une moyenne de 1 770 et un écart-type de 400.

Ces résultats numériques semblent plus élevés, tout au moins pour les sables fins à *Spisula subtruncata*, le détritique envasé à *Venus ovata* et la variation des vases sableuses littorales, que ceux obtenus dans la région de Banyuls dans des biotopes similaires. Il est difficile toutefois d'en conclure avec certitude à des différences significatives en raison d'une méthodologie différente des prélèvements.

L'estimation des biomasses n'a pu être effectuée que dans une dizaine de stations en 1972 par suite de la nécessité de l'établissement préalable de collections. Dans ces stations réparties dans tous les peuplements, un échantillonnage plus précis a été réalisé par 5 prélèvements successifs couvrant donc une surface de 0,5 m<sup>2</sup>. Les résultats, exprimés en poids sec décalcifié, après passage à l'étuve à 105° pendant 24 h, sont convertis toutefois pour une surface d'un mètre carré (tab. IV).

Les biomasses varient de 4,468 g/m<sup>2</sup> dans les sables fins littoraux à 0,584 g/m<sup>2</sup> dans la vase profonde des pentes du rech du Cap. La densité et la biomasse élevées de la station n° 22, dans les sables fins, sont dues à la présence de 3 916 *Owenia fusiformis* (représentant 2,028 g), qui, précisons-le, ont toutes été préalablement débarrassées de leurs tubes.

Ces résultats pondéraux sont dans les limites des différentes valeurs obtenues dans la région de Banyuls et confirment l'importance relative du macrobenthos méditerranéen, compte tenu des données actuelles sur les aires marines (SANDERS, 1956; PERES, 1967; GUILLE, 1971).

TABLEAU IV  
Densités (N) et biomasses (B) totales et par groupes zoologiques dans dix stations.

Peupl.	Stat.	Prof. (m)	Mollusques		Polychètes		Crustacés		Echinodermes		Divers		Totaux	
			N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	indiv./m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
S. F.	22	10			4638	2,244	170	0,050	68	0,136	22	0,038	4898	4,468
N. h.	36	35	24	0,248	440	0,654	300	0,434	14	0,048	42	0,188	820	1,572
V.S.L.	38	20	26	0,070	1044	0,826	516	0,432	2	0,028	66	0,258	1654	1,214
V. C.	146	58	2	0,142	424	0,564	72	0,518	22	0,760	34	0,096	554	2,080
V. P.	143	112			182	1,032	48	0,404	10	1,210	56	0,458	262	3,104
V. L.	157	150			170	0,416	54	0,020			34	0,252	258	0,688
D. E.	58	53	14	0,012	1146	1,428	228	0,830	2	0,012	48	0,164	1438	2,446
D. L.	136	115	12	0,394	338	0,384	42	0,240	16	0,936	26	0,296	434	2,250
D. L.	162	150			218	0,830	72	0,042	48	0,470	12	0,056	352	1,398
V. Pr.	138	295			126	0,314	14	0,240	4	0,012	2	0,018	148	0,584



### RÔLE BIOGÉOGRAPHIQUE DU CAP CREUS

Lors du rappel des caractéristiques sédimentologiques de la région et dans la description des peuplements présents, nous avons évoqué quelques différences entre les zones nord et sud du cap Creus : envasement important du plateau continental dès les faibles profondeurs dans cette dernière, absence de graviers propres entraînant celle de la communauté des sables grossiers et fins graviers à *Branchiostoma lanceolatum*, absence également d'un faciès à *Scoloplos armiger*.

D'autres différences doivent être relevées au plan bionomique, notamment au niveau de la communauté des fonds envasés à *Amphiura filiformis*. On relève en effet dans chacune de ses subdivisions la faible représentation numérique de certaines espèces, classées par contre aux premiers rangs au large du Roussillon, telles *Prionospio pinnata*, *Terebellides stroemi*, *Maldane glebifex*, *Trachythione tergestina*, *Alpheus glaber*, *Anapagurus laevis* ... Il en est de même des espèces caractéristiques ou préférantes que nous avions choisies pour dénommer ces unités bionomiques : *Nucula sulcata*, *Venus ovata*, et *Auchenoplax crinita*. Les caractéristiques écologiques de ces deux dernières espèces restent cependant les mêmes ou sont précisées : *Venus ovata*, gravellicole tolérante, est présente sur tout le plateau continental avec cependant une densité maximale dans les sous-communautés du détritique envasé et du détritique du large (respectivement 74<sup>e</sup> et 29<sup>e</sup> rang); *Auchenoplax crinita* est beaucoup moins abondante également puisqu'elle n'est jamais classée, mais sa répartition reste limitée à la sous-communauté qui porte son nom. Par contre *Nucula sulcata*, caractéristique dans la région de Banyuls des vases pures, a été récoltée, toujours avec une faible représentation numérique, dans les trois sous-communautés envasées. Enfin *Amphiura filiformis* garde une répartition et une densité proches de celles rencontrées au nord du cap Creus; espèce préférante du détritique du large, elle l'est cependant également du détritique envasé. Cette Ophiure doit donc être rangée plutôt dans les « mixticoles » (PICARD, 1965) circalittorales que dans les limicoles tolérantes.

Malgré ces différences dans l'abondance et la répartition des espèces leaders, nous n'avons pas cru devoir modifier la dénomination des peuplements en raison des parallèles étroits existant par ailleurs. La notion d'espèces caractéristiques nous semble n'avoir de signification que dans un cadre géographique restreint



dans l'espace et le temps. Il faut rappeler en outre que la prospection bionomique au large du Roussillon avait été effectuée à l'aide d'une drague, privilégiant ainsi les espèces de taille notable par l'« écrémage » de la surface du sédiment et le lavage lors de la remontée.

Au plan plus strictement faunistique, d'autres différences sont liées, nous semble-t-il, à l'envasement important de la zone sud du cap Creus, à l'échantillonnage sous-estimant notamment l'épifaune sessile et sa faune associée, et à l'étude particulièrement détaillée des Polychètes. Ainsi 501 espèces seulement ont été recensées au lieu de 715 dans la région de Banyuls. Leur répartition, suivant les différents groupes zoologiques est la suivante :

Cnidaires	12
Mollusques	64
Sipunculides	6
Polychètes	252
Crustacés	132
Echinodermes	32
Ascidies	1
Céphalocordés	1
Poissons	1

Le groupe des Polychètes est largement dominant et dépasse même le nombre d'espèces présentes au nord du cap Creus (252 au lieu de 225). Par contre, les Mollusques notamment sont sous représentés avec seulement 64 espèces au lieu de 146.

Dans la liste faunistique (annexe n° 1), la présence de nombreuses espèces nouvelles pour la Science, pour la Méditerranée ou pour la mer Catalane, doit être signalée :

#### Polychètes

— genre nouveau : *Elicodasia* Laubier et Ramos;

— espèces ou sous-espèces nouvelles : *Aglaophamus* sp., *Lumbrineris* sp., *Nothria* sp., *Notocirrus* sp., *Aricidea capensis bansei* Laubier et Ramos, *Aricidea fragilis mediterranea* Laubier et Ramos, *Aricidea mutabilis* Laubier et Ramos, *Aricidea simonae* Laubier et Ramos, *Aricidea suecica meridionalis* Laubier et Ramos, *Paradoneis drachi* Laubier et Ramos, *Polydora* sp., *Magelona* sp., *Elicodasia mirabilis* Laubier et Ramos, *Heterospio mediterranea* Laubier, Picard et Ramos, *Neoheteromastus* sp.

— espèces nouvelles pour la Méditerranée : *Ancistrosyllis hamata* (Hartman), *Litocorsa stremma* Pearson, *Synelmis klatti* (Friedrich), *Sigambra* cf. *tentaculata* (Treadwell), *Haploscoloplos kerguelensis* Mc'Intosh, *Aricidea minuta* Southward, *Magelona minuta* Eliason, *Magelona filiformis* Wilson, *Tharyx tessellata* Hartman, *Mediomastus* cf. *capensis* Day.



— espèces nouvelles pour la mer Catalane : *Eumida parva* (Saint-Joseph), *Caulleriella alata* (Southern), *Peresiella clymenoides* Harmelin, *Palasia murata* Allen, *Amage galaxii* Marion.

Echinodermes

— espèce nouvelle : *Amphiura cherbonnieri* Guille;

— espèce nouvelle pour la Méditerranée : *Amphiura securigera* (Düben et Kören);

— espèce nouvelle pour la mer Catalane : *Phyllophorus granulatus* (Grube).

Certaines de ces espèces ont fait l'objet de plusieurs publications antérieures (LAUBIER et RAMOS, 1972 a, b, c; LAUBIER, PICARD et RAMOS, 1972; GUILLE, 1971 et 1972). La liste faunistique comprend d'autres Polychètes dont la détermination n'a pu être effectuée jusqu'à présent qu'au niveau générique. Dans l'attente de précisions quant à leur position systématique, nous les avons omis dans la liste ci-dessus. L'ensemble des problèmes systématiques et écologiques soulevés par ce groupe zoologique au large de la côte catalane espagnole fera d'ailleurs l'objet d'autres publications particulières et d'un travail de synthèse dans un proche avenir.

Ces nombreuses espèces nouvelles doivent être recherchées dans le Golfe du Lion, la plupart d'entre elles sont très dispersées et faiblement représentées numériquement. Leur découverte pourrait être due à certaines méthodes de prélèvements et de tri, plutôt qu'à un rôle biogéographique important joué par le cap Creus.

## RÉSUMÉ

La prospection faunistique de 144 stations réparties sur le plateau continental de la côte catalane espagnole conduit à la reconnaissance des peuplements suivants : communauté des sables fins à *Spisula subtruncata*, faciès de transition des sables vaseux à *Nephtys hombergii*, communauté des fonds envasés à *Amphiura filiformis* comprenant trois sous-communautés : celle des vases à *Nucula sulcata*, dans laquelle sont distinguées quatre variations, celle du détritique envasé à *Venus ovata* et celle du détritique du large à *Auchenoplax crinita*. Ces peuplements déjà décrits au large de la côte catalane française présentent toutefois des modifications aux plans qualitatif et quantitatif, modifications concomitantes à la physiographie particulière du plateau continental au sud du cap Creus et à l'emploi d'une méthodologie différente dans les opérations de prélèvements.



Les densités et les biomasses varient avec la profondeur de 1 960 individus/m<sup>2</sup> et 4,468 g/m<sup>2</sup> dans les sables fins littoraux à 510 individus/m<sup>2</sup> et 0,688 g/m<sup>2</sup> dans la vase du large à la limite inférieure du plateau continental.

De nombreuses espèces, notamment du groupe des Polychètes, nouvelles pour la Science, la Méditerranée ou la mer Catalane, sont signalées.

### SUMMARY

The faunal investigation at 144 stations on the continental shelf of the spanish Catalanian coast allows to recognize the following stocks : the *Spisula subtruncata* community of fine sands, the transitional facies of the muddy sands with *Nephtys hombergii*, the *Amphiura filiformis* community of muddy bottoms with three sub-communities : muds with *Nucula sulcata* (with four variations), muddy detritus with *Venus ovata*, off-shore detritus with *Auchenoplax crinita*. These communities known from the french catalan coast show nevertheless some quantitative and qualitative modifications. They are due to the particular physiography of the continental Shelf south of Cap Creus, and to the use of different sampling methods.

The densities and the biomasses vary with the depth from 1,960 ind./m<sup>2</sup> and 4,468 g/m<sup>2</sup> in the fine littoral sands to 510 ind./m<sup>2</sup> and 0.688 g/m<sup>2</sup> in the off shore mud at the lower limit of the continental shelf.

Many species, new to Science, to the Mediterranean or to the Catalan sea, belonging mostly to the Polychaetous group, are recorded.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die faunistische Untersuchung von 144 Stationen auf dem Kontinentalsockel der spanisch-katalanischen Küste lässt folgende Bestände erkennen :

Gemeinschaft der Feinsande mit *Spisula subtruncata*, Uebergangsfazies der Schlammsande mit *Nephtys hombergii*, Gemeinschaft der verschlammten Gründe mit *Amphiura filiformis* mit drei Untergemeinschaften : derjenigen der Schlammte mit *Nucula sulcata*, in der vier Variationen unterschieden werden, derjenigen des verschlammten Detritus mit *Venus ovata* und schliesslich derjenigen des Tiefen-Detritus mit *Auchenoplax crinita*. Diese



schon früher von der französisch-katalanischen Küste beschriebenen Bestände zeigen jedoch qualitative und quantitative Abwandlungen, die im Zusammenhang mit der besonderen Physiographie des Kontinentalsockels südlich des Cap Creus und mit der Verwendung von anderem Fanggerät zu verstehen sind.

Die Dichten und die Biomassen variieren mit der Tiefe von 1.960 Individuen/m<sup>2</sup> und 4.468 g/m<sup>2</sup> in den feinen Küstensanden bis zu 510 Individuen/m<sup>2</sup> und 0.688 g/m<sup>2</sup> im Tiefenschlamm an der unteren Grenze des Kontinentalsockels.

Zahlreiche Arten, namentlich aus der Gruppe der Polychaeten, die neu für die Wissenschaft, für das Mittelmeer oder für das katalanische Meer sind, werden aufgeführt.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALOÏSI, J.C. & H. GOT, 1972-73. Notice explicative de la carte sédimentologique de Rosas au 1/100 000. *Vie Milieu*, **23** (2 B) (sous presse).
- BELLAN, G., 1967. Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. 1. Le secteur de Cortiou. *Rev. intern. océan. méd.*, 6-7 : 53-87.
- BUCHANAN, J.B., 1963. The bottom fauna and their sediment relationships off the coast of Northumberland. *Oikos*, **14** (2) : 154-175.
- CHERBONNIER, G. et A. GUILLE, 1971. Note sur l'Holothurie dendrochirote *Phyllophorus granulatus* (Grube). *Vie Milieu*, **22** (2 A) : 281-288.
- GOT, H., A. GUILLE, A. MONACO et J. SOYER, 1968. Carte sédimentologique du plateau continental au large de la côte française des Albères (P.-O.). *Vie Milieu*, **19** (2 B) : 273-290.
- GUILLE, A., 1965. Exploration en soucoupe plongeante Cousteau de l'entrée nord-est de la baie de Rosas (Espagne). *Bull. Inst. oceanogr., Monaco*, **65** (1357) : 12 p.
- GUILLE, A., 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, **21** (1 B) : 149-280.
- GUILLE, A., 1971. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. IV. Densités et biomasses de la macrofaune, variations saisonnières. *Vie Milieu*, **22** (1 B) : 93-157.
- GUILLE, A., 1972. Ophiures nouvelles ou inconnues de Méditerranée : *Amphiura cherbonnieri* sp. nov. et *Amphiura securigera* (Düben et Kören). *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 3<sup>e</sup> sér., **81** : 925-932.
- LAUBIER, L. et J. RAMOS, 1973. Paraonidae (Polychètes sédentaires) de Méditerranée. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris* (sous presse).
- LAUBIER, L. et J. RAMOS, 1973. Pilargidae (Annélides Polychètes) de Méditerranée occidentale. *Bull. Inst. oceanogr. Monaco* (sous presse).



- LAUBIER, L. et J. RAMOS, 1972. Un genre nouveau de Poecilochaetidae (Annélides Polychètes) en Méditerranée : *Elicodasia mirabilis* gen. sp. nov. *Proc. U.S. nat. Mus.*, **86** (6) : 69-78.
- LAUBIER, L., C. PICARD et J. RAMOS, 1972. Les Heterospionidae (Annélides Polychètes sédentaires) de Méditerranée occidentale. *Vie Milieu*, **23** (2 A) : 243-254.
- PERES, J.M., 1967. The Mediterranean Benthos. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **5** : 449-534.
- PICARD, J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Recl Trav. Stn mar. Endoume*, **36** (52) : 1-160.
- PRUVOT, G., 1895. 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.
- REYSS, D., 1971. Bionomie benthique de deux canyons sous-marins de la Mer Catalane : le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. *Thèse Fac. Sci., Paris*, 251 p.
- SANDERS, H.L., 1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. X. The biology of marine bottom communities. *Bull. Bingham oceanogr. Coll.*, **15** : 345-414.
- SANDERS, H.L., 1960. Benthic studies in Buzzards bay. III. The structure of the soft bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, **5** (2) : 138-153.
- THORSON, G., 1955. Modern aspects of marine level-bottom animal communities. *J. mar. Res.*, **14** : 387-397.
- THORSON, G., 1957. Bottom communities (Sublittoral or shallow shelf). *Mem. geol. Soc. Am.*, **67** (1) : 461-534.

Reçu le 21 novembre 1972



ANNEXE n° 1. — *Index faunistique.*

Table des abréviations : A, espèce accompagnatrice (classée selon son indice biologique après le dixième rang); Acc, espèce accessoire (non classée); Asc, Ascidie; Cép, Céphalocordé; Cni, Cnidaire; Cru, Crustacé; Ecm, Echinoderme; Mol, Mollusque; P, espèce préférante (classée dans les dix premiers rangs); Poi, Poisson; Pol, Polychètes; Sip, Sipunculide. Abréviations concernant les peuplements : cf. légende fig. 2. Le signe X concerne les espèces récoltées dans les deux peuplements où aucun classement n'a pu être effectué par suite d'un nombre trop restreint de stations.

ANNEXE n° 2. — *Liste des stations prospectées dans chaque peuplement* (entre parenthèses les profondeurs, les numéros suivis du signe + correspondent à des stations effectuées en 1971 et 72).

PO : 20 (10 m); 52 (12 m). SF : 7 (9 m), 8 (22 m), 21 (10 m), 22 (10 m), 23 (9 m), 24 (11 m), 25 (20 m), 45 (6 m), 50 (10 m), 51 (5 m), 53 (6 m), 54 (6 m), 55 (6 m), 77 (20 m), 84 (30 m), 85 (20 m), 86 (10 m), 87 (10 m), 88 (20 m), 103 (20 m). Nh : 10 (40 m), 19 (25 m), 26 (30 m), 35 (42 m), 36 (35 m), 37 (25 m), 76 (30 m), 104 (30 m). VSL : 27 (40 m), 28 (50 m), 38 (20 m), 39 (20 m), 44 (38 m), 46 (50 m), 47 (40 m), 48 (30 m), 49 (15 m), 104+ (30 m), 117+ (37 m), 118+ (40 m), 147+ (23 m), 152+ (59 m). VC : 29 (70 m), 30 (90 m), 33 (80 m), 34 (50 m), 42 (82 m), 43 (65 m), 61 (80 m), 62 (100 m), 73 (70 m), 78 (70 m), 81 (75 m), 82 (50 m), 90 (40 m), 92 (59 m), 93 (84 m), 99 (55 m), 119+ (64 m), 120+ (83 m), 121+ (98 m), 125+ (105 m), 128+ (78 m), 131+ (94 m), 146+ (58 m), 148+ (100 m). VP : 17 (129 m), 31 (100 m), 32 (110 m), 41 (95 m), 63 (110 m), 126+ (107 m), 143+ (112 m), 144+ (85 m). VL : 14 (165 m), 15 (152 m), 16 (160 m), 40 (115 m), 92+ (143 m), 94 (96 m), 94+ (195 m), 95 (104 m), 96 (108 m), 96+ (140 m), 99+ (95 m), 100+ (95 m), 103+ (90 m), 109+ (95 m), 111+ (105 m), 112+ (128 m), 114+ (110 m), 115+ (87 m), 123+ (130 m), 137+ (185 m), 141+ (115 m), 149+ (145 m); 151+ (90 m), 154+ (160 m), 157+ (150 m), 158+ (123 m). DE : 9 (30 m), 18 (58 m), 56 (30 m), 57 (42 m), 58 (53 m), 59 (48 m), 60 (60 m), 74 (50 m), 79 (50 m), 80 (95 m), 83 (40 m), 89 (30 m), 90 (40 m), 91 (50 m), 96 (108 m), 98 (92 m), 101 (30 m), 105 (40 m), 105+ (44 m), 106+ (52 m), 107+ (65 m), 108+ (80 m), 116+ (50 m), 150+ (45 m). DL : 11 (82 m), 12 (86 m), 13 (107 m), 64 (115 m), 66 (135 m), 68 (133 m), 70 (110 m), 72 (95 m), 135+ (118 m), 136+ (115 m), 139+ (178 m), 140+ (133 m), 161+ (125 m), 162+ (150 m), 163+ (207 m). VPr : 138+ (295 m), 155+ (270 m), 156+ (308 m).



LISTE DES ESPECES		PEUPLEMENTS									
		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
ABRA ALBA (Wood)	Mol							A	Acc.		
ABRA PRISMATICA (Laskey)	Mol			Acc.					Acc.		
ACANTHICOLEPIS ASPERRIMA (Sars)	Poi			Acc.							
ACANTHOCHITON FASCICULARIS (Linné)	Mol							Acc.			
ACMEA VIRGINEA Müller	Mol							Acc.			
ACROCNIDA BRACHIATA (Montagu)	Ecm	A									
AGLAOPHAMUS AGILIS (Langerhans)	Poi	Acc.						Acc.	Acc.		
AGLAOPHAMUS sp.	Poi							Acc.	Acc.	Acc.	X
AGLAOPHENIA PLUMA Linné	Cni							Acc.	Acc.	Acc.	
ALCYONIUM PALMATUM Pallas	Cni							Acc.	Acc.	Acc.	
ALPHEUS DENTIPES Guérin	Cru				Acc.			Acc.	Acc.		
ALPHEUS GLABER (Olivé)	Cru			Acc.	A	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	X	
ALPHEUS MACROCHELES (Hailstone)	Cru			Acc.		Acc.		Acc.			
AMAEANA TRILOBATA (Sars)	Poi		A	Acc.		A	Acc.	Acc.	Acc.		X
AMAGE ADSPERSA (Grube)	Poi	Acc.	Acc.					Acc.			X
AMAGE GALAXII Marion	Poi								A		
AMMOTRYPANE AULOGASTER Rathke	Poi						A		A		
AMPELISCA BREVICORNIS (A. Costa)	Cru	P	A	A		Acc.	Acc.	Acc.			
AMPELISCA DIADEMA (A. Costa)	Cru	P	P	P	A	Acc.	A	A	P		
AMPELISCA GIBBA O. Sars	Cru			Acc.	A	Acc.	Acc.	A			
AMPELISCA RUBELLA A. Costa	Cru			Acc.					Acc.		
AMPELISCA SARSI Chevreux	Cru	A									
AMPELISCA SERRATICAUDATA Chevreux	Cru	Acc.							A		
AMPELISCA SPINIMANA Chevreux	Cru	Acc.		A	A		Acc.	A	A		X
AMPELISCA SPINIPES Boeck	Cru	A	A	Acc.				A.	P		
AMPELISCA TENUICORNIS Lilljeborg	Cru	A	A					A			
AMPELISCA TYPICA (Bate)	Cru	A	A	A		A					
AMPHARETE ACUTIFRONS Grube	Poi	Acc.	Acc.	A	A	P	A	A	P	X	X
AMPHICTEIS GUNNERI Sars	Poi			A	A	Acc.	A	Acc.	A	X	X
AMPHICTENE AURICOMA (Müller)	Poi				Acc.			Acc.			
AMPHILEPIS NORVEGICA (Ljungman)	Ecm		Acc.					Acc.			
AMPHIPHOLIS SQUAMATA Delle Chiaje	Ecm								A		
AMPHITRITE CIRATA (O. F. Müller)	Poi										X
AMPHIURA APICULA Cherbonnier	Ecm							A			
AMPHIURA CHERBONNIERI Guille	Ecm								Acc.		
AMPHIURA CHIAJEI Forbes	Ecm	Acc.	Acc.	Acc.				A			X
AMPHIURA FILIFORMIS O. F. Müller	Ecm			Acc.	Acc.		A	P	P	X	
AMPHIURA SECURIGERA (Düben et Kören)	Ecm							Acc.			
ANAPAGURUS BICORNIGER Edwards et Bouvier	Cru			A	Acc.			Acc.			
ANAPAGURUS BREVIACULEATUS Fenizia	Cru	Acc.	Acc.	Acc.				A			
ANAPAGURUS LAEVIS Thompson	Cru							A			
ANAPAGURUS PETITI Dechancé et Forest	Cru	A									
ANCISTROSYLLIS GROENLANDICA McIntosh	Poi				A			A			
ANCISTROSYLLIS HAMATA (Hartman)	Poi	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		X
ANTEDON MEDITERRANEA Lamarck	Ecm	Acc.						Acc.			X
AONIDES OXYCEPHALA (Sars)	Poi			Acc.				A	A		X
AORA TYPICA Krøyer	Cru			Acc.							
APHERUSA BISPINOSA (Bate)	Cru		Acc.					Acc.			X
APISTOBRANCHUS cf. TULLBERGI (Theel)	Poi				Acc.						
APSEUDES LATREILLI MEDITERRANEUS Bacescu	Cru	P	P	Acc.							
APSEUDES SP.	Cru			Acc.	P	Acc.	P	P	Acc.		
ARCA DILUVI Lamarck	Mol							Acc.	Acc.		
ARCA LACTEA (Linné)	Mol							Acc.	Acc.		
ARCIDIA SP.	Poi	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		X
ARCIDIA ANNAE Laubier	Poi							Acc.			
ARCIDIA CAPEENSIS BANSEI Laubier et Ramos	Poi	Acc.						Acc.			X
ARCIDIA CATHERINAE Laubier	Poi			Acc.				A			X
ARCIDIA CERRUTHI Laubier	Poi	Acc.	Acc.	A	A	Acc.	A	Acc.	A		X
ARCIDIA CLAUDIAE Laubier	Poi	Acc.	Acc.	A	A	Acc.	A	A			



		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>ARICIDEA FRAGILIS MEDITERRANEA</i> Laubier et Ramos	Pol			Acc.							
<i>ARICIDEA MINUTA</i> Southward	Pol		Acc.								
<i>ARICIDEA MONICAE</i> Laubier	Pol					Acc.			Acc.		
<i>ARICIDEA MUTABILIS</i> Laubier et Ramos	Pol	Acc.	Acc.	A	A		A	P	A		
<i>ARICIDEA SIMONAE</i> Laubier et Ramos	Pol			Acc.				Acc.			
<i>ARICIDEA SUECICA MERIDIONALIS</i> Laubier et Ramos	Pol	Acc.		Acc.	A	A	Acc.	Acc.	A		
<i>ARMANDIA</i> SP.	Pol				Acc.						
<i>ASPIDOSIPHON CLAVATUS</i> (de Blainville)	Sip		Acc.		A		Acc.				
<i>ASTARTE FUSCA</i> (Poli)	Mol							Acc.	Acc.		
<i>ASTARTE SULCATA</i> (Da Costa)	Mol								Acc.		
<i>ASTROPECTEN IRREGULARIS PENTACANTHUS</i> Pennant	Ecm	Acc.									
<i>ASYCHIS GOTOI</i> (Izuka)	Pol	Acc.		Acc.	Acc.		A	A	Acc.		
<i>ATELECYCLUS SEPTEMDENDATUS</i> Montagu	Cru							Acc.			
<i>ATHANAS NITESCENS</i> (Leach)	Cru			Acc.							
<i>ATYLUS VELDOMENSIS</i> (Bate et Westw.)	Cru			Acc.							
<i>AUCHENOPLAX CRINITA</i> Ehlers	Pol						Acc.				
<i>AUTOLYTUS PROLIFERA</i> (Müller)	Pol								Acc.		
<i>AXIUS STRYHNCHUS</i> Leach	Cru						Acc.				
<i>BATHYPOREIA GULLIAMSONIANA</i> Bate	Cru	P	A					Acc.			
<i>BATHYPOREIA PELAGICA</i> Bate	Cru	A		A							
<i>BODOTRIA SCORPIOIDES</i> (Montagu)	Cru							Acc.			
<i>BRADA VILLOSA</i> (Rathke)	Pol								Acc.		
<i>BRANCHIOMMA BOMBYX</i> (Dalyele)	Pol								Acc.		
<i>BRANCHIOSTOMA LANCEOLATUM</i> (Pallas)	Cép							A			
<i>BRISSOPSIS LYRIFERA</i> Forbes	Ecm			Acc.				Acc.	Acc.		
<i>CALLIANASSA LATICAUDA</i> Otto	Cru				Acc.						
<i>CALLIANASSA SUBTERRANEA</i> Montagu	Cru	Acc.	Acc.	Acc.	A	A	A	Acc.	Acc.		
<i>CALLIANASSA TRUNCATA</i> Giard et Bonnier	Cru				Acc.			A			
<i>CALLIANASSA TYRRHENA</i> (Petagna)	Cru	Acc.			A	Acc.	A	Acc.			
<i>CALOCARIS MACANDREAE</i> Bell	Cru										
<i>CAPITELLA CAPITATA</i> (Fabricius)	Pol										X
<i>CAPITELETUS</i> SP.	Pol		Acc.								
<i>CAPITOMASTUS MINIMUS</i> (Langerhans)	Pol	Acc.	Acc.	A			A	A	Acc.		X
<i>CARDIUM ECHINATUM</i> (Linné)	Mol							Acc.	A		
<i>CARDIUM EXIGUUM</i> Gmelin	Mol								Acc.		
<i>CARDIUM PAPILLOSUM</i> Poli	Mol	Acc.	Acc.	Acc.				A			X
<i>CARDIUM TUBERCULATUM</i> Linné	Mol			Acc.				Acc.			
<i>CAULLERIELLA ALATA</i> (Southern)	Pol										X
<i>CAULLERIELLA BIOCLATA</i> (Keferstein)	Pol	Acc.		Acc.				Acc.			
<i>CAULLERIELLA CAPUT-ESOCIS</i> (Saint-Joseph)	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		X
<i>CAULLERIELLA KILLARIENSIS</i> (Southern)	Pol			Acc.	Acc.			Acc.			
<i>CAULLERIELLA ZETLANDICA</i> Mc'Intosh	Pol			A							
CHAETOPTERIDAE	Pol			Acc.							
<i>CHAETOPTERUS VARIOPELATUS</i> (Renier)	Pol								Acc.		
<i>CHAETOZONE SETOSA</i> Malmgren	Pol	A	A	A	P	A	A	A	Acc.		
<i>CHEIROCRATUS SUNDEVALLI</i> (Rathke)	Cru			Acc.							
<i>CHLAMYS VARIA</i> (Linné)	Mol							Acc.			
<i>CHONE DUNERI</i> Malmgren	Pol	Acc.		Acc.	Acc.		A	Acc.	Acc.		X
<i>CHONE FILICAUDATA</i> Southern	Pol	Acc.	Acc.								
<i>CHRYSOPETALUM DEBILE</i> (Grube)	Pol						Acc.				
<i>CIRRATULUS CHRYSODERMA</i> Claparède	Pol			Acc.							
<i>CIRRATULUS CIRRATUS</i> (O. F. Müller)	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		Acc.	A	A		
<i>CIRRATULUS FILIFORMIS</i> Keferstein	Pol							A	Acc.	Acc.	
<i>CIRROPHORUS BRANCHIATUS</i> Ehlers	Pol	A	A	P	Acc.		Acc.	A	Acc.		X
<i>CIRROPHORUS</i> cf. <i>LYRIFORMIS</i> (Annenkova)	Pol	A	Acc.	Acc.	Acc.		Acc.	Acc.	Acc.		X
<i>CLIBANARIUS ERYTHROPUS</i> Latreille	Cru			Acc.							
<i>CLYMENURA</i> cf. <i>TENUIS</i> (Day)	Pol						Acc.				
<i>COECULA IMBERBIS</i> (de la Roche)	Pol			Acc.				Acc.			
<i>CORBULA GIBBA</i> (Olivi)	Mol	A	P	A	Acc.	Acc.		A			X
<i>COROPHIUM RUNCICORNE</i> Della Valle	Cru	A	A	A	Acc.			A			X
<i>COSSURA SOYERII</i> Laubier	Pol		Acc.	Acc.				Acc.			X
<i>CUCUMARIA PLANCI</i> Brandt	Ecm										X
<i>CULTELLUS TENUIS</i> (Philippi)	Mol		A	Acc.	Acc.		Acc.	Acc.	Acc.		



	S.F.	Nh.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>CUSPIDARIA CUSPIDATA</i> (Olivi)		Acc.								
<i>DASYBRANCHUS CADUCUS</i> (Grube)					A					
<i>DASYBRANCHUS GAJOLAE</i> Eisig								Acc.		
<i>DENTALIUM DENTALIS</i> Linné		Acc.					Acc.	Acc.		
<i>DENTALIUM INAEQUICOSTATUM</i> Dautzenberg		Acc.	A	Acc.			Acc.			
<i>DENTALIUM RUBESCENS</i> Deshayes		Acc.								
<i>DEXAMINE SPINOSA</i> (Montagu)				Acc.						
<i>DIALYCHONE ACUSTICA</i> Claparède				Acc.			A			
<i>DIASYLLIS RUGOSA</i> Sars		Acc.	A	Acc.			Acc.			X
<i>DIOGENES PUGILATOR</i> (Roux)		Acc.						A		
<i>DIPLOCIRRUS GLAUCUS</i> (Malmgren)		Acc.		Acc.		A		Acc.	X	X
<i>DITRUPA ARIETINA</i> (O. F. Müller)			A							
<i>DIVARICELLA DIVARICATA</i> (Linné)		Acc.	A	Acc.	A		Acc.	Acc.		
<i>DODECACERIA CONCHARUM</i> (Oersted)				Acc.			Acc.	Acc.		
<i>DONAX VENUSTUS</i> Poli		Acc.								
<i>DORVILLEA KEFERSTEINI</i> (McIntosh)							A		X	X
<i>DORVILLEA NEGLECTA</i> (Fauvel)		Acc.					Acc.	Acc.		
<i>DORVILLEA RUDOLPHI</i> (Delle Chiaje)				Acc.			Acc.	Acc.		
<i>DOSINIA EXOLETA</i> (Linné)		Acc.								
<i>DOSINIA LUPINUS</i> Linné		Acc.					Acc.	Acc.		
<i>DRILONEREIS MACROCEPHALA</i> (Saint-Joseph)			Acc.	Acc.						
<i>DRILONEREIS FILUM</i> (Claparède)			A	A	A	A	A	A		X
<i>DYASTILOIDES BACESCOI</i> Fage					Acc.					
<i>EBALIA DESHAYESI</i> Lucas							Acc.			
<i>EBALIA EDWARDSI</i> Costa							Acc.			
<i>EBALIA GRANULOSA</i> M. Edwards					Acc.		Acc.		X	
<i>EBALIA TUBEROSA</i> (Edwards)				A			Acc.			
<i>ECHINOCARDIUM MORTENSENI</i> Thiéry		A								
<i>ÉCHINOCYAMUS PUSILLUS</i> O. F. Müller			Acc.				Acc.			
<i>ECHINUS ACUTUS</i> Lamarck		Acc.					Acc.	Acc.		
<i>EDWARDSIA CALLIMORPHA</i> Gosse						A	Acc.	Acc.		
<i>ELICODASIA MIRABILIS</i> Laubier et Ramos			Acc.		Acc.		Acc.	Acc.		
<i>ELOACTIS MAZELI</i> (Jourdan)								Acc.		
<i>ENSIS ENSIS</i> (Linné)										X
<i>EPIZOANTHUS ARENACEUS</i> (Delle Chiaje)										
<i>ERICHTONIUS BRASILIENSIS</i> (Dana)		A	Acc.			Acc.	P	A		X
<i>ETEONE LONGA</i> (Fabricius)		Acc.								
<i>EUCHONE ROSEA</i> Langerhans		A	Acc.	A				Acc.		
<i>EUCHONE RUBROCINCTA</i> (Sars)		A								
<i>EUCLYMENE OERSTEDII</i> (Claparède)		Acc.		Acc.	Acc.	A				X
<i>EUDORELLA NANA</i> Sars					Acc.					
<i>EUDORELLA TRUNCATULA</i> (Spence Bate)				Acc.				Acc.		
<i>EULALIA VIRIDIS</i> (Linné)							Acc.			
<i>EUMIDA PARVA</i> (Saint-Joseph)										X
<i>EUNICE HARASSII</i> Audoin et Edwards		A					Acc.			
<i>EUNICE VITTATA</i> (Delle Chiaje)			Acc.	Acc.			A	A		X
<i>EUPANTHALIS KINBERGI</i> McIntosh								Acc.		
<i>EURYNOME ASPERA</i> Pennant							Acc.			
<i>EURYSTHEUS MACULATUS</i> (Johnston)							A			
<i>EURYSYLLIS TUBERCULATA</i> Ehlers				Acc.			Acc.	Acc.		
<i>EUSIROIDES DELLA-VALLEI</i> Chevreux							Acc.	Acc.		
<i>EUSIRUS LONGIPES</i> Boeck		Acc.					Acc.			
<i>EXOGONE VERRUGERA</i> (Claparède)										X
<i>FUNICULINA QUADRANGULARIS</i> (Pallas)								Acc.		
<i>GALATHEA BOLIVARI</i> Zariquiey							Acc.			
<i>GALATHEA INTERMEDIA</i> Lilljeborg							Acc.	Acc.		
<i>GALATHEA SQUAMIFERA</i> Leach							Acc.	Acc.		
<i>GATHYANA</i> cf. <i>CIRROSA</i> (Pallas)							Acc.			
<i>GLYCERA ALBA</i> (Müller)			Acc.		Acc.		Acc.	Acc.		X
<i>GLYCERA CAPITATA</i> Oersted		Acc.	Acc.	A	Acc.		A	A		
<i>GLYCERA CONVOLUTA</i> Keferstein		A	Acc.	A	A		A	P		X
<i>GLYCERA LAPIDUM</i> Quatrefages							A	Acc.		
<i>GLYCERA ROUXII</i> (Audoin et Edwards)		Acc.	Acc.	A	A	Acc.	A	A		X



		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
GLYCERA TESSELATA Grube	Pol			A	Acc.				A		
GLYCERA UNICORNIS Savigny	Pol	Acc.		Acc.							
GLYCIDNE NORDMANNI (Malmgren)	Pol				Acc.				Acc.		
GONEPLAX RHOMBOIDES Pennant	Cru		Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		Acc.	Acc.	X	X
GONIADA MACULATA Oersted	Pol	Acc.	P	A	Acc.			Acc.	A		X
HAPLOSULLIS SPONGICOLA (Grube)	Pol		Acc.					Acc.	Acc.		
HAPLOSCOLOPLOS KERGUELENSIS Mc'Intosh	Pol	Acc.									
HAPLOOPS TUBICOLA Lilljeborg	Cru				Acc.			Acc.	Acc.		
HARMOTHOE ANTILOPIS Mc'Intosh	Pol								A		
HARMOTHOE LONGISETIS (Grube)	Pol							Acc.			
HARMOTHOE SPINIFERA (Ehlers)	Pol				A						
HARPINIA ANTENNARIA Meinert	Cru	A	Acc.	Acc.					Acc.		
HARPINIA CRENULATA Boeck	Cru	Acc.		Acc.	A	Acc.			Acc.		
HARPINIA DELLAVALLEI Chevreux	Cru		Acc.	Acc.	A	P		A	Acc.	X	X
HARPINIA PECTINATA Sars	Cru						Acc.				
HAVELOCKIA INERMIS (Heller)	Ecm							Acc.	Acc.		
HETEROMASTUS FILIFORMIS (Claparède)	Pol		A	A	A	Acc.		A	A		
HETEROSPIO MEDITERRANEA Laubier, Picard et Ramos	Pol									X	
HIPPOMEDON BIDENTATUS Chevreux	Cru						Acc.				
HIPPOMEDON DENTICULATUS (Bate)	Cru	Acc.	A	A				Acc.	Acc.		
HIPPOMEDON OCULATUS Chevreux et Fage	Cru								Acc.		X
HYALINOECIA BILINEATA Baird	Pol	Acc.	Acc.	A			A	A			X
HYALINOECIA BREMENTI Fauvel	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		Acc.	Acc.			X
HYALINOECIA FAUVELI Rioja	Pol	Acc.	A	Acc.	A		Acc.	A			X
HYALINOECIA TUBICOLA (Müller)	Pol			Acc.							
ILYANTHUS DIAPHANUS Andres	Cni								Acc.		
INACHUS DORSETTENSIS (Pennant)	Cru							Acc.			
IPHINOE INERMIS Sars	Cru	Acc.									
IPHINOE SERRATA Norman	Cru	A	A	Acc.			Acc.	Acc.	Acc.		
IPHINOE TENELLA Sars	Cru	A		Acc.			Acc.	Acc.			
IPHINOE TRISPINOSA (Goodsir)	Cru	A		A							
JASMINEIRA ELEGANS Saint-Joseph	Pol	Acc.					Acc.				
JAXEA NOCTURNA Nardo	Cru				Acc.						
LAEONEREIS GLAUCA (Claparède)	Pol				Acc.						X
LAEVICARDIUM CRASSUM (Gmelin)	Mol	Acc.						Acc.	Acc.		
LAGIS KORENI Malmgren	Pol	Acc.			A			A			
LANGERHANSIA CORNUTA (Rathke)	Pol	Acc.		A			Acc.	Acc.	A		X
LAONICE CIRRATA (Sars)	Pol								A		
LAONOME SALMACIDIS Claparède	Pol							Acc.			
LEANIRA HYSTRICIS Ehlers	Pol		Acc.		Acc.		Acc.				
LEANIRA YHLENI Malmgren	Pol			Acc.	A		Acc.				
LEDA FRAGILIS (Chemnitz)	Mol			Acc.				Acc.			
LEIOCAPITELLA DOLLFUSI (Fauvel)	Pol								Acc.		
LEIOCHONE CLYPEATA Saint-Joseph	Pol	A	Acc.	Acc.				Acc.			X
LEIOCHONE TRICIRRATA Bellan et Reys	Pol		Acc.								
LEMBOS VIGUIERI Chevreux	Cru	A	P		Acc.				A		
LEMBOS WEBSTERI Bate	Cru	A									
LEPIDECREUM LONGICORNE (Bate et Westwood)	Cru	Acc.									
LEPTOCHEIRUS BISPINOSUS Norman	Cru		Acc.	Acc.	Acc.			Acc.	A		
LEPTOCHEIRUS DELLAVALLEI Stebbing	Cru		Acc.	Acc.				A	A		
LEPTOCHEIRUS PECTINATUS Norman	Cru						A		Acc.		
LEPTOMETRA PHALANGIUM O. F. Müller	Ecm								Acc.		
LEUCON MEDITERRANEUS Sars	Cru	Acc.		Acc.	Acc.	A	A				
LEUCOTHOE INCISA Robertson	Cru	A	Acc.		Acc.			A			X
LEUCOTHOE SPINICARPA O. Sars	Cru							A			
LILLJEBORGIA BREVICORNIS Lilljeborg	Cru					Acc.			Acc.		
LILLJEBORGIA DELLAVALLEI Stebbing	Cru					Acc.	Acc.				
LIMA HIANIS Gmelin	Mol							Acc.			
LITOCORSA STREMA Pearson	Pol		Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	X	
LUGIA PTEROPHORA (Ehlers)	Pol		Acc.								
LUMBRICLYMENE MINOR Arwidsson	Pol							Acc.			
LUMBRINERIS COCCINEA (Renier)	Pol		Acc.								
LUMBRINERIS FRAGILIS (Müller)	Pol	Acc.		Acc.		Acc.					



	S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>LUMBRINERIS GRACILIS</i> (Ehlers)	Pol	A	A	P	A	A	A	P	A	X
<i>LUMBRINERIS IMPATIENS</i> (Claparède)	Pol	P	A	Acc.	Acc.	A	A	A	P	X
<i>LUMBRINERIS LATREILLII</i> Audoin et Edwards	Pol	A	P	P	A	Acc.	P	P	P	X
<i>LUMBRINERIS PARADOXA</i> (Saint-Joseph)	Pol		Acc.	A		Acc.		Acc.	A	X
<i>LUMBRINERIS</i> SP.	Pol	A			P	A	A	Acc.	A	X
<i>LUTRARIA OBLONGA</i> Chemnitz	Mol							Acc.	Acc.	
<i>LYONSIA NORVEGICA</i> (Chemnitz)	Mol	Acc.								
<i>LYSIANASSA CERATINA</i> (Walker)	Cru							Acc.		
<i>LYSIDICE NINETTA</i> Audoin et Edwards	Pol							Acc.		
<i>LYSILLA LOVENI</i> Malmgren	Pol			Acc.						
<i>LYSIPPE LABIATA</i> Malmgren	Pol	Acc.			Acc.			Acc.		X
<i>MACROPIPUS ARCUATUS</i> (Leach)	Cru	Acc.								X
<i>MACROPIPUS CORRUGATUS</i> (Pennant)	Cru			Acc.						
<i>MACROPIPUS DEPURATOR</i> (Linné)	Cru	Acc.								
<i>MACROPIPUS PUSILLUS</i> (Leach)	Cru	Acc.	Acc.							
<i>MACROPIPUS VERNALIS</i> (Risso)	Cru	Acc.								
<i>MACTRA CORALLINA</i> Linné	Mol	A	Acc.					Acc.	A	
<i>MACTRA GLAUCA</i> Born	Mol	Acc.								
<i>MAERA GROSSIMANA</i> (Montagu)	Cru				Acc.	Acc.	A	Acc.	A	
<i>MAERA HIRONDELLII</i> Chevreux	Cru			Acc.	Acc.		Acc.	A		
<i>MAERA SCHMITTI</i> Stephensen	Cru									
<i>MAGELONA ALLENI</i> Wilson	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		A	Acc.	A	
<i>MAGELONA FILIFORMIS</i> Wilson	Pol	A	A	A	Acc.			Acc.		
<i>MAGELONA</i> cf. <i>MINUTA</i> Eliason	Pol	Acc.	A	Acc.	A	A		P		
<i>MAGELONA PAPILLICORNIS</i> Müller	Pol	P						Acc.	Acc.	
<i>MAGELONA WILSONI</i> Gtémarec	Pol			Acc.		Acc.	A		Acc.	
<i>MAGELONA</i> SP.	Pol									X
<i>MALDANE GLEBIFEX</i> Grube	Pol		Acc.		Acc.		A		Acc.	
<i>MALMGRENIA CASTANEA</i> Mc'Intosh	Pol	Acc.		Acc.		Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	
<i>MARPHYSA BELLII</i> (Audoin et Edwards)	Pol	Acc.	A	Acc.	P	P	P	A	P	X
<i>MARPHYSA FALLAX</i> Marion et Bobretzky	Pol							Acc.		X
<i>MASTOBRANCHUS TRICHENSII</i> Eisig	Pol	Acc.	Acc.							
<i>MEDIOMASTUS</i> cf. <i>CAPENSIS</i> Day	Pol	A						Acc.	Acc.	X
<i>MEGALUROPIUS AGILIS</i> Hoecck	Cru			A						
<i>MELINNA CRISTATA</i> (Sars)	Pol							Acc.		
<i>MELINNA PALMATA</i> Grube	Pol	Acc.	Acc.	A	Acc.	Acc.		A		X
<i>MELINNA</i> SP.	Pol									X
<i>MELPHIDIPPELLA MACRA</i> (Norman)	Cru			Acc.						
<i>METAPHOXUS FULTONI</i> (Scott)	Cru	A		A	Acc.	Acc.	Acc.			X
<i>METAPHOXUS PECTINATUS</i> (Walker)	Cru		Acc.	A	A	Acc.	A	Acc.	Acc.	
<i>MICROCOSMUS VULGARIS</i> Heller	Asc								Acc.	
<i>MICRODEUTOPIUS CHELIFER</i> (Bate)	Cru	Acc.	Acc.							
<i>MICROMALDANE ORNITHOCHAETA</i> Mesnil	Pol		Acc.							
<i>MICRONEPHTYS SPHAEROCIRRATA</i> (Wesenberg-Lund)	Pol	Acc.								
<i>MICROSPIO MECZNIKOWIANUS</i> (Claparède)	Pol		Acc.							
<i>MODIOLUS BARBATUS</i> (Linné)	Mol								A	
<i>MONOCULODES CARINATUS</i> (Bate)	Cru		Acc.		Acc.		Acc.	Acc.	Acc.	X
<i>MONOCULODES GIBBOSUS</i> Chevreux	Cru							Acc.	Acc.	
<i>MONOCULODES SUBNUDUS</i> (Norman)	Cru			Acc.						
<i>MUREX BLAINVILLII</i> Payraudeau	Mol							Acc.		
<i>MYRIOCHELE</i> cf. <i>HEERI</i> Malmgren	Pol				A	P	A		A	
<i>MYSTA PICTA</i> (Quatrefages)	Pol			Acc.						X
<i>NAINERIS LAEVIGATA</i> (Grube)	Pol		Acc.							
<i>NASSA PYGMEA</i> (Lamarck)	Mol	Acc.								
<i>NASSA RETICULATA</i> (Linné)	Mol	Acc.								
<i>NATICA GUILLEMINI</i> Payraudeau	Mol	Acc.								X
<i>NATICA INTRICATA</i> Donovan	Mol								Acc.	
<i>NEANTHUS DIVERSICOLOR</i> (Müller)	Pol				Acc.			Acc.	A	
<i>NEMATONEREIS UNICORNIS</i> (Grube)	Pol	Acc.	Acc.	A			Acc.	A	A	X
<i>NEOCUCUMIS MARIONI</i> Marenzeller	Ecm								Acc.	
<i>NEPHTYS CILIATA</i> (Müller)	Pol				A					
<i>NEPHTYS CIRROSA</i> (Ehlers)	Pol		Acc.	A				Acc.	Acc.	
<i>NEPHTYS HISTRICIS</i> Mc'Intosh	Pol		Acc.	A	P	Acc.	A	A	A	



		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>NEPHTYS HOMBERGII</i> Savigny	Pol	A	P	A		A	Acc.	A	A	X	X
<i>NEPHTYS INCISA</i> Malmgren	Pol			Acc.	A		A		A		
<i>NEPHTYS PARADOXA</i> Malmgren	Pol						Acc.				
<i>NEREIS IRRORATA</i> (Malmgren)	Pol			Acc.							
<i>NEREIS ZONATA</i> Malmgren	Pol			A				Acc.			
<i>NERINE CIR RATULUS</i> (Delle Chiaje)	Pol				Acc.	A					
<i>NERINIDES CANTABRA</i> Rioja	Pol							Acc.			
<i>NERINIDES TRIDENTATA</i> Southern	Pol			Acc.				Acc.			
<i>NICOLEA VENUSTULA</i> (Montagu)	Pol		Acc.								X
<i>NINOE</i> cf. <i>KINBERGI</i> Ehlers	Pol			Acc.	P	A	A	A	A	X	
<i>NOTHRIA LEPTA</i> (Chamberlin)	Pol					Acc.	A				
<i>NOTHRIA</i> SP. 1	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	X	
<i>NOTHRIA</i> SP. 2	Pol	Acc.									
<i>NOTHRIA CONCHILEGA</i>	Pol							Acc.			
<i>NOTOCIRRUS</i> SP.	Pol	Acc.		Acc.			Acc.	Acc.			X
<i>NOTOMASTUS LATERICEUS</i> Sars	Pol	A	A	P	A	Acc.	P	A	P	X	X
<i>NOTOMASTUS</i> SP.	Pol			Acc.			Acc.				
<i>NOTOPHYLLUM FOLIOSUM</i> (Sars)	Pol								A		
<i>NOTOTROPIS GUTTATUS</i> (A. Costa)	Cru	Acc.		Acc.				Acc.	Acc.		
<i>NUCULA NUCLEUS</i> (Linné)	Mol	Acc.	Acc.	Acc.				Acc.	Acc.		
<i>NUCULA SULCATA</i> Bronn	Mol				Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		
<i>NUCULA TURGIDA</i> Leckenby et Marshall	Mol		Acc.	Acc.		Acc.	Acc.	Acc.			
<i>NUCULANA PELLA</i> (Linné)	Mol	Acc.									X
<i>OESTERGRENNIA DIGITATA</i> (Montagu)	Ecm				A			Acc.			
<i>OPHELIA LIMACINA</i> (Rathke)	Pol							Acc.			
<i>OPHIOCOMINA NIGRA</i> (O. F. Müller)	Ecm							Acc.			
<i>OPHIODROMUS FLEXUOSUS</i> (Delle Chiaje)	Pol	Acc.		Acc.	A		Acc.	Acc.	Acc.		
<i>OPHIOTHRIX QUINQUEMACULATA</i> Delle Chiaje	Ecm					Acc.		A	Acc.		
<i>OPHURA AFRICANA</i> (Koehler)	Ecm	A	Acc.	Acc.			Acc.				
<i>OPHURA ALBIDA</i> Forbes	Ecm	Acc.	Acc.	A							X
<i>OPHURA TEXTURATA</i> Lamarck	Ecm	Acc.	Acc.								X
<i>ORBINA CUVIERI</i> (Audoin et Edwards)	Pol	Acc.						Acc.			
<i>ORCHOMENE HUMILIS</i> (Costa)	Cru							Acc.			
<i>ORIOPSIS ARMANDI</i> (Claparède)	Pol	Acc.	Acc.								X
<i>OWENIA FUSIFORMIS</i> Delle Chiaje	Pol	P	A	Acc.		A	Acc.	A	Acc.		X
<i>OXYDROMUS PROPINQUUS</i> (Marion et Bobretzky)	Pol		Acc.	Acc.				Acc.			
<i>PAGURUS SCULPTIMANUS</i> Lucas	Cru							Acc.			
<i>PALASIA MURATA</i> Allen	Pol								Acc.		
<i>PANOPLEA MINUTA</i> (O. Sars)	Cru							Acc.	Acc.		
<i>PARACUCUMARIA HYNDMANNI</i> Theel	ccm							Acc.	Acc.		
<i>PARADONEIS ARMATA</i> Glémarec	Pol	Acc.		A	Acc.			Acc.	Acc.		
<i>PARADONEIS DRACHI</i> Laubier et Ramos	Pol						Acc.				
<i>PARADONEIS LYRA</i> (Southern)	Pol	A	Acc.	A			Acc.	A	A		
<i>PARALACYDONIA PARADOXA</i> Fauvel	Pol	A	P	P	A	Acc.	A	P	P		
<i>PARAONIS GRACILIS</i> (Taubert)	Pol	Acc.	A	P	A	P	P	A	A	X	X
<i>PECTEN JACOBUS</i> Linné	Mol							Acc.	Acc.		
<i>PERESIELLA CLYMENOIDES</i> Harmelin	Pol				Acc.			Acc.			
<i>PERINEREIS CULTRIFERA</i> Kinberg	Pol							Acc.			
<i>PERIOCULODES LONGIMANUS</i> (Bate et Westwood)	Cru	A	Acc.	A				Acc.			
<i>PHASCOLOSOMA ELONGATUM</i> Keferstein	Sip				Acc.				A		
<i>PHASCOLOSOMA MINUTUM</i> (Keferstein)	Sip					Acc.	Acc.				
<i>PHASCOLOSOMA VULGARE</i> (De Blainville)	Sip	Acc.			Acc.						
<i>PHASIANELLA PULLUS</i> Linné	Mol	Acc.									
<i>PHERUSA MONILIFERA</i> (Delle Chiaje)	Pol	Acc.									
<i>PHERUSA ERUCA</i> (Claparède)	Pol	Acc.	Acc.	Acc.			Acc.	A	A		X
<i>PHERUSA FUCICOLA</i> Leach	Cru			A							
<i>PHERUSA PLUMOSA</i> (Müller)	Pol		Acc.	Acc.	Acc.						
<i>PHILINE APERTA</i> (Linné)	Mol	A									
<i>PHILINE CATENA</i> Montagu	Mol		Acc.								
<i>PHOLOE MINUTA</i> (Fabricius)	Pol								Acc.		
<i>PHOTIS LONGICAUDATA</i> (Bate et Westwood)	Cru	A	A	Acc.			Acc.	A			
<i>PHTISICA MARINA</i> Slabber	Cru	Acc.	Acc.		Acc.			A	A		X
<i>PHYLLOCHAETOPTERUS</i> SP.	Pol						Acc.				



		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>PHYLLODOCE LAMINOSA</i> Savigny	Pol			Acc.	Acc.			Acc.			
<i>PHYLLODOCE MACROPHALMA</i> Schmarla	Pol	Acc.	Acc.					Acc.	Acc.		X
<i>PHYLLODOCE MADEIRENSIS</i> (Langerhans)	Pol						Acc.	Acc.			
<i>PHYLLOPHORUS GRANULATUS</i> M. Sars	Ecm	Acc.									
<i>PHYLLOPHORUS URNA</i> Grube	Ecm						Acc.				
<i>PHYLO FOETIDA</i> (Claparède)	Pol										X
<i>PHYLO KUPFFERI</i> (Ehlers)	Pol			Acc.	Acc.			Acc.		X	
<i>PHYLO NORVEGICUS</i> (Sars)	Pol			Acc.				A			
<i>PHYSCOSOMA GRANULATUM</i> De Blainville	Sip			Acc.	Acc.		Acc.	Acc.	Acc.		
<i>PIGOSPIO ELEGANS</i> Claparède	Pol			Acc.							
<i>PILARGIS VERRUCOSA</i> Saint-Joseph	Pol							Acc.			
<i>PIRIMELLA DENTICULATA</i> (Montagu)	Cru	Acc.									
<i>PISIDIA LONGICORNIS</i> (Linnaeus)	Cru										X
<i>PISIONE REMOTA</i> (Southern)	Pol			Acc.				A			
<i>PISTA CRISTATA</i> (Müller)	Pol		Acc.	Acc.				Acc.	Acc.		X
<i>PISTA MACULATA</i> Marenzeller	Pol			Acc.			Acc.	A			
<i>PLATYNEREIS DUMERILLII</i> (Audoin et Edwards)	Pol										X
<i>POECILOCHAETUS SERPENS</i> Allen	Pol	Acc.	A	A	A	A	A	A	P		X
<i>POLYCIRRUS PALIDUS</i> (Claparède)	Pol										X
<i>POLYDORA FLAVA</i> Claparède	Pol			A				Acc.	P		X
<i>POLYDORA</i> SP.	Pol							Acc.			
<i>POLYGORDIUS APPENDICULATUS</i> Fraipont	Pol							Acc.			
<i>PONTOCRATES ARENARIUS</i> (Bate)	Cru	Acc.									
<i>PONTOCRATES NORVEGICUS</i> Boeck	Cru	A		Acc.							
<i>PRAXILELLA AFFINIS</i> (Sars)	Pol			Acc.	Acc.			A			X
<i>PRAXILELLA GRACILIS</i> (Sars)	Pol			Acc.	A		A				X
<i>PRAXILELLA PRAETERMISSA</i> (Malmgren)	Pol			Acc.	A		Acc.	A	Acc.		X
<i>PRAXILELLA</i> cf. <i>TRIFILA</i> Hartman	Pol										
<i>PRIONOSPIO CASPERSI</i> Laubier	Pol	A									
<i>PRIONOSPIO CIRRIFERA</i> aff. Wiren	Pol	A	P	P	P		P	A	P		
<i>PRIONOSPIO EHLERSI</i> Fauvel	Pol	Acc.		Acc.	Acc.			P	A	P	X
<i>PRIONOSPIO MALMGRENI</i> Claparède	Pol	A	A	P	P	P	P	A	P	X	X
<i>PRIONOSPIO PINNATA</i> Ehlers	Pol	Acc.	Acc.	A	A	Acc.	Acc.	A	P		
<i>PRIONOSPIO STEENSTRUPI</i> Malmgren	Pol	Acc.		Acc.	A	A	A	Acc.	P		
<i>PROCESSA ACUTIROSTRIS</i> Nouvel et Holthuis	Cru	Acc.				Acc.	A				
<i>PROCESSA CANALICULATA</i> Leach	Cru			A		Acc.	Acc.		Acc.		
<i>PROCESSA EDULIS</i> Risso	Cru	Acc.			Acc.	Acc.		A			
<i>PROCESSA MACROPHALMA</i> Nouvel et Holthuis	Cru	Acc.							Acc.		X
<i>PROCESSA MEDITERRANEA</i> (Pausi)	Cru						A	Acc.			
<i>PROCESSA PARVA</i> Holthuis	Cru	A	Acc.	A	A		Acc.	A	Acc.		X
<i>PROTOMYSTIDES BIDENTATA</i> (Langerhans)	Pol							Acc.			
<i>PSEUDOLEIOPHITELLA FAUVELI</i> Harmelin	Pol	Acc.		Acc.			Acc.	Acc.	A		X
<i>PSEUDOTHYONE RAPHANUS</i> (Düben et Koren)	Ecm							Acc.			
<i>PTEROIDES GRISEUM</i> (Bohadsch)	Cni								Acc.		
<i>RAPHITOMA ATTENUATA</i> Montagu	Mol	Acc.									
<i>RHODINE LOWENI</i> Malmgren	Pol									X	
<i>SABELLA FLABELLATA</i> Savigny	Pol	Acc.									
<i>SABELLIDES OCTOCIRRATA</i> (Sars)	Pol	Acc.	Acc.		Acc.				Acc.		
<i>SCALIBREGMA INFLATUM</i> Rathke	Pol				Acc.		Acc.	Acc.	Acc.		
<i>SCOLARICIA TYPICA</i> Eysig	Pol			Acc.			Acc.				
<i>SCOLELEPIS CILIATUS</i> (Keferstein)	Pol	A						Acc.			
<i>SCOLELEPIS GIRARDI</i> (Quatrefages)	Pol	Acc.									
<i>SCOLELEPIS</i> SP.	Pol								Acc.		
<i>SCOLOPLOS ARMIGER</i> (Müller)	Pol	Acc.	Acc.	Acc.	A	A	Acc.	A	Acc.	X	X
<i>SIGALION MATHILDAE</i> Audoin et Edwards	Pol	A									
<i>SIGAMBRA</i> cf. <i>TENTACULATA</i> (Treadwell)	Pol			Acc.	Acc.						
<i>SIPHONOECETES COLETTI</i> Boeck	Cru		Acc.								
<i>SIPHONOECETES DELLAVALLEI</i> Stebbing	Cru	A	Acc.	A							
<i>SIPUNCULUS NUDUS</i> Linné	Sip				Acc.						
<i>SOSANE SULCATA</i> Malmgren	Pol								Acc.		
<i>SPHAERODORUM PERIPATUS</i> Johnston	Pol								Acc.		
<i>SPHAEROSYLLIS PIRIFERA</i> Claparède	Pol							A			
<i>SPHAEROSYLLIS OVIGERA</i> Langerhans	Pol								Acc.		



		S.F.	N.h.	V.S.L.	V.C.	V.P.	V.L.	D.E.	D.L.	V.Pr.	P.o.
<i>SPIO FILICORNIS</i> (Müller)	Pol	Acc.		Acc.	Acc.						X
<i>SPIOPHANES BOMBYX</i> (Claparède)	Pol						Acc.	Acc.			
<i>SPIOPHANES KROYERI REYSSI</i> Laubier	Pol	Acc.		Acc.	A	A	A	A	A		
<i>SPISULA SUBTRUNCATA</i> Da Costa	Mol	P	A					Acc.	Acc.		
<i>SQUILLA DESMARESTII</i> Risso	Cru							Acc.			
<i>STEGOCEPHALOIDES CHRISTIANIENSIS</i> (Boeck)	Cru								Acc.		
<i>STERNAPSIS SCUTATA</i> (Renier)	Pol		Acc.	A	A	A	Acc.	A			
<i>STHENELAIS BOA</i> (Johnston)	Pol	Acc.	Acc.	Acc.					Acc.		
<i>STHENELAIS LIMICOLA</i> (Ehlers)	Pol		Acc.								
<i>STREBLOSOMA</i> SP.	Pol								Acc.		
<i>SYNCHELIDIUM MACULATUM</i> Stebbing	Cru	Acc.									
<i>SYNELMIS KLATTI</i> (Friedrich)	Pol						Acc.	Acc.			
<i>TAPES AUREUS</i> Gmelin	Mol	Acc.						Acc.	Acc.		
<i>TEALIA CRASSICORNIS</i> O. F. Müller	Cni							Acc.	Acc.		
<i>TELLINA DONACINA</i> (Linné)	Mol	A	A	A				A			
<i>TELLINA FABULA</i> Gronovius	Mol	A	Acc.	A							
<i>TELLINA INCARNATA</i> Linné	Mol	Acc.									
<i>TELLINA NITIDA</i> Poli	Mol	Acc.		A			A	A			X
<i>TELLINA PYGMEA</i> Philippi	Mol	Acc.									
<i>TELLINA SERRATA</i> Renier	Mol							Acc.			
<i>TELLINA TENUIS</i> (Da Costa)	Mol	A						Acc.			
<i>TEREBELLIDES STROEMI</i> Sars	Pol	Acc.	A	A	A	A	A	A	A		X
<i>THARYX DORSORANCHIALIS</i> (Kirkegaard)	Pol	Acc.		Acc.	A	P		A			
<i>THARYX HETEROCHAETA</i> (Laubier)	Pol	Acc.	Acc.	P	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	P	X	X
<i>THARYX MARIONI</i> (Saint-Joseph)	Pol			A	A	A	A	A	A		
<i>THARYX cf. TESSELATA</i> Hartman	Pol			A	Acc.		A	Acc.	Acc.		
<i>THARYX</i> SP.	Pol			Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.		X
<i>THRACIA PAPYRACEA</i> (Poli)	Mol	Acc.						Acc.			
<i>THYASIRA FLEXUOSA</i> (Montagu)	Mol		A	A	Acc.	P	A	Acc.			
<i>THYONE CHERBONNIERI</i> Reys	Ecm										X
<i>THYONE FUSUS</i> Müller	Ecm							Acc.			
<i>TRACHYTHYONE ELONGATA</i> (Düben et Koren)	Ecm			Acc.	Acc.			Acc.			
<i>TRACHYTHYONE TERGESTINA</i> (Sars)	Ecm							Acc.			
<i>TRICHOBRANCHUS GLACIALIS</i> Malmgren	Pol							Acc.			
<i>TRIVIA ARCTICA</i> (Pulteney)	Mol							Acc.			
<i>TRYPANOSYLLIS COELICA</i> Claparède	Pol							Acc.			
<i>TRYPHOSA MINIMA</i> Chevreux	Cru	Acc.									
<i>TRYPHOSITES LONGIPES</i> (Bate et Westwood)	Cru	Acc.	Acc.								
<i>TURRITELLA COMMUNIS</i> Risso	Mol			Acc.				A			
<i>TURRITELLA TRIPPLICATA</i> Brocchi	Mol		Acc.		A			Acc.			
<i>TYPOSYLLIS ARMILLARIS</i> (Müller)	Pol						Acc.	A			
<i>TYPOSYLLIS HYALINA</i> (Grube)	Pol	Acc.						A			
<i>TYPOSYLLIS KROHNII</i> (Ehlers)	Pol						A		A		
<i>TYPOSYLLIS PROLIFERA</i> (Krohn)	Pol								Acc.		
<i>TYPOSYLLIS VARIEGATA</i> (Grube)	Pol							A			
<i>UPOGEBIA DELTAURA</i> (Leach)	Cru			Acc.			A	Acc.	Acc.		
<i>UPOGEBIA GRACELIPE</i> De Man	Cru			Acc.	Acc.			Acc.	Acc.		
<i>UPOGEBIA TYPICA</i> (Nardo)	Cru			Acc.				A	Acc.		
<i>UROTHOE BREVICORNIS</i> Bate	Cru	P		Acc.							
<i>UROTHOE ELEGANS</i> Bate	Cru	A	Acc.		Acc.			Acc.			
<i>UROTHOE GRIMALDI</i> Chevreux	Cru	A	A					A			
<i>UROTHOE MARINA</i> (Bate)	Cru	Acc.									
<i>UROTHOE PULCHELLA</i> (A. Costa)	Cru	P	A	Acc.		Acc.					
<i>VAUNTHOMPSONIA CRISTATA</i> Spence Bate	Cru			Acc.							
<i>VENUS CASINA ARADASI</i> Linné	Mol	Acc.	Acc.	Acc.	Acc.			Acc.			X
<i>VENUS FASCIATA</i> (Da Costa)	Mol	Acc.									
<i>VENUS GALLINA</i> Linné	Mol	A							A		
<i>VENUS OVATA</i> Pennant	Mol	Acc.	Acc.					A	A		
<i>VERETILLUM CYNOMORIUM</i> (Pallas)	Cni							Acc.	Acc.		
<i>VIBILIA ARMATA</i> Boval	Cru						Acc.				
<i>VIRGULARIA MIRABILIS</i> Lamarck	Cni				Acc.	Acc.		Acc.	Acc.		
<i>WESTWOODILLA RECTIROSTRIS</i> (Della Valle)	Cru	Acc.	Acc.	A	Acc.		Acc.	Acc.	Acc.		







## TABLE DES MATIÈRES

### TOME XIII — SÉRIE B

Jean-Claude ALOÏSI & Henri GOT. — Notice explicative de la carte sédimentologique de Rosas au 1/100 000 ....	183
Michel BHAUD. — Liaisons entre la répartition spatiale du plancton, les méthodes de prélèvement et l'interprétation des variations mensuelles .....	297
Guy BOUCHER. — Premières données écologiques sur les Nématodes libres marins d'une station de vase côtière de Banyuls .....	69
Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE & Jeanete RAMOS. — Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole .....	335
Michel FIALA. — Etudes physico-chimiques des eaux et sédiments de l'étang de Bages-Sigean (Aude) .....	21
Aline FIALA-MÉDIONI. — Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-Mer : Ascidies — Bryozoaires .....	143
Patrick GEISTDOERFER. — Etude granulométrique des particules en suspension dans les eaux de mer méditerranéennes .....	193
Henri GOT, cf. Jean-Claude ALOÏSI.	
Alain GUILLE, cf. Daniel DESBRUYÈRES & Jeanete RAMOS.	
J.-C. LACAZE. — Effets de trois agents émulsionnants anti-pétrole sur la productivité primaire d'une communauté expérimentale de Diatomées benthiques .....	51
Nabil MOUNEIMNÉ. — Contribution à l'étude des Diatomées des fonds meubles vaseux de Banyuls-sur-Mer. 1. Données hivernales .....	323
Roland PERSON. — Observations hydrologiques hivernales dans le sud du Golfe du Lion .....	1
Jeanete RAMOS, cf. Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE.	



Claude RAZOULS & Alain THIRIOT. — Données quantitatives du mésoplancton en Méditerranée occidentale (saisons hivernales 1966-1970) ..... 209

D. REYSS. — Les canyons sous-marins de la mer catalane, le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. IV. Etude synécologique des peuplements de macrofaune benthique .. 101

Alain THIRIOT. — Les Cladocères de Méditerranée occidentale. III. Cycle et répartition à Banyuls-sur-Mer (Golfe du Lion). Synthèse des années 1965-1969 ..... 243

Alain THIRIOT, cf. Claude RAZOULS.



Les travaux sédimentologiques ont été coordonnés par H. GOT  
 Maître-Assistant au Centre Universitaire de Perpignan  
 Les levés ont été réalisés grâce à la collaboration de A. GUILLE  
 et J.C. ALOISI,  
 et G. SAUTIER

de l'Institut Océanographique de Madrid  
 au cours des campagnes 1970 et 1971 des navires océanographiques  
 "Catherine Laurence" (R.C.P. CNRS n° 16) et  
 "Professeur Lacaze-Duthiers" (L.A. CNRS n° 117 Laboratoire Arago)  
 Les analyses ont été effectuées par A. GOT  
 la carte a été dessinée par H.Ph. DANOY,  
 dessinateur principal au C.N.R.S. (Laboratoire Arago).

CARTE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA MARGE CONTINENTALE MEDITERRANEEENNE  
 à l'échelle de 1/100 000

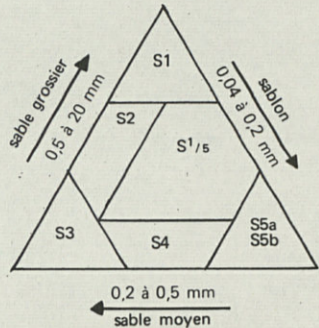
# ROSAS

(ESPAGNE)

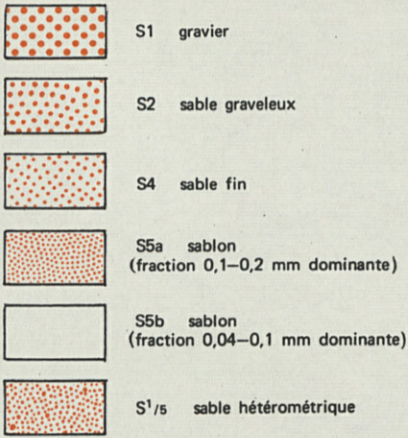
## LEGENDE

### I GRANULOMETRIE

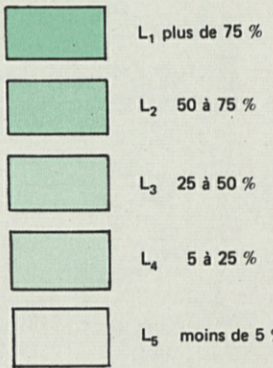
1) Sables (fraction comprise entre 0,040 et 20 mm)  
 a fractions granulométriques



b Catégories sédimentaires

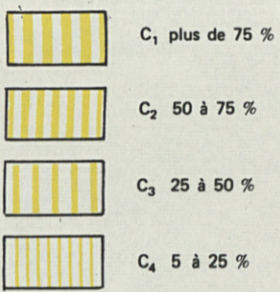


2) Pâtes : particules inférieures à 0,040 mm  
 Teneur en % du sédiment total

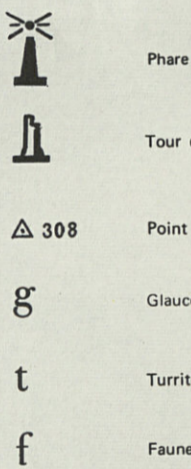


### II TENEUR EN CALCAIRE

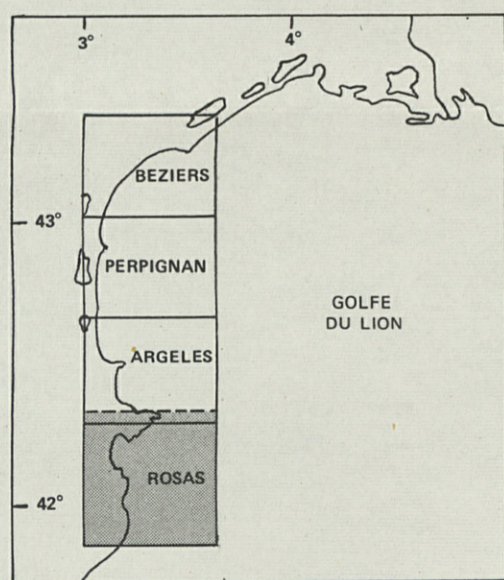
Teneur en % de la fraction sableuse



### III SIGNES PARTICULIERS

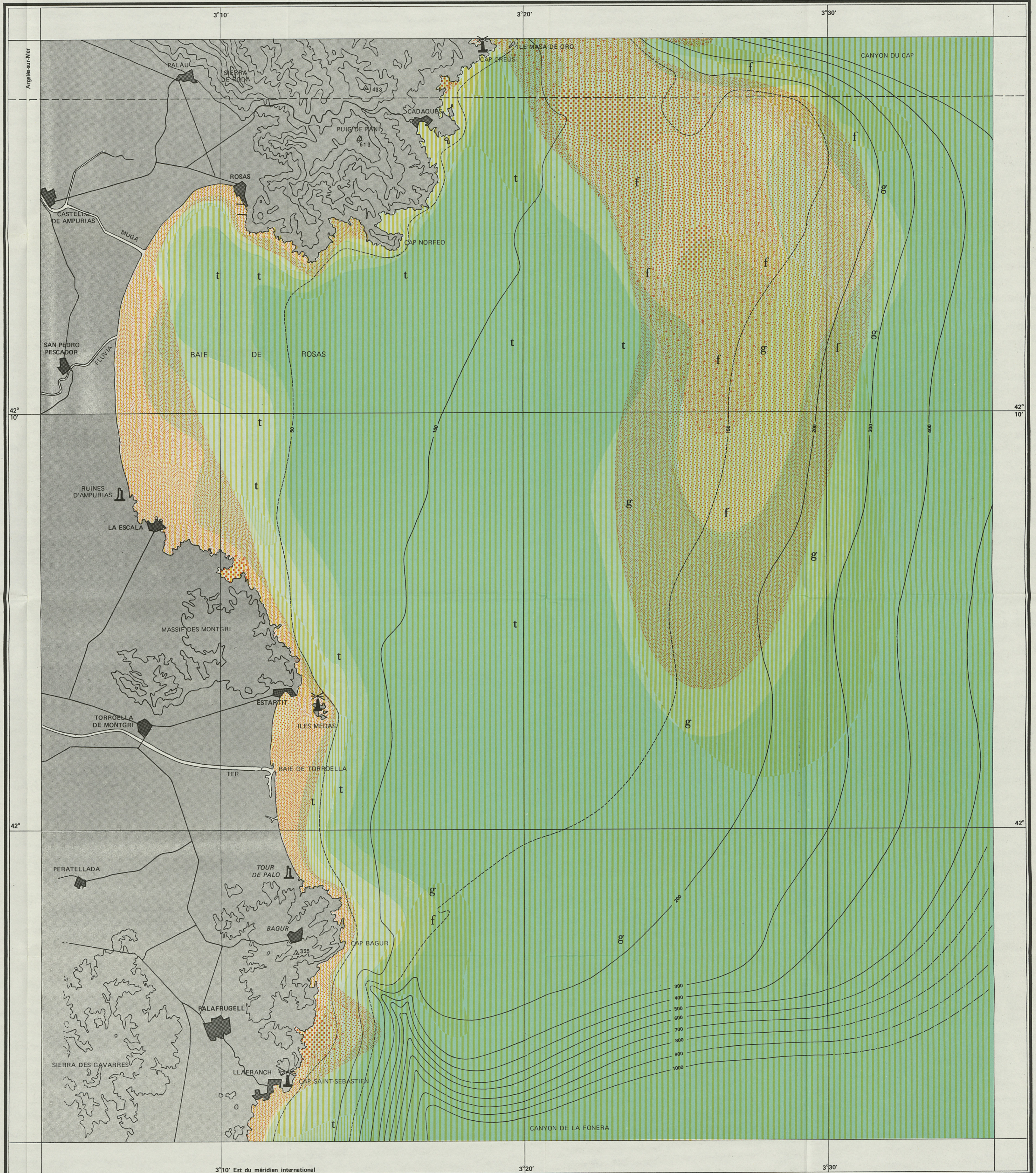


### IV CARTE DE LOCALISATION



Cette carte ne peut être utilisée  
 pour la navigation

Este mapa no puede ser utilizada  
 para la navegación



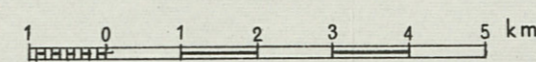
L'équidistance des isohypses et des isobathes  
 est de 100 mètres

Imprimerie LOUIS-JEAN - 05 - GAP

Editée en 1972

UNIVERSITE DE PARIS  
 Laboratoire Arago, Banyuls-sur-Mer  
 et  
 CENTRE UNIVERSITAIRE DE PERPIGNAN  
 Centre de Recherches de Sédimentologie Marine

Echelle : 1/100.000





Jean-Claude ALOÏSI et Henri GOR. — Carte sédimentologique de Rosas au 1/100 000.



# VIE ET MILIEU

BULLETIN DU LABORATOIRE ARAGO

SÉRIE B : OCÉANOGRAPHIE

---

VOLUME XXIII

YEAR 1972-73

PART 2-B

---

## CONTENTS

Jean-Claude ALOÏSI & Henri GOT. An explanatory notice to the sedimentological map of Rosas (scale : 1/100 000) .....	183
Patrick GEISTDOERFER. Granulometric study of the particles in suspension in the Mediterranean waters .....	193
Claude RAZOULS & Alain THIRIOT. Quantitative data on the mesoplankton in the Western Mediterranean (1966-1970 winters) .....	209
Alain THIRIOT. The Cladocera of the Western Mediterranean. III. Cycle and distribution at Banyuls-sur-Mer (Gulf of Lion). Survey of the years 1965-1969 .....	243
Michel BHAUD. Connection between the spatial distribution of plankton, the methods of sampling and the interpretation of the monthly variations .....	297
Nabil MOUNEIMNÉ. A contribution to the study of Diatoms from the muddy soft bottoms of Banyuls-sur-Mer. 1. Winter data .....	323
Daniel DESBRUYÈRES, Alain GUILLE & Jeanete RAMOS. Benthic bionomy of the spanish catalonian coast .....	335

---

MASSON & Co

120, Bd St-Germain, 75230 PARIS CEDEX 06

*Published Bi-monthly*